

Paulo Henrique Zen Messerschmidt

**SISTEMÁTICA PARA PLANEJAMENTO DE PRODUTOS
ORIENTADO POR PRINCÍPIOS DE PROJETO UNIVERSAL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Mecânica.
Orientador: Prof. André Ogliari, Dr Eng.

Florianópolis
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Messerschmidt, Paulo Henrique Zen
Sistemática para Planejamento de Produtos
orientado por Princípios de Projeto Universal /
Paulo Henrique Zen Messerschmidt ; orientador,
André Ogliari, 2018.
253 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós
Graduação em Engenharia Mecânica, Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Engenharia Mecânica. 2. Projeto Universal. 3.
Criatividade. 4. Inovação. 5. Planejamento de
Produtos. I. Ogliari, André . II. Universidade
Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação
em Engenharia Mecânica. III. Título.

Paulo Henrique Zen Messerschmidt

**SISTEMÁTICA PARA PLANEJAMENTO DE PRODUTOS
ORIENTADO POR PRINCÍPIOS DE PROJETO UNIVERSAL**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre em Engenharia Mecânica” e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica.

Florianópolis, 06 de Novembro de 2018.

Prof. Jonny Carlos da Silva, Dr. Eng.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. André Ogliari, Dr. Eng.
Orientador

Prof. Acires Dias, Dr. Eng.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Marcelo Gitirana Gomes Ferreira, Dr. Eng.
Universidade do Estado de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado aos meus pais,
José Augusto e Lourdes.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus familiares, em especial meus pais, José Augusto Messerschmidt e Lourdes Zen Messerschmidt, e aos meus irmãos Carlos Augusto e Luiz Ricardo por todo apoio e suporte para que fosse possível conquistar meus sonhos.

Ao orientador André Ogliari, que me deu a oportunidade de conduzir esta pesquisa, sempre com incentivo e ensinamentos para que este trabalho fosse realizado.

Aos meus amigos Guilherme Loureiro, Rafael Veras e Heitor Azuma Kagueiama pela grande amizade e pelas longas batalhas, cafés e cervejas; pelas dicas e discussões que auxiliaram no desenvolvimento desta pesquisa. Agradeço também aos amigos Victor Arcuri, Gregori Rosinski, Edson Rocha Filho e Gustavo Ferrari pelo apoio e momentos de descontração.

Aos colegas e amigos do NeDIP Lucas Yoshida, Natália Madalena Boelter, Augusto Parigot, Paulo Mendel, Luiz Fernando Botega. Obrigado por todo apoio e ajuda prestada.

Ao meu amigo Gustavo Quatrin, que mesmo distante sempre me apoiou e me incentivou.

Agradeço à Nathalia Grams pela paciência, companheirismo e todo apoio e incentivo ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Aos alunos da Disciplina de Metodologia de Projeto de Produtos das turmas de 2016/17 pela participação nos experimentos com os Inspiradores Universais.

Por fim, agradeço principalmente a Deus por mais esta conquista.

RESUMO

Frente às tendências do aumento da expectativa de vida, a demanda por produtos universais tem se mostrado crescente, e surge como uma oportunidade de as empresas ampliarem sua participação no mercado e se manterem competitivas. Os produtos universais são desenvolvidos com base no conceito de projeto universal, e são caracterizados por apresentarem soluções criativas que atendem a diferentes tipos de usuário, com o mesmo grau de conforto e utilidade. Neste contexto é proposta nesta dissertação uma ferramenta de auxílio à criatividade baseado nos princípios de projeto universal chamado de Inspiradores Universais (UDins) com o objetivo de auxiliar as equipes de projeto na obtenção de ideias mais acessíveis, úteis e com melhor usabilidade. Esta ferramenta é proposta para orientar o processo criativo durante a etapa de ideação na fase de planejamento de produtos. Por meio de experimentos comparando os resultados de brainstorming com e sem o uso dos UDins verificou-se quantitativamente que as ideias geradas no planejamento de produtos apresentaram características baseadas nos conteúdos dos princípios de projeto universal, possuindo maior abrangência de mercado e melhor usabilidade frente aos produtos semelhantes do problema proposto. Qualitativamente a avaliação da sistemática por especialistas mostrou que a mesma atende bem à sua proposta por apresentar uma estrutura lógica em suas atividades, auxiliando de modo efetivo na geração de ideias com os conteúdos dos princípios de projeto universal em sessões de ideação.

Palavras-chave: Projeto Universal. Criatividade. Inovação. Planejamento de Produtos.

ABSTRACT

Due to the global rise in life expectancy, the demand for universal products has been increasing, and it appears as an opportunity for companies to broaden their market reach and remain competitive. Universal products are developed based on the concept of universal design, and are characterized by presenting creative solutions that serve different types of users, with the same degree of comfort and utility. In this context, it is proposed in this dissertation a tool to help creativity based on the principles of universal design called Universal Inspirers (UDins) with the objective of support to generate more accessible, useful and usability ideas. This tool is used based on a systematic for the planning of products, aiming to guide the creative process during the stage of ideation. With the application of this systematics, it was possible to evaluate the ideas generated using the traditional brainstorming in comparison to the brainstorming with the use of the universal inspirers. It was verified that the ideas generated in the planning of products presented characteristics based on the contents of the principles of universal design, presenting greater market reach and better usability in relation to the similar products of the proposed problem. The qualitative evaluation of systematicity by specialists has shown that it fulfills its proposal by presenting a logical structure in its activities, wich effectively assisting the generation of ideas with the contents of the principles of universal design in sessions of ideation.

Keywords: Universal Design. Creativity. Innovation. Product Planning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Etapas da pesquisa.	6
Figura 2.1- Processo de desenvolvimento de produtos.	9
Figura 2.2 - Etapas do planejamento de produtos.	11
Figura 2.3 - Tipos de oportunidade em função do risco e diferentes tipos de incerteza.	12
Figura 2.4 - Arquitetura do mapa tecnológico.....	14
Figura 2.5 - Estrutura lógica para busca de informações para inspiração.....	21
Figura 2.6 - Modelo de experimento.	24
Figura 3.1 - Percentagem da população acima de 65 anos.....	30
Figura 3.2 - Comportamento das capacidades cognitivas e sensorias ao longo da vida.....	31
Figura 3.3 - Pirâmide do projeto universal.....	32
Figura 3.4 – Exemplos de produtos universais.....	34
Figura 3.5 - Relacionamento dos princípios de projeto universal com os atributos da usabilidade.....	38
Figura 3.6 - Modelo de interação produto-usuário.....	39
Figura 3.7 - A importância do ambiente no contexto da interação produto-usuário.....	40
Figura 3.8 - Fatores ambientais do contexto de uso do produto.....	42
Figura 3.9 - Relação Capacidade do usuário-demanda do produto.....	43
Figura 3.10 - Exemplo de aplicação do guia para avaliar a performance de projeto universal de produtos.....	45
Figura 3.11 - Cartilha dos princípios de projeto universal.....	46
Figura 3.12 - Diagrama ação-função para um abridor de lata.....	48
Figura 3.13 – Etapas do método TRIZ aplicados ao projeto universal.....	50
Figura 4.1 - Leiaute do cartão Udins.....	59
Figura 4.2 - Fluxograma de atividades para o desenvolvimento de inspiradores universais.....	60
Figura 4.3 - Tarefas da Atividade 1.....	60
Figura 4.4 - Atividade identificação de palavras chave.....	62
Figura 4.5 - Tarefa 1.2: Identificar diretrizes.....	64
Figura 4.6 - Tarefas da atividade 2.....	66
Figura 4.7 - Tarefa 2.1 – Identificar imagem do exemplo.....	68
Figura 4.8 - Arquitetura da organização das informações para otimização do inspirador universal.....	70
Figura 4.9 – Modelo de experimento para o planejamento e execução da avaliação de UDins.....	71
Figura 4.10 - Ilustração da sessão de ideação com os grupos.....	74

Figura 4.11 - Número de ideias (NI) por equipe.....	76
Figura 5.1 - Contextualização da problemática para o planejamento de produtos.....	84
Figura 5.2 - Fluxo de atividades de Sistemática de Planejamento de produtos orientado pelos inspiradores universais.....	86
Figura 5.3 - Atividade 1: Formular o problema de ideação.....	87
Figura 5.4 - Atividade 2 - Priorizar os UDins.....	88
Figura 5.5 - Exemplo de agrupamento dos UDins.....	89
Figura 5.6 - Matriz de auxílio à priorização dos UDins.	89
Figura 5.7 - Matriz de comparação aos pares.	91
Figura 5.8 - Priorização dos UDins para o exemplo.....	91
Figura 5.9 - Atividade 3: Gerar ideias usando os UDins.....	92
Figura 5.10 - Ordem da leitura dos UDins.....	93
Figura 5.11 - Exemplo de ideias geradas com o uso dos UDins.....	94
Figura 5.12 - Atividade 4: Avaliação das ideias.....	94
Figura 5.13 - Matriz de demanda de capacidade do usuário.....	95
Figura 5.14 - Exemplo de seleção das melhores ideias geradas.	96
Figura 5.15 – Mapear ideias na camada <i>Produto</i>	97
Figura 5.16 - Exemplo de atividade de mapeamento das ideias na camada produto.	98
Figura 5.17 - Priorização dos grupos de UDins para o estudo de caso.	102
Figura 5.18 - Participantes realizando o <i>brainstorming</i> estimulado pelos inspiradores universais.....	103
Figura 5.19 - Avaliação das ideias geradas para o estudo de caso..	108
Figura 5.20 - Notas da avaliação da sistemática.	109
Figura 5.21 - Gráfico radar da avaliação dos Inspiradores Universais (UDins.).....	111
Figura A.1 - Fluxograma de atividades para o desenvolvimento de estimuladores de projeto universal.	133
Figura A.2 - Configuração dos estimuladores baseados em princípios de projeto universal.	135
Figura A.3 - Exemplo de formulário preenchido.....	137
Figura A.4 - Processo de armazenamento das ideias na planilha de avaliação.....	139
Figura A.5 - Processo de avaliação das ideias.	141
Figura A.6 - Instruções de leitura da tabela de dados.	142

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Ferramentas de análise de mercado e tecnologia.	15
Quadro 2.2 - Métodos de criatividade intuitivos e sistemáticos para geração de ideias.	18
Quadro 3.1 - Princípios de projeto universal.	35
Quadro 3.2 - Dados da análise dos pares de produto utilizando diagrama ação-função.	49
Quadro 3.3 - Resultados de cada atividade do método TRIZ aplicado ao projeto universal.	51
Quadro 3.4 - Questões típicas para uso da técnica MESCRAI.	53
Quadro 3.5 - Relação entre método MESCRAI e os princípios de projeto universal.	54
Quadro 4.1 -Típicos problemas de projeto universal.	71
Quadro 4.2 - Hipóteses para o experimento com inspiradores universais.	72
Quadro 4.3 - Critério de escolha para testes estatísticos	73
Quadro 4.4 - Estrutura do experimento.	74
Quadro 4.5 - Programação do experimento 2.	75
Quadro 5.1 - Organização da avaliação da sistemática SPIU.	99
Quadro 5.2 - Perfil dos avaliadores da sistemática.	100
Quadro 5.3 - Problema de ideação entregue aos participantes.	101
Quadro 5.4 - Análise das ideias geradas para o estudo de caso.	104
Quadro A.1 - Estrutura do experimento 1.	135
Quadro A.2 - Atividades do experimento.	136
Quadro A.3 - Métricas e hipóteses para os experimentos com os inspiradores universais (UDins).	138
Quadro A.4 - Perfil dos avaliadores	139

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 - Teste de normalidade Anderson-Darling dos dados das métricas número de ideias (NI), número de funções (NF), Abrangência de Mercado (AB) e Usabilidade (AU).	76
Tabela 4.2 - Resultados estatísticos de verificação das hipóteses para o problema 1.....	77
Tabela 4.3 - Resultados estatísticos de verificação das hipóteses para o problema 2.....	78
Tabela A.1 - Resultado da avaliação para o problema 1, avaliador 1.	142
Tabela A.2 - Resultado da avaliação para o problema 1, avaliador 2 e 3.....	143
Tabela A.3 - Resultado da avaliação para o problema 2, avaliador 1 .	145
Tabela A.4 - Resultado da avaliação para o problema 1, avaliador 2 e 3.....	146
Tabela A.5 - Resultados do teste de normalidade Anderson Darling para as métricas número de ideias (NI), número de funções (NF), abrangência de mercado (AB) e atributos de usabilidade (AU) do experimento 1.	147
Tabela A.6 - Resultado dos testes estatístico para a métrica quantidade de ideias.	148
Tabela A.7 - Resultados estatísticos para a métrica utilidade (NF).....	149
Tabela A.8 - Resultados estatísticos para a métrica abrangência de mercado (AB).....	150
Tabela A.9 - Resultados estatísticos para a métrica usabilidade (AU).152	
Tabela D.1 - Resultado da avaliação para o problema 1, avaliador 1.	193
Tabela D.2 - Resultado da avaliação para o problema 1, avaliador 2 e 3.....	194
Tabela D.3 - Resultado da avaliação para o problema 2, avaliador 1 .	195
Tabela D.4 - Resultado da avaliação para o problema 2, avaliador 2 e 3.....	196
Tabela E.1 - Teste ANOVA para a o número de ideias do experimento 2.....	199
Tabela E.2 - Teste de Mann-Whitney para o número de funções (NF) por ideia.....	200
Tabela E.3 - Teste de Mann-Whitney para a abrangência de mercado (AB) por ideia.	201
Tabela E.4 - Teste de Mann-Whitney para a usabilidade (Atributos de usabilidade -AU) por ideia.	202

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AB – Abrangência de Mercado

ANOVA – Análise de Variância

AU – Atributos de Usabilidade

BRt – Brainstorming Tradicional

BRUdins – Brainstorming com Inspiradores Universais

NF – Número de Funções

NI – Número de Ideias

PDP – Processo de Desenvolvimento de Produtos

PRODIP – Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos

TRIZ – Teoria da Solução Inventiva de Problemas

UD – *Universal Design*

UDINS – Inspiradores Universais

UDPMP – *Universal Design Performance Measures for Products*

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

SPIU – Sistemática para Planejamento de Produtos orientado pelos Inspiradores Universais

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	MOTIVAÇÃO.....	1
1.2	OBJETIVOS.....	3
1.2.1	Objetivo Geral.....	3
1.2.2	Objetivos Específicos.....	3
1.3	JUSTIFICATIVA.....	3
1.4	METODOLOGIA.....	5
1.5	ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO.....	7
2	PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E A CRIATIVIDADE	9
2.1	PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS.....	9
2.2	PLANEJAMENTO DE PRODUTOS.....	10
2.3	MAPEAMENTO TECNOLÓGICO.....	13
2.4	CRIATIVIDADE NO PROCESSO DE IDEIAÇÃO.....	16
2.4.1	Métodos de criatividade.....	18
2.4.2	Avaliação da criatividade em processos de ideação.....	23
2.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
3	PROJETO UNIVERSAL	29
3.1	PROJETO UNIVERSAL: UMA VISÃO GERAL DO CONCEITO.....	29
3.2	PRINCÍPIOS DE PROJETO UNIVERSAL.....	34
3.3	INTERAÇÃO PRODUTO-USUÁRIO.....	39
3.4	FERRAMENTAS E MÉTODOS DE AUXÍLIO AO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS UNIVERSAIS.....	44
3.4.1	Guia de medidas de desempenho de projeto universal para produtos.....	44
3.4.2	Cartilha do projeto universal.....	46
3.4.3	Método gráfico diagrama Ação-Função para desenvolvimento de produtos universais.....	47
3.4.4	Método da TRIZ aplicado ao projeto universal.....	50
3.4.5	Método MESCRAI aplicado ao projeto universal.....	52
3.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
4	UDINS – ESTIMULADORES DE PROJETO UNIVERSAL	57
4.1	DEFINIÇÃO DOS UDINS.....	57
4.2	SISTEMÁTICA PARA ELABORAÇÃO DE INSPIRADORES UNIVERSAIS.....	59
4.2.1	Atividade 1 – Identificar diretrizes.....	60

4.2.2	Atividade 2 – Identificar ilustrações.....	65
4.2.3	Atividade 3 – Configuração do cartão.....	69
4.3	AVALIAÇÃO DE UDINS.....	70
4.3.1	Materiais e métodos	70
4.3.2	Resultados da avaliação quantitativa de Inspiradores Universais (UDins).....	75
4.3.3	Avaliação dos participantes – Análise dos questionários.	78
4.3.4	Considerações finais sobre a avaliação dos UDins.	79
4.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	80
5	SISTEMATIZAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE PRODUTOS ORIENTADO PELOS INSPIRADORES UNIVERSAIS.....	83
5.1	PROBLEMÁTICA DE PLANEJAMENTO DE PRODUTOS UNIVERSAIS	83
5.2	VISÃO GERAL DA SISTEMÁTICA PROPOSTA.....	85
5.2.1	Atividade 1 - Formular o problema de ideação	87
5.2.2	Atividade 2 – Priorizar os UDins	88
5.2.3	Atividade 3– Gerar ideias usando os UDins.....	92
5.2.4	Atividade 4 – Avaliar as ideias.....	94
5.2.5	Atividade 5 – Mapear ideias na camada produto.....	96
5.3	AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA SISTEMÁTICA PROPOSTA	98
5.3.1	Materiais e métodos da avaliação	99
5.3.2	Resultados e observações da avaliação.....	103
5.3.3	Avaliação da sistemática SPIU por especialistas em desenvolvimento de produtos.	108
5.3.4	Avaliação do uso da ferramenta Inspiradores Universais (UDins).....	110
5.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	112
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS	115
6.1	CONCLUSÕES.....	115
6.2	RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS	118
	REFERÊNCIAS	121
	APÊNDICE A - ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO PRELIMINAR DOS UDINS	133

A.1 - PROCESSO DE ELABORAÇÃO PRELIMINAR DE UDINS.....	133
A.2 - MATERIAIS E MÉTODOS DA AVALIAÇÃO PRELIMINAR.....	135
A.3 - RESULTADOS DO EXPERIMENTO 1.....	142
A.4 - DISCUSSÃO DOS TESTES ESTATÍSTICOS.....	147
A.5 - ANÁLISE QUALITATIVA E CONSIDERAÇÕES SOBRE O EXPERIMENTO.....	153
APÊNDICE B -EXPERIMENTO 1: MATERIAIS DO ESTUDO PRELIMINAR.....	155
B.1 -INSTRUMENTOS UTILIZADOS.....	155
B.2 -ESTIMULADORES UDINS PRELIMINARES.....	160
B.3 -AVALIAÇÃO DO EXPERIMENTO 1 – RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO.....	163
APÊNDICE C - REFERÊNCIAS DE CONTEÚDOS DE PROJETO UNIVERSAL.....	169
APÊNDICE D - MATERIAL UTILIZADO NO EXPERIMENTO 2.....	171
D.1 - INSTRUMENTOS UTILIZADOS.....	171
D.2 - ESTIMULADORES UTILIZADOS NO EXPERIMENTO 2.....	176
D.3 - AVALIAÇÃO DO EXPERIMENTO 2 – RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO.....	186
D.4 - ANÁLISE DAS IDEIAS.....	192
APÊNDICE E -ANÁLISE DOS RESULTADOS DO EXPERIMENTO 2.....	199
E.1 -ANÁLISE ESTATÍSTICA DETALHADA.....	199
APÊNDICE F -QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA SISTEMÁTICA DE PLANEJAMENTO DE PRODUTOS ORIENTADO PELOS INSPIRADORES UNIVERSAIS (UDINS) - SPIU.....	205
F.1 -QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA SPIU.....	206
F.2 -RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA SISTEMÁTICA SPIU.....	210

F.3 - RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA FERRAMENTAS	210
--	-----

APÊNDICE G - IDEIAS GERADAS COM A SISTEMÁTICA SPIU	213
---	------------

APÊNDICE H - INSPIRADORES UNIVERSAIS (UDINS).	221
--	------------

H.1 - USO SIMPLES	221
H.2 - USO INTUITIVO	226
H.3 - INFORMAÇÃO PERCEPTÍVEL	229
H.4 - USO EQUITATIVO	231
H.5 - PREVENÇÃO DE ERRO	232
H.6 - ESPAÇO PARA USO	236
H.7 - FLEXIBILIDADE DE USO	237
H.8 - ESFORÇO FÍSICO REDUZIDO	245

ANEXO A - CRITÉRIOS DE PROJETO UNIVERSAL PARA AVALIAÇÃO DE PERFORMANCE DE PRODUTOS	251
---	------------

ANEXO B - CARTILHA DOS PRINCÍPIOS DE PROJETO UNIVERSAL	253
---	------------

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo é apresentada a motivação desta dissertação de mestrado, evidenciando a importância e o potencial de contribuição do projeto universal ao planejamento de produtos. Também estão listados os objetivos da pesquisa, seguidos da justificativa e estrutura da dissertação.

1.1 MOTIVAÇÃO

Devido à competitividade do mercado atual, a inovação dos produtos se tornou um fator tão importante quanto à qualidade e custo, sendo a chave para empresas obterem êxito no mercado (KO, 2017). Para inovar, as empresas devem ser capazes de prospectar mudanças, identificando tendências de mercado que irão permitir agir antecipadamente e reduzir o tempo de disponibilização dos seus produtos e serviços no mercado (ANDION et al, 2002; BACK et al, 2008).

Dentro deste contexto, a busca por produtos e serviços com maior acessibilidade, que além de inovadores, promovem uma maior inclusão social têm sido alvo de pesquisas nas últimas décadas (DONG *et al*, 2015; LAGATTA; NICOLATONIO; VALLICELLI, 2015).

O Projeto Universal é um conceito que busca orientar o desenvolvimento de produtos para atender usuários com diferentes capacidades físicas, cognitivas e sensoriais, fazendo com que as empresas ampliem a sua abrangência de mercado e tornem-se mais competitivas. (STEINFELD e MAISEL, 2012; EVASTINA, 2009).

Para orientar a aplicação de projeto universal no desenvolvimento de produtos e ambientes, foram propostos sete princípios de projeto universal (STORY, 1998), que são: uso equitativo; uso flexível; uso simples e intuitivo; informação perceptível; tolerâncias ao erro; baixo esforço físico; tamanho e espaço para uso. Entretanto, como tem sido verificado, as descrições dos princípios são genéricas, dificultando a aplicação no desenvolvimento de produtos. (NEWELL, 2002; LENKER, 2011; PREISER, 2008; MUSTAQUIM, 2015; BEECHER; PAQUET, 2005; LAW, 2007, DONG et al, 2015, EVASTINA 2009; LIN; WU, 2015).

Dentre os métodos para orientar o desenvolvimento de produtos universais, o Center for Universal Design (2000) criou métricas de desempenho para produtos, que consistem em um guia para avaliação sistemática de produtos quanto à sua adequação aos princípios de projeto universal. Já McAdams e Kostovich (2011) criaram um método utilizando

representação gráfica chamada de diagrama ação-função, que permite identificar diferenças por meio da comparação de produtos universais e seu respectivo modelo tradicional para gerar e coletar dados. O método de Liu et al (2010) utiliza os princípios inventivos da TRIZ para adequar produtos já existentes aos princípios de projeto universal.

Entretanto, esses métodos de desenvolvimento de produtos universais têm como propósito a análise e adaptação de produtos já existentes e nenhum deles consideram efetivamente orientações para o desenvolvimento de novos produtos. Neste aspecto, para atender a esta demanda de mercado, Steinfeld e Maisel (2012) e Liu et al (2010), afirmam que o uso de métodos de criatividade auxilia os projetistas na busca de soluções mais dinâmicas de produtos universais, gerando soluções criativas para eliminar as barreiras no uso do produto.

Dentre os métodos de criatividade, o *brainstorming* é o método mais utilizado na indústria para promover a inovação, entretanto, tem seu desempenho dificultado pela fixação funcional dos indivíduos, que se manifesta reduzindo a variedade de domínios de conhecimento explorados para gerar soluções, e conseqüentemente, geração de ideias pouco criativas (SHAH et al, 2003; HOWARD et al., 2010). Para isso, a analogia é considerada um método robusto, que auxilia os projetistas a superarem a fixação funcional durante a geração de soluções (LINSEY et al, 2006).

Entretanto, não é verificada na literatura ferramentas de analogias para orientar a aplicação dos princípios de projeto universal. Além disso, para implementar de fato as informações genéricas apresentadas por estes princípios nas fases iniciais do desenvolvimento de novos produtos, se faz necessário uma ferramenta rápida, visual e de fácil entendimento, com exemplos de produtos associados, utilizando informações já consolidadas de boas práticas de projeto (STEINFELD, MAISEL, 2012; MCADAMS; KOTOVSKY, 2012).

Neste contexto, se insere a presente dissertação com a seguinte questão de pesquisa:

“Como facilitar e incentivar a aplicação dos princípios de projeto universal por meio de estimuladores de criatividade de modo a não limitar o campo de soluções possíveis e promover a geração de soluções úteis, de fácil uso e com maior acessibilidade?”.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta dissertação é desenvolver uma sistemática para orientar o planejamento de produtos usando uma ferramenta de inspiração de projeto universal, que auxilie na geração de ideias de produtos universais. Para isso, os seguintes objetivos específicos são delimitados.

1.2.2 Objetivos Específicos

A presente dissertação tem como objetivos específicos:

- Identificar requisitos e diretrizes para elaboração da ferramenta de inspiração de projeto universal;
- Propor uma ferramenta de inspiração de projeto universal e sua sistemática de obtenção;
- Avaliar a contribuição da ferramenta de inspiração na geração de ideias;
- Sistematizar o planejamento de produtos por meio da ferramenta de inspiração de projeto universal proposta;
- Aplicar e avaliar a ferramenta proposta em situação de planejamento de produtos.

1.3 JUSTIFICATIVA

O planejamento de produtos consiste em gerar e selecionar ideias de produtos promissoras, que atendam às expectativas futuras do mercado. Para auxiliar nesta etapa, pode-se fazer o uso do mapeamento tecnológico, que consiste em um mapa com informações de mercado (camada mercado), ideias de produtos (camada produto) e informações de tecnologia (camada tecnologia). O mapeamento tecnológico permite uma visão holística da evolução da tecnologia e demandas futuras do mercado, orientando as tomadas de decisão e aumentando a chance de sucesso da empresa (SILVEIRA, 2010).

Entretanto, durante a busca por soluções para compor camada produto, os projetistas têm em mente usuários tradicionais, jovens e totalmente hábeis em suas capacidades, seja por não estarem cientes das necessidades de usuários com limitações ou não saberem como atender à

estas necessidades em suas soluções (KEATES; CLARKSON, 2001). Em função disso, potenciais usuários com limitações são excluídos do processo de desenvolvimento do produto (ZITKUS et al, 2018).

Do ponto de vista comercial, a empresa perde mercado por não desenvolver produtos flexíveis que sejam úteis e atraentes também para esta categoria de usuários (EVASTINA, 2009). Do ponto de vista humano e social, gera frustração e estigmatização desses usuários, e muitas vezes leva a exigir soluções tecnológicas assistivas especiais de custo elevado. (EVASTINA, 2009). Além disso, todos usuários, até mesmo os totalmente hábeis, em algum momento irão se deparar com limitações em suas capacidades, seja ela temporária ou permanente, e por consequência, podem ser afetados pela falta de acessibilidade dos produtos.

Considerar as necessidades e expectativas dos usuários com alguma limitação em suas capacidades (e.g. devido ao envelhecimento) durante o planejamento de soluções pode gerar inúmeros benefícios para a indústria. Por exemplo, as empresas que oferecem produtos e serviços que visam contornar estas limitações encontram oportunidade de ampliar sua participação no mercado, além de identificarem novas formas de utilização de seus produtos (PERSSON et al, 2014).

Além disso, tendo em vista que os idosos tendem a possuir suas capacidades cognitivas, sensoriais e motoras reduzidas ao longo dos anos, Steinfeld e Maisel (2012) afirmam que as mudanças demográficas (i.e. aumento da expectativa de vida) apontam para uma demanda por produtos que atendam uma maior gama de capacidades dos usuários. Somado a isso, em função do aumento da expectativa de vida e a redução das taxas de natalidade, uma proporção significativa dos idosos irão concentrar grande parte do poder aquisitivo da população, influenciando economicamente no mercado de produtos que podem ser usados por pessoas com uma gama mais ampla de funcionalidades e um espectro mais amplo de necessidades e desejos. (NEWELL; GREGOR; 2002).

Neste aspecto, o projeto universal e seus princípios representam um potencial de inovação, que pode levar ao desenvolvimento de produtos mais acessíveis, úteis e com melhor usabilidade, aumentando a abrangência de mercado e a chance de as empresas obterem êxito no mercado (NYSTRÖM, MUSTAQUIM; 2015). De maneira geral, produtos desenvolvidos com o conceito de projeto universal beneficiam não só aqueles com alguma limitação, mas também pessoas totalmente hábeis, uma vez que o uso do produto se torna mais fácil, confortável e seguro (STEINFELD, MAISEL; 2012).

Em função disso, pretende-se que a sistematização do projeto universal, durante a busca por soluções para compor a camada produto do

mapa tecnológico, venha a contribuir para uma maior participação de mercado dos produtos, por meio de conteúdo dos princípios de projeto universal organizados em cartões, com diretrizes e exemplos de produtos, selecionados de acordo com a oportunidade de mercado.

1.4 METODOLOGIA

Esta pesquisa é classificada por Gil (1991) apud Silva (2005) como sendo de natureza aplicada com abordagens quantitativa e qualitativa e com objetivos exploratórios.

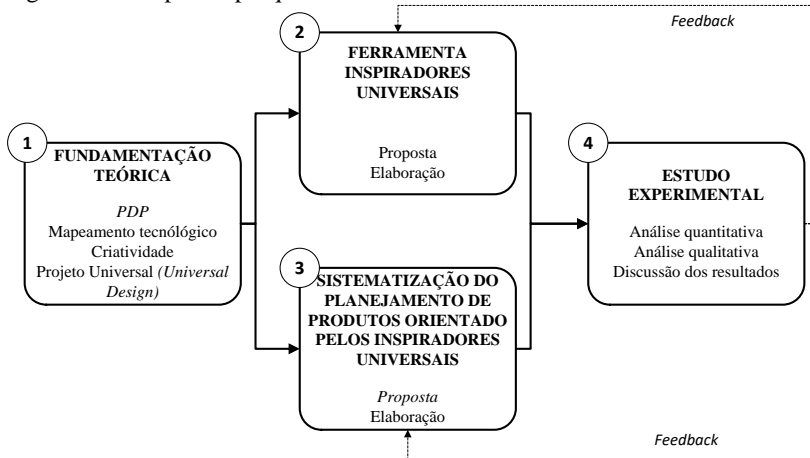
Aplicada por gerar conhecimentos para aplicação prática e voltada para solução de problemas específicos. Quantitativa por avaliar estatisticamente a contribuição dos inspiradores universais na geração de ideias e qualitativa na avaliação por questionário da sistemática de planejamento de produtos orientada pelos inspiradores universais. Além disso, também é considerada exploratória, por levantar informações bibliográficas e análise de exemplos para maior familiaridade com o problema no auxílio à construção de hipóteses (SILVA, 2005).

Como procedimentos técnicos utiliza-se da pesquisa bibliográfica e pesquisa experimental. A pesquisa bibliográfica constituiu-se de análise de material bibliográfico em forma de livros, teses, dissertações, artigo e material em meio eletrônico direcionado para quatro grupos: processo de desenvolvimento de produtos (PDP); Mapeamento Tecnológico (MT); Criatividade; Projeto universal. O resultado desta análise serviu de base para o desenvolvimento dos UDins e da sistemática de planejamento de produtos denominada “*Sistematização de Planejamento de Produtos orientado pelos Inspiradores Uuniversais –SPIU*”.

A pesquisa experimental foi utilizada como procedimento para avaliar qualitativamente e quantitativamente a contribuição dos UDins e a eficácia da sistemática. Este procedimento é feito por meio de aplicações práticas considerando uma linha de produtos a ser planejada.

As etapas que serão realizadas durante a pesquisa são apresentados na Figura 1.1.

Figura 1.1 - Etapas da pesquisa.



Na primeira etapa (Fundamentação teórica) da pesquisa será feito um levantamento bibliográfico a respeito de três temas, que são:

- Processo de desenvolvimento de produtos (PDP), abordando a fase específica de planejamento de produtos.
- Mapeamento tecnológico: método utilizado para apoiar a fase de planejamento de produtos.
- Projeto Universal: irá abordar conteúdos a respeito de projeto universal que possam ser utilizados na fase de planejamento de produto.

O resultado obtido nesta etapa cumpre o primeiro objetivo específico, e servirá como base para alcançar os demais objetivos específicos da pesquisa. A segunda etapa (2) se refere ao desenvolvimento da sistemática de obtenção dos UDins, com a proposta da ferramenta *inspiradores universais* (UDins), objetivando cumprir o segundo objetivo específico. Já a terceira (3) etapa visa a sistematização do planejamento de produtos, cumprindo o quarto objetivo específico.

Por fim, a quarta etapa (4) consiste na aplicação de estudos experimentais para avaliação qualitativa e quantitativa. Para avaliar a contribuição dos cartões serão realizadas sessões de brainstorming envolvendo problemas de planejamento de produtos, de modo a cumprir o terceiro objetivo específico da pesquisa. Já a avaliação da sistemática será uma situação de planejamento de produtos, onde são realizadas as

abordagens de análise quantitativa e qualitativa, visando cumprir o terceiro e quinto objetivo proposto.

1.5 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

A presente dissertação é estruturada em seis capítulos, incluindo este capítulo inicial de introdução do trabalho, e uma seção de Apêndices e Anexos, que contém material complementar para o entendimento do trabalho.

No capítulo 2, Processo de Desenvolvimento de Produtos e Ideação, são abordadas as principais fases e atividades do processo de desenvolvimento de produtos, enfatizando a fase de planejamento de produtos e o uso do mapeamento tecnológico neste processo. Além disso, são apresentados os métodos de criatividade para ideação, a definição e medição da criatividade.

No capítulo 3, Projeto Universal, são descritas os conceitos e princípios de projeto universal, assim como suas ferramentas de aplicação no projeto de produtos.

No capítulo 4, Inspiradores Universais, é apresentada a ferramenta proposta de Inspiradores Universais e sua otimização. São abordados também os experimentos realizados para verificar a influência dos Inspiradores Universais na ideação de produtos em planejamento.

No capítulo 5, Sistematização do Planejamento de Produtos orientado pelos Inspiradores Universais, é apresentada a proposta de sistemática para definir plano de produtos orientadores pelo projeto universal usando os Inspiradores Universais propostos nessa dissertação. Também é apresentada uma aplicação prática que visa sua avaliação segundo os critérios de clareza, profundidade, completeza e de conteúdo.

No capítulo 6, Conclusões e Recomendações, as conclusões obtidas por meio desta pesquisa são explicitadas, em relação às contribuições dos inspiradores universais e da sistemática de planejamento de produtos orientado pelos inspiradores universais. Após as conclusões, tem-se as recomendações para trabalhos futuros associados ao tema de projeto universal.

2 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E A CRIATIVIDADE

Neste capítulo serão apresentados os conteúdos associados à criatividade inserida no contexto do processo de desenvolvimento de produtos. A revisão enfatiza o planejamento de produtos, que tem por objetivo servir de subsídio para a sistemática proposta no capítulo 5.

2.1 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

O processo de desenvolvimento de produtos (PDP) consiste na transformação de informações por meio de uma série de atividades, que vão desde a detecção da oportunidade de negócio até o lançamento do produto no mercado, buscando identificar informações sobre a demanda, produção e utilização do produto (BACK et al, 2008; ROMANO, 2003).

Buscando abordar este processo de uma forma estruturada, diversas metodologias foram criadas, entre as quais destaca-se a metodologia de Back *et al.* (2008), conhecida como PRODIP (Processo de Desenvolvimento Integrado de produtos), apresentada na Figura 2.1, que será adotada nesta dissertação como modelo de referência para o PDP. Conforme apresentado na Figura 2.1, o modelo é composto por três macrofases, sendo elas Planejamento, Projetação e Implementação.

Figura 2.1- Processo de desenvolvimento de produtos.



Fonte: Adaptado de Back et al. (2008)

A macrofase de planejamento é composta pelas fases de planejamento de produto e de projeto. Na fase de planejamento de produto ocorrem as tomadas de decisões estratégicas sobre produtos a serem desenvolvidos com base nas estratégias de negócio da empresa e informações de mercado. Estas decisões são tomadas com base no mercado, por meio da identificação de oportunidades com base nos estudos estratégicos e competitivos da organização. A abordagem desta

dissertação será em torno desta fase do PDP. Já a fase do planejamento do projeto, que segundo Romano (2003) está associada à definição de alguns atributos de projeto como definição do escopo do projeto, cronograma de desenvolvimento, lista de atividades do projeto, equipe de gerenciamento do projeto, entre outros.

A macrofase de processo de projeto, que é composta por quatro fases:

- Projeto informacional: esta fase é destinada à definição das especificações de projeto, que são identificadas a partir das necessidades dos usuários identificadas na fase de planejamento e outras fontes;
- Projeto conceitual: nessa fase as concepções são geradas e selecionadas com base no problema inicial e nas informações levantadas na fase anterior;
- Projeto preliminar: aqui são feitas especificações detalhadas de dimensões, tolerâncias, entre outras características da concepção selecionada na fase anterior, estabelecendo assim, o leiaute final do produto.
- Projeto detalhado: essa fase é destinada à aprovação do protótipo e detalhamento do plano de manufatura do produto, onde tem-se todo o detalhamento das características do produto que será utilizado para o planejamento do processo de fabricação.

A macrofase de implementação, que é destinada à preparação da produção do lote piloto e disponibilização do produto para o consumidor (BACK *et al.*, 2008).

Tendo em vista que esta dissertação irá abordar a fase de planejamento do produto, se faz necessário um maior detalhamento desta fase, que será dada na seção a seguir.

2.2 PLANEJAMENTO DE PRODUTOS

Segundo Back *et al* (2008), o planejamento de produtos, de uma forma geral, busca responder à questão do que será desenvolvido em função das estratégias da organização. A importância do planejamento de produtos reside na necessidade de as organizações atuarem em mercados cada vez mais competitivos. Assim, o planejamento permite prever

futuros desenvolvimentos e antecipar o lançamento de produtos com base em ações estratégicas.

Para Ulrich e Eppinger (2015), o planejamento identifica o portfólio de produtos a serem desenvolvidos pela organização e o momento da sua introdução ao mercado. Segundo os mesmos autores, o processo de planejamento envolve a identificação de uma oportunidade de mercado, avaliação e priorização de projetos e alocação de recursos como tempo, dinheiro, pessoal, entre outros.

Para orientar o processo de planejamento de produtos, Leonel (2006) sistematizou o processo em quatro subfases: exploração de oportunidades, geração de ideias, avaliação e seleção de ideias e caracterização das ideias de produto, como mostra a Figura 2.2.

Figura 2.2 - Etapas do planejamento de produtos.

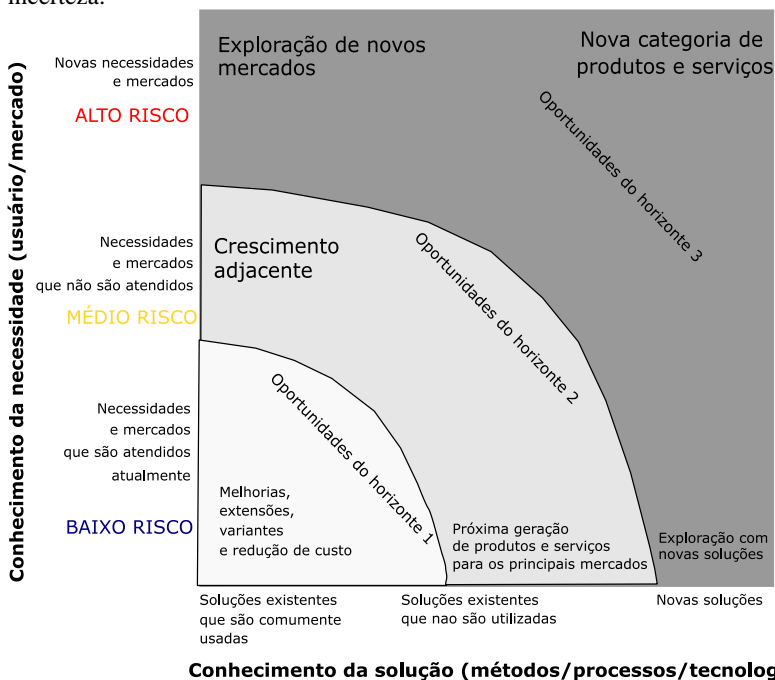


Fonte: Adaptado de Leonel (2006).

A etapa de exploração de oportunidades consiste em explorar e especificar novas oportunidades de acordo com as estratégias da empresa. A etapa de geração de ideias consiste em gerar ideias de novos produtos ou aperfeiçoamento de produtos existentes para o aproveitamento das oportunidades identificadas na etapa anterior. A etapa de avaliação e seleção de ideias consiste em identificar as ideias mais promissoras e com maior chance de sucesso para a atender a oportunidade. E por fim, a etapa de caracterização das ideias de produtos consiste em descrever as ideias selecionadas quanto aos seus atributos e características. Além disso, realiza-se um estudo de viabilidade comercial, econômica e técnica, que determina se a ideia será desenvolvida ou não.

Quanto à exploração de oportunidades, Ulrich e Eppinger (2015) relacionam o grau de conhecimento das necessidades de mercado e o grau de maturidade das soluções, como mostra a Figura 2.3, para estabelecer o risco de diferentes horizontes de planejamento do produto.

Figura 2.3 - Tipos de oportunidade em função do risco e diferentes tipos de incerteza.



Fonte: Adaptado de Ulrich e Eppinger (2015).

Como pode ser observado na Figura 2.3, no primeiro horizonte o campo de oportunidades é de baixo risco, pelo fato de que os produtos e as necessidades já estão bastante consolidadas havendo um grande espaço para melhorias de produtos já existentes. Já no segundo horizonte, as oportunidades são de médio risco por ser um espaço menos conhecido e explorado, uma vez que o conhecimento técnico e de mercado não estão maduros o suficiente. Por fim, o terceiro e último horizonte é caracterizado por oportunidades de alto risco, uma vez que envolve a criação de novos paradigmas no mercado por meio de novos produtos que explorem novos mercados.

Somado a estes riscos, o desafio principal do planejamento de produtos é a definição da ideia do produto, que envolve além da geração de ideias, a seleção da ideia mais promissora, utilizando níveis de informações abstratas que muitas vezes são insuficientes (REINERT, 2013).

O principal resultado desta fase de projeto é a definição da ideia do produto que será desenvolvido, que pode se dar na forma de descrição funcional do produto, descrição dos seus princípios de funcionamento, na forma textual, gráfica ou ambas (BACK et al, 2008).

Dentre as ferramentas e métodos que podem ser utilizados para orientar o planejamento de produtos, o mapeamento tecnológico destaca-se como um dos métodos mais populares para apoiar a gestão estratégica da tecnologia, e devido à sua eficácia, torna-se uma ferramenta importante para a identificação de oportunidades de inovação no mercado (ZHANG et al., 2010; GEUM et al., 2013).

Como visto o mapeamento tecnológico tem se mostrado uma ferramenta eficaz para auxiliar no planejamento de produtos, de modo a levantar informações de mercado e tecnologia para auxiliar na busca de soluções e nas tomadas estratégicas de decisão. Deste modo, a próxima seção detalha esta ferramenta.

2.3 MAPEAMENTO TECNOLÓGICO

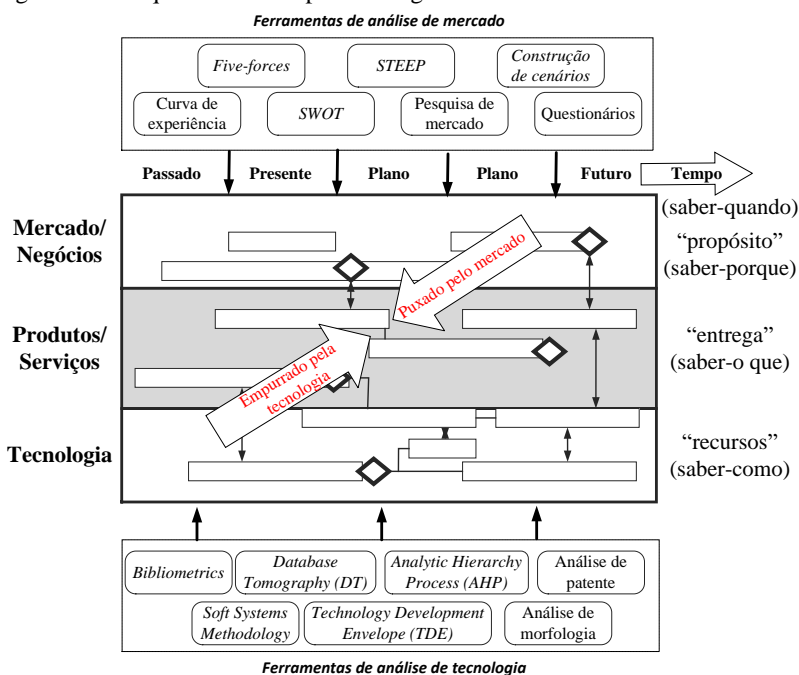
Segundo Silveira (2010) o mapeamento tecnológico tem como objetivo desenvolver um mapa que integra as perspectivas técnicas e de mercado, apresentando uma visão holística do negócio. Além disso, integra diferentes áreas de empresas para refletir sobre como a tecnologia e as informações do mercado podem contribuir para a competitividade da empresa, auxiliando na tomada de decisões estratégicas. Para Ilevbare *et al* (2011), a principal vantagem na sua utilização é a capacidade de antecipar as mudanças tecnológicas e de mercado, permitindo a empresa induzir uma ação estratégica para garantir a sua sobrevivência no mercado.

Dentre os tipos de mapas tecnológicos, o modelo proposto por Phaal, Farrkuh e Probert (2004), apresentado na Figura 2.4, tem sido amplamente utilizado. O mapa consiste de três diferentes camadas referenciadas no tempo, que reflete a evolução e antecipação de mudanças de mercado e tecnologia. Estas camadas são:

- **Mercado/negócios:** representa os direcionadores de mercado e estratégias de negócio da empresa, estando associadas ao propósito da inovação (saber porque). Aqui estão contidas as tendências de mercado monitoradas para o ambiente competitivo da empresa e as metas estratégicas para os produtos

- **Produtos/Serviços:** esta camada representa “o que” será entregue (saber o que) em função da demanda de mercado ou da oferta de tecnologia, que pode ser representada por produtos e serviços.
- **Tecnologia:** esta camada representa o “como fazer” para desenvolver produtos ou serviços (camada intermediária do mapa), estando associada às capacidades existentes ou potenciais como conhecimentos, habilidades, tecnologias e outros recursos para tornar factível o produto ou serviço.

Figura 2.4 - Arquitetura do mapa tecnológico.



Fonte: Adaptado de Ibarra González (2007); Vantan e Gerdsi (2010) e Leonel (2006).

Segundo Silveira (2010) o mapa pode ser construído seguindo duas visões, onde na primeira o produto/serviço é resultado de uma demanda de mercado (puxado pelo mercado). Já a segunda as prospecções de produtos/serviços são advindas de uma oferta da tecnologia (empurrada pelo mercado). As demais setas no modelo genérico ilustrado representam a relação entre informações de mercado/produto (a que mercado o

produto se destina) e tecnologias/produto (que tecnologias serão utilizadas para desenvolver dado produto). A Figura 2.4 também apresenta algumas ferramentas para auxiliar no levantamento das informações de mercado e tecnologia. As definições de cada ferramenta podem ser encontradas nas referências listadas no Quadro 2.1

Quadro 2.1 - Ferramentas de análise de mercado e tecnologia.

Ferramentas	Autores	Ano
Curva de experiência	Willyard, Charles H.; Mcceles, Cheryl W.	1987
<i>Five-forces</i>	<i>Phaal, R.; Farrukh, C.J.P.; Probert, D.R</i>	2005
SWOT	<i>Phaal, R.; Farrukh, C.J.P.; Probert, D.R</i>	2005
STEEP	<i>Phaal, R.; Farrukh, C.J.P.; Probert, D.R</i>	2005
Construção de cenários	Passey, S. J.; Goh, N.; Kil, P.	2006
Questionários	Passey, S. J.; Goh, N.; Kil, P.	2006
Pesquisa de mercado	Leonel, Carlos Eduardo Lozano	2006
Questionários	Geisler, Lisiane.	2011
	<i>Kostoff, R et al.</i>	2005
Database Tomography (DT)	<i>Kostoff, R et al.</i>	2005
Technology Development Envelope (TDE)	Gerdri, N.	2007
Analytic Hierarchy Process (AHP)	Gerdri, Nathasit; Kocaoglu, Dundar F.	2007
Morphology Analysis	Yoon, B.; Phaal, R.; Probert, D.	2007
Patent Analysis	Lee, Sungjoo et al.	2008

A camada produto (camada intermediária), segundo Ibarra González (2015) viabiliza a evolução estratégica da linha de produtos, na qual as equipes de projeto utilizam métodos de criatividade para gerar soluções que atendam às demandas de mercado ou que surgem como oportunidade em função da disponibilidade de uma nova tecnologia. As ferramentas utilizadas para auxiliar o processo de ideação para gerar novas ideias para a camada produto são apresentadas nas sessões que seguem.

2.4 CRIATIVIDADE NO PROCESSO DE IDEAÇÃO

Devido à grande competitividade e a rápida mudança de demanda do mercado, as empresas precisam continuamente inovar e adotar novas tecnologias para se manterem vivas no mercado, e para isso, a criatividade é a chave para atender a estas mudanças (CANIÉLS E RIETZSCHEL, 2015; CLAPHAM, 2003; TOH; MILLER, 2016).

Para Farid *et al* (1993, p.1) a criatividade é descrita como sendo “a consciência, observação, imaginação, conceituação e rearranjo de elementos já existentes para gerar novas ideias”. Já para Dubitzky *et al.* (2012, p.12) a criatividade é a “capacidade gerar ideias que são novas, surpreendentes e com valor para o usuário”. Uma outra definição afirma que a criatividade é a capacidade de realizar um trabalho mental que gere resultado novo e aplicável (PEREIRA, 1999).

No passado, a criatividade era vista como uma característica inata do ser humano, entretanto, atualmente a criatividade é vista como uma construção multifacetada, que é influenciada por diversos fatores que permeiam o meio onde o indivíduo está inserido (CLAPHAM, 2003). Neste aspecto, o processo criativo é descrito por Pertulla (2006) como sendo processo que ocorre em três etapas:

- **Interpretação do problema:** nesta etapa, é feita uma organização mental do problema, realizada de forma subjetiva por meio da *interpretação* do problema
- **Busca por informações:** esta etapa ocorre a *assimilação* das informações que vão orientar e servir de inspiração para a busca soluções.
- **Adaptação das informações:** na etapa de *adaptação* o indivíduo transforma as informações assimiladas adequando-as para atender os requisitos do problema em estudo.

Após estas três etapas o indivíduo consolida a ideia, gerando uma solução que irá atender aos requisitos do problema.

Segundo Gonçalves et al (2014) durante o processo de ideação, a inspiração para geração de ideias criativas pode derivar de duas fontes. A fonte interna, onde residem informações na memória de curto e longo prazo, que podem assumir a forma de imagens mentais e informações textuais por exemplo. Já, a segunda está associada a estímulos externos, que contempla todo o meio em que o projetista está inserido, e que podem

assumir a forma de imagens, textos, imagens e objetos tangíveis (e.g., protótipos físicos).

Desta forma, durante a busca por informações para servir de inspiração, os projetistas utilizam estímulos internos - associado às suas experiências e habilidades- e também estímulos externos como fonte de inspiração, que podem assumir diversas formas (e.g. textos, imagens, sons, entre outros), acrescentando informações de diferentes domínios de conhecimento, que normalmente não poderiam ser acessadas na memória dos projetistas.

A relação entre os estímulos internos e externos se dá, segundo a teoria da estimulação cognitiva, por uma rede de memória associativa (FIALHO, 2011; LINSEY et al, 2006). Esta teoria afirma que as ideias são ativadas por redes semânticas, uma vez que um estímulo externo ativa uma ideia, ela também se propaga ativando ideias e informações com atributos relacionados armazenadas na memória do projetista (estímulo interno).

Para Howard (2008) o processo de geração de ideias criativas é aprimorado quando o indivíduo tem liberdade, acesso a informações e tempo. Entretanto, no ambiente empresarial os projetistas sofrem com limitações de tempo e outros fatores que suprimem estas condições, sendo forçado a gerar ideias em um curto espaço de tempo, o que compromete a qualidade das ideias geradas. Assim, as ferramentas de estímulo à criatividade são necessárias para produzir ideias mais criativas em curtos períodos de tempo.

Além de acrescentar informações, e estimular a geração de ideias nos indivíduos, o uso de estímulos à criatividade em grupos ainda promove o debate entre os membros. Neste aspecto, Blohm et al (2011) acredita que soluções criativas, em grande parte, não são resultado de um único indivíduo, mas sim da interação de diversas pessoas que convergem seus conhecimentos e experiências. Corroborando com esta afirmação, Milliken, Bartel e Kurtzberg (2003) afirma que quando em grupos, os indivíduos tendem a debater em decorrência de possuírem pensamentos divergentes, o que aumenta o compartilhamento de informações, contribuindo para a geração ideias mais criativas. Desta forma, Paulus e Yang (2000) afirmam que, sob condições corretas, a troca de informações que ocorre nos grupos se mostra um meio importante para aumento da criatividade e inovação dentro das organizações.

Como visto, o uso de ferramentas e métodos para estimular a criatividade se torna indispensável, uma vez que a demanda de inovação em um curto espaço de tempo se faz necessário para as empresas se

manterem competitivas no mercado. Tendo em vista estes aspectos, a próxima sessão apresenta alguns métodos de criatividade.

2.4.1 Métodos de criatividade

Para Back et al. (2008) os métodos de criatividade podem ser divididos em duas categorias, que são: (i) métodos intuitivos e (ii) métodos sistemáticos. Os métodos intuitivos são baseados em teorias psicológicas da criatividade e são recomendados para problemas que envolvam baixa complexidade. Já os métodos sistemáticos são aqueles que obedecem uma sequência lógica de atividades, e, devido a sua forma sistematizada, permite o desdobramento de problemas complexos em problemas mais simples, aumentando a probabilidade de se encontrar melhores soluções (BACK et al, 2008; FERNANDES, 2016).

Dentre os métodos existentes, Fernandes (2016) apresenta os mais utilizados e citados nas principais bibliografias, que são apresentados no Quadro 2.2.

Quadro 2.2 - Métodos de criatividade intuitivos e sistemáticos para geração de ideias.

Métodos Intuitivos	Descrição
Brainstorming	Neste método, são realizadas reuniões com um grupo de pessoas, onde recomenda-se um total de 5 a 10 pessoas. O objetivo deste método é desenvolver a maior quantidade de ideias durante as reuniões. Além disso, recomenda-se a formação de grupos multidisciplinares para promover o compartilhamento de conhecimento de diferentes domínios de conhecimento.
Brainwriting (635)	Baseado no Brainstorming, este método considera que, se somente algumas poucas ideias são desenvolvidas com maior intensidade, as soluções desenvolvidas tendem a ser melhores e mais elaboradas. Neste método, após a familiarização com o problema, os seis (6) participantes elaboram três (3) soluções, e passam para o participante vizinho. que irá gerar três soluções em um intervalo de tempo de cinco minutos (5).
Synetics	Este método, composto de sete passos, é baseado em analogias, e leva este nome por combinar diferentes elementos de criatividade (analogias, pensamento divergente, tentativa e erro, incubação).
Analogias	Utiliza novas perspectivas para resolução de problemas por meio da associação com figuras, palavras, objetos, animais e plantas, relacionando soluções de diferentes domínios de conhecimento ao problema em análise.

Métodos Sistemáticos	Descrição
Análise de valor	Aplicado a produtos já existentes, visa a redução de custos do produto sem que haja redução na qualidade. A análise é auxiliada por uma lista de questões evocativas formuladas para estimular a identificação de fontes de melhoria; e.g. o produto pode ser decomposto em partes mais simples.
Matriz morfológica	Consiste no desdobramento do problema principal em partes mais simples, na determinação dos princípios de solução para cada uma das partes, na combinação das diferentes soluções para as diferentes partes e, finalmente, na escolha da melhor combinação de soluções
TRIZ	Teoria para a resolução de problemas que abrange uma variedade de métodos. Um desses métodos se baseia na resolução de contradições (e.g. alta resistência versus o baixo peso), onde soluções são estimuladas por 40 princípios inventivos.

Fonte: Fernandes (2016).

Entretanto, apesar da existência de diversos métodos, Pahl et al (2007) destacam que, por si só, a utilização de um único método nas sessões de ideação não é o suficiente para gerar boas soluções. Os mesmos autores defendem o uso combinado destes métodos como forma de potencializar a geração de ideias, permitindo às equipes de projeto desenvolverem soluções criativas, exemplificando o uso do método de brainstorming em juntamente com o uso de analogias.

Dentre os métodos intuitivos, o brainstorming tradicional ainda é o método mais utilizado na indústria para promover a inovação (HOWARD; DEKONICK; CULLEY, 2010). Entretanto, para Kohn e Smith (2010) o brainstorming poder ter seu desempenho comprometido pela fixação funcional dos indivíduos, que se manifesta reduzindo a variedade de domínios de conhecimento explorados para gerar soluções, e consequentemente reduzindo a variedade de ideias e a quantidade de ideias produzidas. Em linhas gerais, a fixação funcional leva à geração de ideias pouco criativas.

Para Linsey et al (2006) o uso de analogias externas é fundamental para o desenvolvimento de soluções inovadoras, permitindo os projetistas identificarem soluções análogas não-óbvias mesmo nos casos em que o mapeamento entre conceitos é tênue e/ou os conceitos ocupam diferentes domínios de conhecimento.

Segundo Alipour et al (2017) a analogia pode ser compreendida com um processo, onde o indivíduo utiliza informações de um

determinado domínio de conhecimento (estímulo) para resolver um problema de outro domínio de conhecimento, a partir da identificação de similaridades entre estes domínios.

Entretanto, o simples acesso à informação não garante seu uso como fonte de inspiração. É preciso também, que o projetista consiga assimilar e adaptar essas informações ao contexto do problema para que seja efetivamente utilizada como fonte de analogia (PERTULLA, 2006; GOLDSCHMIDT E SERVER, 2010).

Assim, a habilidade de gerar ideias perante à estímulo externo está associada à capacidade do projetista em assimilar e abstrair as informações, ou seja, criar um conceito geral, e então adaptá-lo para o contexto do problema. Neste caso, a assimilação e adaptação é condicionada à interação de dois fatores.

Um dos fatores é o nível de experiência do projetista. De tal modo que, projetistas mais experientes conseguem processar informações a um nível mais alto de abstração, tendo maior facilidade para assimilar e adaptar informações, devido ao conhecimento agregado de experiências passadas (SIO; KOTOVSKY, 2015. SIO; CAGAN; 2015; CASAKIN; GOLDSCHMIDT; 1999).

O segundo fator é condicionado à forma como as informações são apresentadas, que determinará quanto esforço cognitivo será necessário para assimilar e adaptar as informações. Para reduzir o esforço cognitivo neste processo, Linsey et al (2006) recomenda o uso diferentes formas de representação, como por exemplo o uso combinado de descrições textuais e imagens de exemplo que se complementam entre si (BOHM, 2005; LINSEY et al, 2006; YLMAZ et al, 2016, KIM, 2015). Para Ware (2010) informações textuais facilitam a compreensão de relações abstratas, e deve ser utilizada para complementar informações visuais permitindo maior compreensão da informação.

Desta forma, no desenvolvimento de ferramentas de analogia, o uso de representações de informações complementares, como textuais e visuais, é importante para garantir a efetividade da ferramenta enquanto fonte de inspiração, minimizando os efeitos decorrentes do grau de experiência dos projetistas (LINSEY et al, 2006).

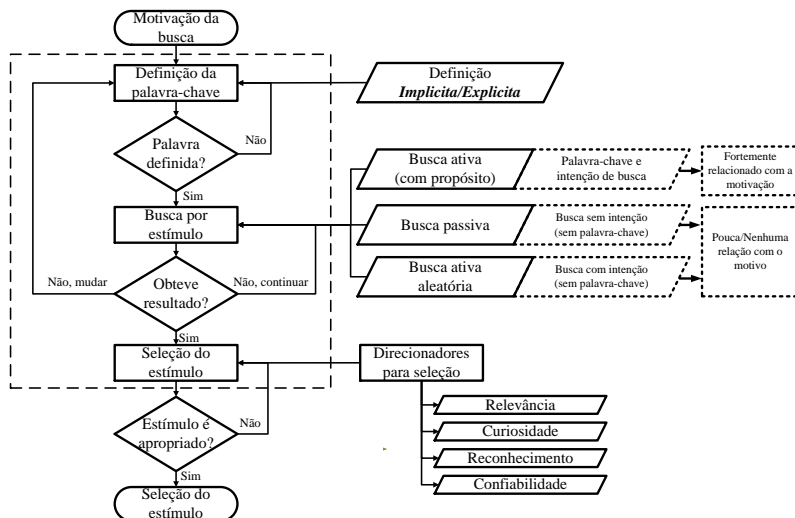
2.4.1.1 Método para busca por estímulos

A seleção de informações para comporem estímulos externos é modelada por Gonçalves, Cardoso e Badke-Schaub (2016), apresentado na Figura 2.5. O processo inicia por uma motivação, ou seja, o motivo para o qual a busca está sendo feita, que pode ser compreendida como um

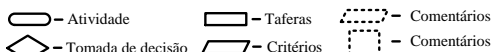
problema de desenvolvimento, neste caso, desenvolver estimuladores de projeto universal.

Figura 2.5 - Estrutura lógica para busca de informações para inspiração.

Busca de informações para inspiração



Legenda:



Fonte: adaptado de Gonçalves et al (2016).

Como visto na Figura 2.5, o primeiro passo consiste em definir a palavra-chave que vai orientar a busca por informações em material bibliográfico ou em conteúdo da internet. Segundo os mesmos autores, a definição da palavra-chave, que pode ser definida de forma implícita ou explícita, direciona quais as informações serão encontradas.

Uma vez definida a palavra-chave, a próxima atividade consiste em realizar efetivamente a busca por informações que poderão servir de estímulo à criatividade. Segundo o autor, a busca pode ser realizada segundo três tipologias.

A primeira tipologia, chamada de “busca ativa com propósito”, é intencional e utiliza a palavra chave e a intenção da busca, direcionando para conteúdos fortemente relacionados problema de desenvolvimento. Este tipo de busca resulta em informações específicas para o contexto do problema. Como exemplo hipotético, em um problema que consiste em

desenvolver um sistema para descascar frutas de forma mais confortável, poderia-se utilizar por exemplo palavras chave como “*cortar*”, “*remover*” para buscar informações em materiais bibliográficos associados a ergonomia, fatores humanos, que estão relacionados com conforto. Deste modo a busca retornaria informações específicas sobre formas de remover, ou cortar objetos confortavelmente.

A segunda tipologia, chamada de “busca passiva” não utiliza uma palavra chave específica para orientar a pesquisa por informações, além de não possuir intenção de busca. Como resultado, neste tipo de busca não se tem controle sobre os resultados obtidos, isto é, o conteúdo das informações apresentadas, que podem ou não ter relação com o contexto do problema. Seguindo o exemplo citado anteriormente, neste tipo de busca não seriam definidas palavras chave específicas ou representativas do problema. Neste caso, a busca não seria direcionada para informações sobre como cortar ou remover partes de objetos, e sim informações de diversos domínios de conhecimento. Por não possuir intenção de busca, a seleção das informações para estímulo (próxima atividade do método) seria feita de forma inconsciente.

A terceira tipologia, chamada de “busca aleatória”, é caracterizada por não utilizar uma palavra-chave específica para orientar a pesquisa (semelhante à busca passiva), porém existe uma intenção de busca (semelhante à busca ativa). Neste caso, os resultados da busca por informações seriam semelhantes àqueles obtidos com a busca passiva. Entretanto, como existe uma intenção de busca, a seleção das informações de estímulo, que é tratada na próxima atividade, é influenciada de modo que são selecionadas aquelas que atendem à intenção de busca.

Seguindo o sequenciamento de atividades apresentada por Gonçalves et al (2016), as informações obtidas são selecionadas com base na escolha de direcionadores para seleção das melhores informações, que podem ser:

- **Relevância:** levam a informações mais importantes e adequadas para solucionar o problema de desenvolvimento, que tem grande potencial contributivo para problema de desenvolvimento.

- **Reconhecimento:** leva a informações já conhecidas, familiares. Neste caso, o reconhecimento é independente do contexto do problema de desenvolvimento, e leva a informações irrelevantes para a solução. Ou seja, o fato de uma informação ser já familiar, não significa que ela seja de relevante contribuição.

-Curiosidade: geralmente leva a informações pouco relacionadas com a motivação, que são consideradas mais difíceis de assimilar e adaptar ao contexto do problema.

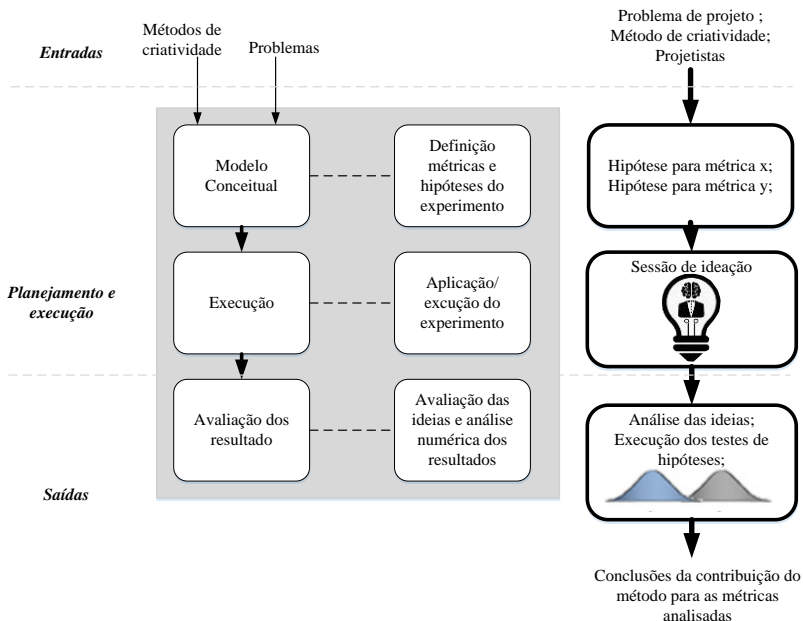
-Confiabilidade: neste caso, informações confiáveis são aquelas que possuem maior credibilidade, e são formalmente apresentadas. A informação formal, segundo Hicks et al (2002), é um elemento de informação que fornece um contexto e possui estrutura, ou um foco, para que os indivíduos expostos a ela possam inferir o mesmo conhecimento, como educação formal, onde o conteúdo e a ordem são prescritos. Para isso, a educação formal é estruturada e suficientemente decomposta para descrever toda a informação necessária, que inclui fatos e relações, sobre os quais se baseia o conhecimento inferido. Tipicamente, na engenharia, estes podem ser documentos formais ou materiais publicados em meio eletrônico ou físico.

2.4.2 Avaliação da criatividade em processos de ideação

A contribuição dos estímulos abordados anteriormente no processo criativo se dá por meio da avaliação das ideias e conceitos gerados durante as sessões de ideação. Para isso, Rodriguez et al (2011) propõe um modelo de experimentos para criatividade composto de três etapas, conforme apresentado na Figura 2.6:

1. **Modelo conceitual:** esta etapa consiste na definição das métricas e hipóteses do experimento. Para isso, tem-se como informações de entrada os problemas de projeto para os quais será feita a busca por soluções utilizando os métodos de criatividade a serem avaliados.
2. **Execução do experimento:** nesta etapa é realizada a execução do experimento, que consistem nas sessões de ideação onde tem-se a geração de ideias utilizando os métodos de criatividade e os problemas de projeto.
3. **Avaliação dos resultados:** nesta etapa as saídas (ideias geradas) são avaliadas utilizando testes estatísticos para avaliar as hipóteses de modo a comprar o desempenho dos métodos de criatividade quanto às métricas definidas.

Figura 2.6 - Modelo de experimento.



Fonte: adaptado de Rodriguez (2011).

As hipóteses são definidas em função das métricas, que definem “*O que deve ser mensurado*” (RODRIGUEZ et al, 2011; SHAH et al, 2000). Este “*o que*” remete à identificação de características presentes nas ideias de produtos, que demonstram a ocorrência do processo criativo perante a utilização de determinado método para solucionar determinado tipo de problema.

De acordo com Alipour et al (2017) as métricas para avaliar o desempenho de métodos de criatividade são caracterizadas em:

- **Quantidade:** é mensurada pelo total de ideias geradas durante a execução do método de criatividade escolhido. De acordo com A Nijstad, Stroebe e Lodewijkx (2002), quando na presença de estímulos externos, o número de ideias geradas tende a ser maior devido ao acréscimo de informações para solução do problema. Para Dean et al (2006) esta métrica deve ser considerada pois a maior quantidade de ideias aumenta a chance da ocorrência de boas ideias adequadas para resolver o problema de projeto.

- **Qualidade:** segundo Alipour et al (2017) e Howard (2008) a qualidade das ideias geradas depende da natureza da pesquisa, uma vez que está relacionada à relevância da ideia para o problema em questão. Neste âmbito, Rodriguez et al (2011) afirma que estas variáveis devem refletir o objetivo da pesquisa (i.e., o que deve ser alcançado em função do uso da ferramenta). Segundo Dean et al (2006) uma ideia de qualidade é uma solução que irá resolver o problema, independentemente da sua novidade.
- **Novidade:** é avaliada pelas características das ideias geradas. Para os mesmos autores, neste processo avalia-se o quão novas e inesperadas são as características presentes nas ideias em comparação com outras ideias, ou até mesmo com um produto já existente. Desta forma, a medida que a ideia incorpora mais características novas e inesperadas, maior sua novidade.
- **Variedade:** a *variedade*, segundo Shah, Hernandez e Smith (2003) é medida pelo espaço explorado para busca de soluções durante a geração de ideias. Neste caso, a geração de ideias semelhantes indica baixa variedade, o que reduz a chance de se encontrar melhores ideias em outras áreas de solução.

Uma outra métrica, sugerida por Sarkar e Chakrabarti (2011) e Howard, Dekonick e Culley (2010) é a utilidade, que pode ser avaliada pelo número de funções que a ideia possui. Para Sarkar e Chakrabarti (2011) uma maior quantidade de funções no produto proporciona maior valor agregado para o consumidor.

Para julgar ideias quanto à métricas abordando qualidade, novidade e variedade, que envolvam análise subjetiva das características das soluções, é utilizado o método a avaliação de painel de especialistas (CARDOSO, SCHAUB; 2011; ALIPOUR et al, 2007, SARKAR; CHAKRABARTI, 2008). Neste método, as ideias a serem avaliadas são apresentadas a cada especialista, que fazem a avaliação da ideia de forma independente um do outro (BAER; MOCKOOL, 2014). Os especialistas devem julgar, com base em seus conhecimentos e experiências passadas, como a ideia e suas características se adequam às métricas de avaliação pré-estabelecidas.

2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo foram apresentados os conceitos que se inserem no contexto da pesquisa, explicitando as etapas do processo de desenvolvimento de produtos e os principais tópicos relacionados ao planejamento de produtos. A abordagem dos conteúdos de criatividade, desde os seus métodos até o processo de avaliação das ideias geradas, sendo importante para o contexto em que esta pesquisa está inserida, de modo a obter os conhecimentos necessários para suportar o desenvolvimento de uma ferramenta de estímulo para o uso em sessões de ideação, assim como medir a sua eficácia.

Dentro do processo de desenvolvimento de produtos, o mapeamento tecnológico se mostra uma ferramenta importante para auxiliar na tomada de decisões estratégicas da empresa. Como visto, o mapa tecnológico resulta de um processo de levantamento e mapeamento de informações de mercado e tecnologia, distribuídas em camadas ao longo do tempo. Sua estrutura permite alinhar as ideias de linhas de produtos com as estratégias, negócio e tendências de mercado e tecnologia.

Entretanto, o mapeamento tecnológico por si só não é o suficiente para garantir o sucesso das empresas. Como visto, para as empresas se manterem competitivas, além do planejamento, é fundamental a busca pelo desenvolvimento de produtos inovadores que atendam e superem às expectativas dos usuários. Deste modo, a lacuna a ser preenchida por esta pesquisa é promover a geração de ideias inovadoras e universais apoiado pelo método de criatividade de inspiradores baseados nos princípios de projeto universal.

Neste aspecto, os propósitos da sistemática de planejamento e da ferramenta de criatividade baseada nos princípios de projeto universal são auxiliar na inovação e no processo de obtenção de ideias de produtos universais, de modo a preencher a camada produto do mapa tecnológico, priorizando a qualidade de utilidade das ideias geradas.

Dentre os métodos de criatividade, os mais favoráveis para promover a inovação estão relacionados com a analogia, que acrescentam informações para solucionar o problema, e aqueles que usam o trabalho em grupo de modo a aumentar a troca de informações entre os membros da equipe. Quanto às ferramentas de analogia, o uso combinado de representações como textos e imagens de exemplo favorecem o processo de assimilação das informações, influenciando de forma benéfica para o processo de criação das ideias.

A avaliação da performance dos métodos de criatividade se dá por meio avaliação e comparação das saídas entre os métodos utilizados. Para avaliar as saídas, a literatura indica métricas de avaliação de modo a quantificar os atributos presentes nas ideias geradas.

Aspectos relacionados ao planejamento de produtos, mapeamento tecnológico e a criatividade no processo de ideação aqui abordados serão considerados no desenvolvimento da sistemática proposta para o planejamento de produtos orientado pela inspiração nos conteúdos de projeto universal. O próximo capítulo aborda assuntos específicos relacionados aos conceitos e princípios de projeto universal, assim com seus métodos e ferramentas de projeto.

3 PROJETO UNIVERSAL

Neste capítulo é apresentada uma revisão da literatura sobre projeto universal, seu histórico, seus princípios, métodos já existentes para aplicação do conceito no desenvolvimento de produtos. Por fim, são apresentadas as considerações finais.

3.1 PROJETO UNIVERSAL: UMA VISÃO GERAL DO CONCEITO

Após o fim da II guerra mundial, o número exacerbado de soldados que retornaram da guerra com ferimentos incapacitantes mudou o panorama social mundial. Com o aumento do número de pessoas com deficiências, os direitos e as necessidades dessas pessoas, assim como o dos idosos, vieram à tona, pressionando os países a criarem legislações de acessibilidade para garantir os direitos iguais e antidiscriminatório (GASSMANN; REEPMEYER,2008).

Estes movimentos sociais ganharam força no final do século XX, e acabaram pressionando as indústrias a atenderem a essa demanda por meio de produtos, serviços e ambientes mais acessíveis. Já no início deste movimento, as pessoas com deficiências começaram a ter acesso significativo em edifícios, programas e serviços. Porém, em muitos casos, esse acesso se dava por recursos e componentes especiais, o que acabava gerando estigmatização da sociedade com deficiência em relação aos demais usuários. Além disso, os produtos destinados a este tipo de usuário eram designados como “produtos para deficientes”, que além de pouco atrativos esteticamente, possuíam custo elevado e identificava preconceito.

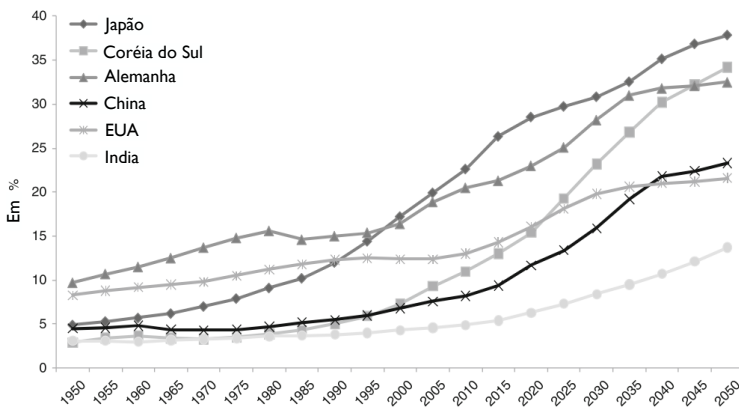
Com o objetivo de eliminar esta estigmatização e promover a inclusão e igualdade social surgiu o conceito de Projeto Universal. O Projeto Universal foi introduzido pelo arquiteto Ronald Mace em 1985, nos Estados Unidos, e consiste em uma filosofia que se refere “ao desenvolvimento de produtos e ambientes que possam ser utilizados por todas as pessoas, sem qualquer necessidade de adaptação”.

Uma outra definição mais recente, é dada por Steinfeld e Maisel (2012), que definem o projeto universal como sendo “um processo que permite e capacita uma população diversificada, melhorando seu desempenho, bem-estar, saúde e participação social”. Desta forma, produtos criados com o conceito de projeto universal levam em

consideração as necessidades e requisitos de todos os seus possíveis usuários, sejam eles totalmente hábeis em suas capacidades ou não.

Atualmente, em função do aumento da expectativa de vida e a redução das taxas de natalidade em todo o mundo, aumentarão significativamente a proporção de idoso. Esta tendência é apresentada na Figura 3.1, que mostra a estimativa de pessoas acima de 65 anos em alguns países do oriente e ocidente, e a porcentagem que esta faixa etária irá representar futuramente em relação à população total de cada país (KOHLBACHER; HERSTATT, 2011). Em função desta mudança demográfica, a demanda por produtos universais tem se mostrado crescente (CLARKSON et al., 2007)

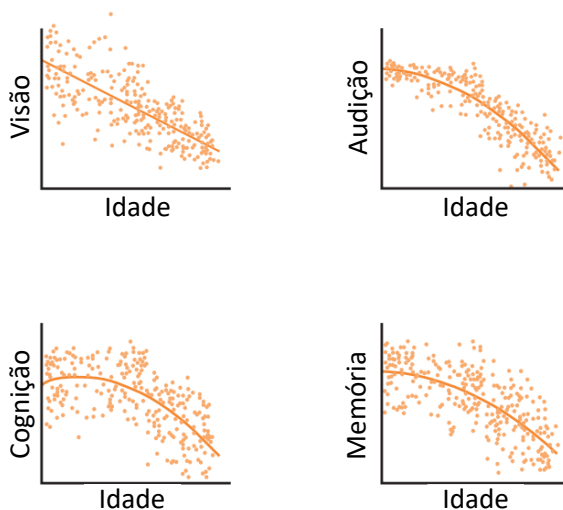
Figura 3.1 - Percentagem da população acima de 65 anos.



Fonte: Kohlbacher e Herstatt (2011).

A Organização Mundial de Saúde (2011) afirmam que o envelhecimento global tem uma grande influência nas tendências de deficiência. Segundo o mesmo autor, em função do envelhecimento, as capacidades cognitivas, motoras e sensoriais são reduzidas, que por consequência dificulta a execução de tarefas diárias e também o uso de produtos normalmente utilizados por pessoas totalmente hábeis em suas capacidades. A Figura 3.2 ilustra o comportamento das capacidades sensoriais e cognitivas do ser humano à medida que as pessoas vão envelhecendo.

Figura 3.2 - Comportamento das capacidades cognitivas e sensoriais ao longo da vida.

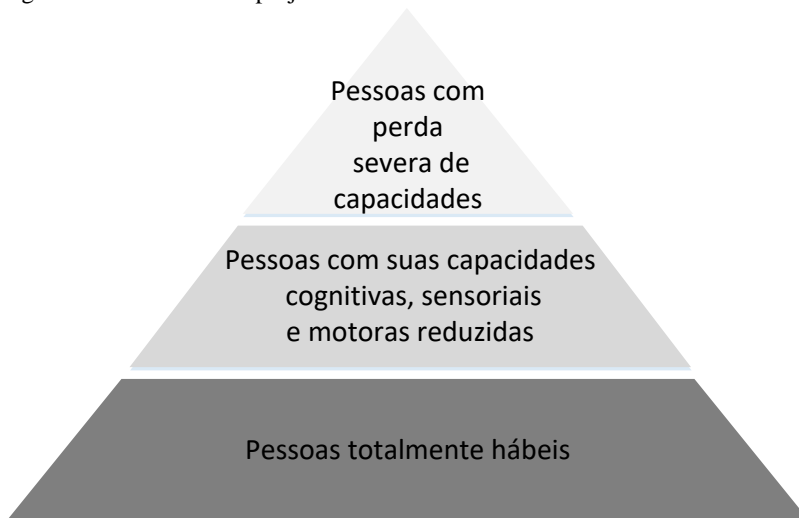


Fonte: Adaptado de Clarkson *et al.*, 2007.

Para Evastina (2009), as empresas perdem a oportunidade de aumentar as suas vendas por não considerar estes usuários como potenciais clientes, que já é cerca de 15% da população no hemisfério ocidental, e que tendem a aumentar devido à mudança demográfica. Segundo Gassman e Reepmeyer (2008) muitas empresas têm fracassado ao desenvolver produtos somente com o foco nas pessoas idosas, tendo em vista que os idosos se sentem estigmatizados ao utilizar estes produtos.

Para identificar os usuários que são beneficiados pelo uso dos produtos universais, Goldsmith (2007) criou a *pirâmide do projeto universal*, apresentada na Figura 3.3. Como visto, a base da pirâmide é representada pelos usuários totalmente hábeis, a camada intermediária representa pessoas com limitações em suas capacidades, seja ela temporária ou permanente (e.g., idosos). E, por fim, a última camada representa pessoas com deficiência severa, geralmente precisam de outra pessoa para ajudar na execução das tarefas diárias.

Figura 3.3 - Pirâmide do projeto universal.



Fonte: Adaptado de Goldsmith (2007).

Neste aspecto, o projeto universal possui uma abordagem *bottom-up*, considerando inicialmente usuários da base (i.e., totalmente hábeis), buscando incluir o máximo de usuários possíveis no uso do produto (i.e., camada intermediária e superior da pirâmide (ELTON; NICOLLE; 2009). Entretanto, a limitação do projeto universal está na dificuldade de atender às pessoas situadas no topo da pirâmide, devido à severidade de suas limitações (ELTON; NICOLLE; 2015).

Assim, produtos universais não substituem produtos de tecnologias assistivas¹, cujo objetivo é atender a necessidades mais específicas em função de perdas severas de capacidade (e.g., cadeira de rodas, aparelhos auditivos). Desta forma, o projeto universal considera no desenvolvimento de produtos que pessoas que utilizam tecnologias assistivas consigam utilizar produtos de forma igualitária (e.x., um usuário com cadeira de rodas consiga utilizar uma geladeira da mesma forma que uma pessoa que não utilize cadeira de rodas).

¹Segundo USA (2004) tecnologia assistiva é qualquer item, peça de equipamento ou sistema de produto que seja adquirido comercialmente, modificado ou personalizado para aumentar, manter ou melhorar os recursos funcionais de pessoas com deficiências.

Entretanto, apesar de possuir diversas vantagens do ponto de vista social e financeiro para as empresas, este conceito tem sido pouco aplicado pelas indústrias de um modo geral. Para Newell e Gregor (2002) uma das grandes barreiras para a aplicação deste conceito é a ambição de projetar para todos, que acaba desencorajando os projetistas, uma vez que o produto pode se tornar muito complexo em função das diferentes necessidades dos usuários.

Da mesma forma, ao abordar Projeto Universal, Lenker *et al* (2011) criticam a forma como o conceito é tratado, afirmando que os recursos utilizados para implementação do conceito não são consistentes, além da própria terminologia para definir o conceito é imprecisa. Os mesmos autores destacam que estes problemas criam confusão, frustração e desentendimento entre os desenvolvedores de produtos.

Associado à complexidade inerente do conceito de projeto universal, os produtos caracterizados como produtos universais não explicitam quais são seus atributos e funcionalidades que o tornam universal, o que dificulta a replicação destes atributos e funcionalidades para outros produtos. Para Story (1998), produtos universais projetados com sucesso não chamam atenção quanto à suas características universais, a não ser a sua maior facilidade de uso, que segundo o mesmo autor é o propósito de utilizar o conceito de projeto universal no desenvolvimento de produtos.

Na Figura 3.4 pode-se observar dois exemplos de produtos universais, segundo Null (2014). No primeiro exemplo tem-se um aspirador de pó, que apresenta alguns recursos como cabo mais largo e LED para iluminação. Já no segundo exemplo tem-se uma banheira, com assento no interior, e uma barra de apoio. No entanto, nota-se que não há características claras que caracterizem o produto como sendo universal, uma vez que se trata apenas de descrições de recursos que o produto oferece para o usuário.

Figura 3.4 – Exemplos de produtos universais



Aspirador de pó Panasonic®

- Cabo mais longo para facilitar o manuseio
- Sensores que indicam onde tem poeira
- LED para que possa ser utilizado em lugares mais escuros e facilite a identificação da sujeira
- Um botão para remover o bico, com um simples aperto ou até mesmo com o pé



ARJO® Freedom Bath

- Acesso frontal
- Vista do assento quando aberta
- Barra de apoio
- Chuveiro de mão
- Painel de controle posicionados para acesso conveniente tanto para cuidador quanto para banhista independente.

Fonte: adaptado de Null (2014) e Panasonic (2014)

Com o intuito de tornar mais claro o objetivo do conceito e facilitar a sua aplicação no desenvolvimento de produtos e ambientes, Connel et al. (1997) criaram sete princípios de projeto universal que servem de diretrizes para incorporação do conceito nos produtos e ambientes. Na seção seguinte estes princípios serão detalhados.

3.2 PRINCÍPIOS DE PROJETO UNIVERSAL

O movimento para definição dos princípios de projeto universal se deu início em meados da década de 90 (STORY, 1998). Segundo o mesmo autor, para defini-los, um grupo multidisciplinar de profissionais do Centro de Projeto Universal conduziu uma série de avaliações de produtos e ambientes, que envolveram visitas, grupos focais, observações e entrevistas pessoais. Estas avaliações foram feitas buscando determinar características ótimas de desempenho e recursos que tornavam produtos e ambientes utilizáveis pela maior diversidade possível de pessoas.

As informações coletadas durante este processo foram organizadas em sete princípios (STORY, 1998). Cada um contém um nome, caracterizado por ser conciso e de fácil memorização, uma declaração do conceito-chave incorporado ao princípio, onde é explicitado o principal objetivo do princípio para o projeto. Por fim, cada princípio contém diretrizes, que são elementos chave que dever estar presentes nas concepções desenvolvidas.

Os princípios, descritos por Connel *et al* (1997) são apresentados no Quadro 3.1.

Quadro 3.1 - Princípios de projeto universal.

<p>Uso equitativo: O produto deve ser útil e comercializável às pessoas diferentes tipos de habilidades.</p> <p>Diretrizes:</p> <ul style="list-style-type: none"> A. Fornecer os mesmos meios de utilização para todos os usuários: idêntico sempre que possível ou equivalente quando não. B. Evitar segregar ou estigmatizar quaisquer usuários. C. Promover igualmente a todos os usuários privacidade, segurança e proteção. D. Oferecer um design atraente para todos os usuários.
<p>Flexibilidade no uso: O produto deve acomodar uma ampla gama de habilidades e preferências individuais.</p> <p>Diretrizes:</p> <ul style="list-style-type: none"> A. Oferecer a possibilidade de escolha de métodos de utilização. B. Oferecer a possibilidade do uso por pessoas destros ou canhotas. C. Possibilitar a precisão e acurácia do usuário. D. Oferecer a capacidade de adaptação ao ritmo do usuário
<p>Uso simples e intuitivo: O uso do produto deve ser fácil de entender, independentemente da experiência, conhecimento, competências linguísticas ou nível de concentração atual do usuário.</p> <p>Diretrizes:</p> <ul style="list-style-type: none"> A. Eliminar a complexidade desnecessária. B. Oferecer consistência com a intuição e as expectativas dos usuários. C. Acomodar uma ampla gama de competências linguísticas e alfabetização. D. Organizar as informações em consistência com a sua importância. E. Fornecer mensagens eficazes de aviso e de informação, durante e após a conclusão da tarefa.

<p>Informação perceptível: O produto deve comunicar os usuários todas as informações necessárias de forma efetiva, independentemente das suas condições ambientais ou habilidades sensoriais.</p> <p>Diretrizes:</p> <ul style="list-style-type: none"> A. Usar diferentes modos (pictórica, verbal, tátil) para apresentação redundante de informações essenciais. B. Fornecer uma diferenciação adequada entre informações essenciais e acessórias. C. Maximizar a legibilidade de informações essenciais. D. Diferenciar elementos de maneira que possam ser facilmente assimilados. E. Fornecer compatibilidade com uma variedade de técnicas ou dispositivos utilizados por pessoas com limitações sensoriais.
<p>Tolerância ao erro: O produto deve minimizar os riscos e as consequências adversas de ações acidentais ou não intencionais.</p> <p>Diretrizes:</p> <ul style="list-style-type: none"> A. Organizar elementos para minimizar erros e riscos: os elementos mais usados, mais acessíveis; elementos perigosos eliminados, isolados ou blindados. B. Fornecer avisos quanto aos erros e aos riscos. C. Fornecer recursos à prova de erros. D. Evitar ações inconscientes em tarefas que exigem maior atenção e vigilância.
<p>Esforço físico reduzido: O produto deve ser usado eficiente e confortavelmente, com um mínimo de fadiga.</p> <p>Diretrizes:</p> <ul style="list-style-type: none"> A. Permitir que o usuário mantenha uma posição corporal neutra. B. Racionalizar a força necessária para sua operação. C. Minimizar ações repetitivas. D. Minimizar o esforço físico permanente.
<p>Tamanho e espaço para uso: Oferecer espaço e tamanho apropriados para aproximação, alcance, manipulação e uso independente do tamanho do corpo, postura ou mobilidade do usuário.</p> <p>Diretrizes:</p> <ul style="list-style-type: none"> A. Oferecer uma linha clara de visão dos elementos mais importantes para qualquer usuário, esteja ele sentado ou de pé. B. Oferecer o alcance a todos os elementos de maneira confortável para qualquer usuário, esteja ele sentado ou em pé. C. Acomodar variações de mão e punho. D. Fornecer espaço adequado para o uso de dispositivos de auxílio ou assistência pessoal.

Fonte: Connel *et al* (1997)

Entretanto, como visto, os princípios de projeto universal, assim como suas diretrizes, utilizam informações generalistas, o que dificulta sua aplicação (MUSTAQUIM, 2015; BEECHER; PAQUET, 2008; LAW

et al., 2007). Além disso, alguns princípios como “Uso simples e intuitivo” se mostram ambíguos, sendo que as mesmas diretrizes são utilizadas para orientar a incorporação do “uso simples” e “uso intuitivo” nas soluções.

Ao analisar os princípios de projeto universal, Mustaquim (2015) critica a falta de clareza dos princípios. Para o mesmo autor, aparenta que os princípios não foram criados no meio acadêmico, e sim derivados e padronizados a partir de experiências práticas, o que de fato é verdade, como visto anteriormente. O autor afirma que a falta de pesquisas acadêmicas nesta área, deixou um grande espaço para má interpretações de como o projeto universal deve ser aplicado. Apesar disso, o autor acredita ser uma área de pesquisa vital, a qual são necessários mais estudos para aprofundar o conhecimento.

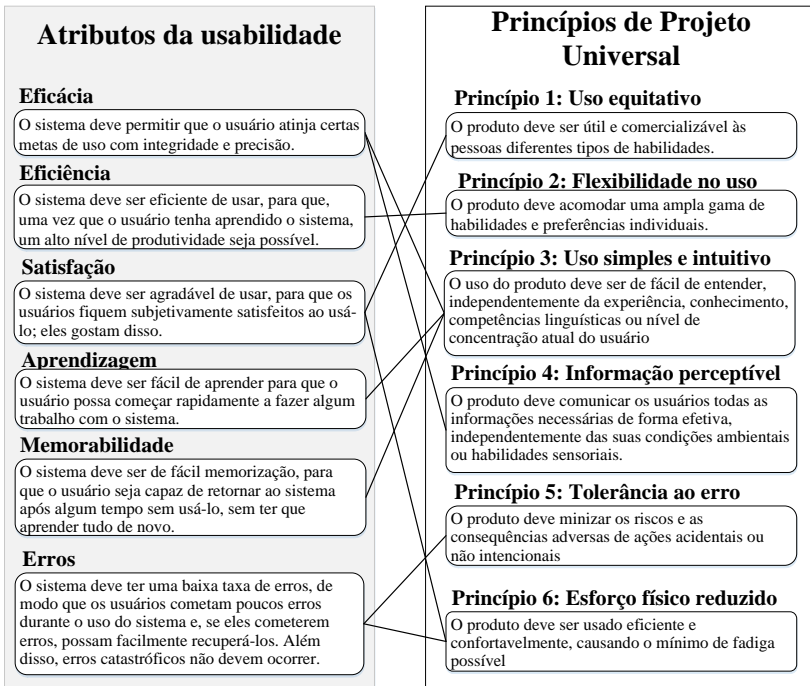
Steinfeld e Maisel (2012) acreditam que, para atender às demandas de acessibilidade no futuro, os princípios de projeto universal devem ter suporte de evidências ligadas a um corpo de conhecimentos e consenso sobre as melhores práticas de projeto. Os princípios devem conter objetivos, que definem o escopo total do princípio, as diretrizes devem fornecer critérios para o projeto de produtos, e as estratégias devem sugerir abordagens para atender às diretrizes, apresentando precedentes de aplicações práticas (i.e. soluções concretas, idealmente com informações gráficas).

A utilização dos princípios de projeto universal no desenvolvimento de produtos consiste em orientar a geração de soluções com atributos que promovam maior acessibilidade, melhor usabilidade e utilidade para o usuário (STEINFELD, MAISEL; 2012; NULL, 2014). Para Clarkson, Waller e Cardoso (2015) e Keates e Clarkson (2001), a utilidade do produto universal é um critério importante que pode determinar o sucesso ou fracasso de um produto. Segundo o mesmo autor, a utilidade pode ser entendida como uma medida em que a funcionalidade do produto oferece benefícios para o usuário e para a sociedade.

A usabilidade, é tida como uma dimensão crítica da qualidade, não só de produtos universais, mas de todos produtos de engenharia. Segundo Reinert (2013) a norma ISO 9241 de 2011 define “Usabilidade é a medida em que um produto pode ser usado por usuários específicos para atingir metas específicas com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto de uso especificado”. Segundo Babbar, Behara e White (2002) usabilidade do produto é caracterizada por atributos do produto que atendem a necessidades físicas, cognitivas e emocionais do usuário. Em linhas gerais, a usabilidade busca satisfazer as demandas de qualidade do produto para o uso, por meio da fácil operação e conforto para o uso.

Para Brischetto e Tosi (2016) a utilização dos princípios de projeto universal consiste na melhoria dos atributos da usabilidade, cujas relações são apresentadas na Figura 3.5. A exemplo, o princípio de projeto universal “Flexibilidade no uso” pode ser incorporado nas soluções para melhorar o atributo de “Eficiência” da usabilidade.

Figura 3.5 - Relacionamento dos princípios de projeto universal com os atributos da usabilidade.



Fonte: Adaptado de Brischetto e Tosi (2016);

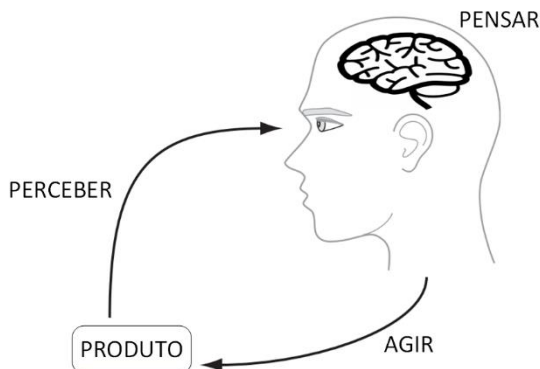
Segundo Beecher e Pachet (2005), assim como os princípios de projeto universal, o campo da engenharia de fatores humanos e ergonomia tem o foco na melhoria da usabilidade dos produtos. Entretanto, segundo os mesmos autores, grande parte dos métodos de implementação destes conceitos focam apenas em um tipo de usuário específico. A utilização das informações destes domínios de conhecimento pode potencialmente contribuir para orientar a aplicação dos princípios de projeto universal.

Apesar da usabilidade, assim como seus atributos poder ser estimada somente após o uso do produto, ou seja, após o desenvolvimento e fabricação, Kurosu e Kashima (1995) definem usabilidade como partes dinâmicas e funcionais do produto, que devem ser considerados desde as fases iniciais do desenvolvimento de produto. Assim, a usabilidade pode ser prevista durante a busca por soluções por meio de atributos que buscam formas de tornar o uso do produto fácil de entender, fácil de aprender, eficiente, agradável e seguro.

3.3 INTERAÇÃO PRODUTO-USUÁRIO

Para interagir com o produto, o usuário necessita executar basicamente três ações: perceber, pensar e agir (CLARKSON *et al.*, 2007). Como mostra a Figura 3.6, a relação entre estas três ações estão dispostas de tal forma que, inicialmente o usuário tem uma percepção sobre determinado produto, posteriormente ele processa as informações advindas desta percepção, e age sobre este produto por meio de uma sequência lógica, resultado do processamento de informações.

Figura 3.6 - Modelo de interação produto-usuário.



Fonte: Adaptado de Clarkson *et al.* (2007).

As capacidades do ser humano podem ser classificadas em vários tipos, porém as mais relevantes para o ciclo de interação podem ser divididas em **capacidade sensorial, cognitiva e motora**, conforme ilustrado na Figura 3.6 (CLARKSON *et al.*, 2007). Estas capacidades ainda são desdobradas em cinco tipos, onde a **visão e audição** estão relacionadas com a capacidade sensorial. A **cognição** está relacionada com as capacidades cognitivas. Por fim, **mobilidade e alcance/destreza**

estão relacionadas com as capacidades motoras. Estas capacidades são descritas por Clarkson et al (2007) da seguinte forma:

- **Visão:** capacidade de usar a cor e o brilho da luz para detectar objetos, discriminar diferentes superfícies e discernir os detalhes em uma superfície;
- **Audição:** capacidade de discernir tons específicos ou fala de um ambiente barulhento e dizer de onde estes sons estão vindo.
- **Cognição:** é a capacidade de processar informações, prestar atenção, armazenar e recuperar memórias e selecionar ações e respostas apropriadas. A capacidade de compreender outra pessoa e se expressar para os outros também pode ser categorizar nesta classificação.
- **Alcance e destreza:** está relacionada com a habilidade dos braços e mãos. É composta pela habilidade de alcançar diferentes lugares ao redor do corpo, realizar manipulação fina com os dedos, pegar e transportar objetos e apertar objetos.
- **Mobilidade:** habilidade de se deslocar, escalar passos e se equilibrar.

Além disso, estas capacidades envolvidas no uso de um produto estão entrelaçadas, e é inadequado considerar uma capacidade individual isolada. Segundo Clarkson *et al* (2007), para criar um produto inclusivo e eficaz, as habilidades precisam ser consideradas juntas. De acordo com os autores, estas habilidades ainda podem ser afetadas pela condição do ambiente de uso.

Figura 3.7 - A importância do ambiente no contexto da interação produto-usuário.



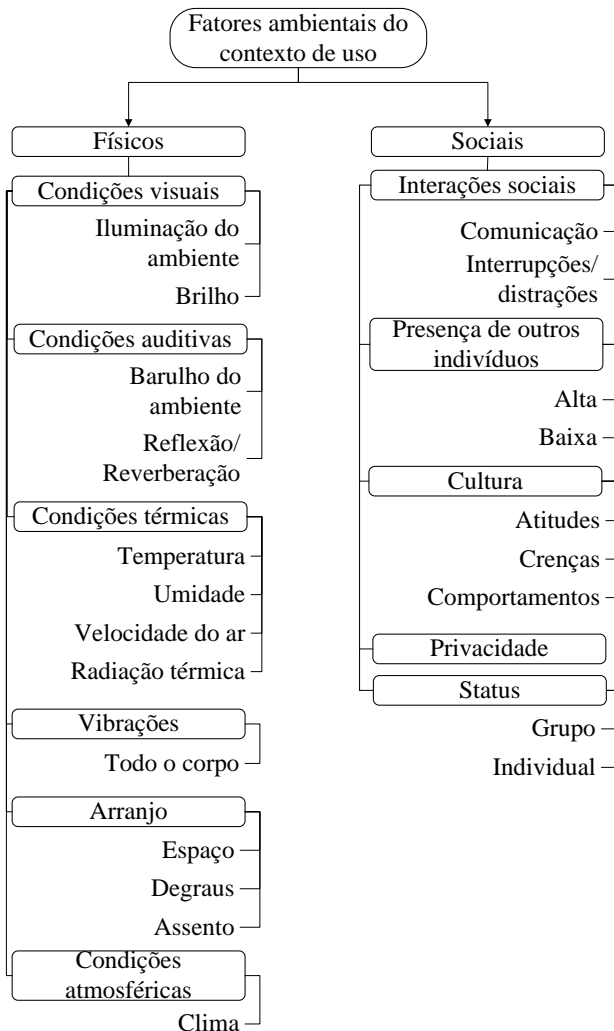
Fonte: Adaptado de Clarkson et al (2007).

Como exemplo da influência do ambiente, pode-se imaginar uma utilização de um produto, cujos sinais sobre o estado do produto são

apresentados ao usuário na forma de sons. Ao utilizar este produto em um ambiente barulhento, o usuário terá sua capacidade auditiva afetada, pois ouvir os sons emitidos será mais difícil em função do barulho presente no ambiente. Também pode-se imaginar a utilização de um produto, o qual exige uma leitura, em um ambiente pouco iluminado, que certamente prejudicará a capacidade do usuário em visualizar os itens a serem lidos.

Segundo Elton e Nicolle (2015) os fatores ambientais que afetam a utilização dos produtos podem ser classificados em físicos e sociais, conforme estruturado na Figura 3.8. A exemplo, considerando o uso de um produto que exige manipulação do mesmo em um ambiente cuja temperatura é relativamente baixa, sua capacidade de destreza será reduzida, uma vez que baixas temperaturas afetam a mobilidade das juntas e músculos das mãos e dos braços. Os demais exemplos e explicações sobre estes fatores podem ser consultados no trabalho de Elton e Nicole (2015).

Figura 3.8 - Fatores ambientais do contexto de uso do produto.

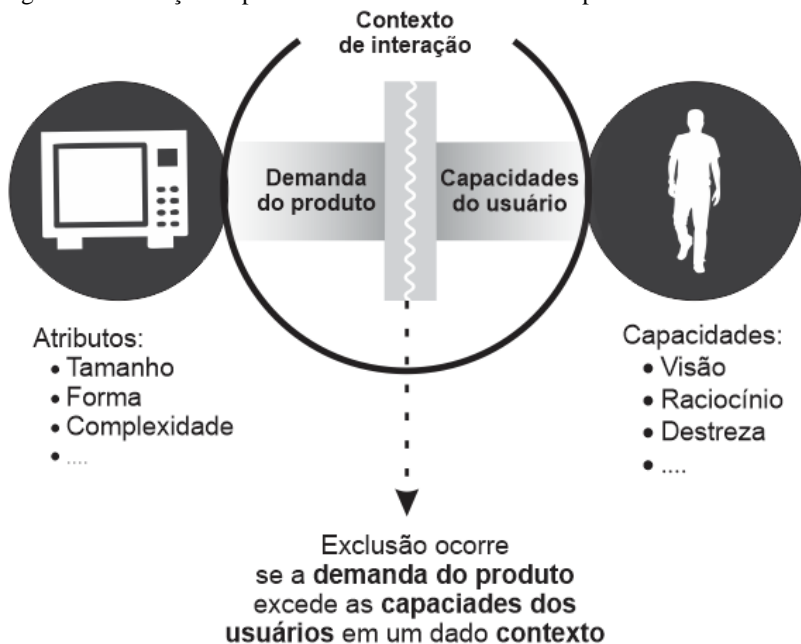


Fonte: adaptado de Elton e Nicolle (2015)

Quanto aos aspectos construtivos e fatores do produto em si, Persad et al. (2007) afirmam que o produto demanda do usuário um determinado nível de capacidade para sua utilização. Como pode ser visto na Figura 3.9, os atributos do produto, como tamanho, forma, complexidade, entre outros demanda do usuário um esforço mínimo em

relação à suas habilidades sensoriais, cognitivas e motoras. Quando a demanda do produto excede a capacidade do usuário tem-se a exclusão, pois o usuário não é apto a utilizar o produto.

Figura 3.9 - Relação Capacidade do usuário-demanda do produto.



Fonte: Adaptado de Persad (2007).

Dentro desta interação, Elton e Nicolle (2015) afirmam que há três possibilidades de ocorrência:

- Quando a capacidade do usuário é maior do que a demanda do produto, o produto é **fácil de ser utilizado**;
- Quando a capacidade do usuário é levemente maior do que a demanda do produto, então o produto é difícil de ser utilizado;
- Quando a capacidade do usuário é menor do que a demanda do produto, então o produto não é utilizável, ocorrendo exclusão do usuário.

Desenvolver produtos universais consiste em gerar soluções de produtos cujos atributos reduzam a demanda das capacidades dos usuários, permitindo o seu uso de forma fácil, confortável, segura e satisfatória. A redução da demanda de capacidade permite que maiores

gammas de usuários com diferentes limitações consigam utilizar o produto, aumentando a abrangência de mercado destas soluções.

A relação capacidade do usuário-demanda do produto é utilizada na avaliação da quantidade de usuários atendidos em função dos níveis de exclusão em relação a um produto ou a um conceito de produto. Esta avaliação pode ser feita por dois métodos: empírico ou analítico (PERSAD, 2007). O método empírico envolve testes, neste caso do produto já prototipado com usuários, onde os utilizadores do produto são colocados para desempenhar algumas tarefas utilizando o produto. Já o método analítico envolve a avaliação do produto ou conceito do produto sem a participação do usuário. Para isso, especialistas avaliam os produtos buscando identificar potenciais problemas.

A escolha do método geralmente irá depender dos recursos disponíveis. Persad (2007) destaca a vantagem da utilização de métodos analíticos quanto à economia de tempo, custo e dificuldade logística para recrutamento e teste com usuários reais. Para o mesmo autor, o método empírico é dependente dos usuários escolhidos para o estudo e podem dar uma visão profunda das questões enfrentadas por usuários específicos, porém não pode determinar quantas pessoas podem ser excluídas do uso ou quantas pessoas têm capacidade similar ao dos usuários em avaliação. O método analítico, por outro lado, pode fornecer base informações uma vez que as medidas de capacidade adequadas são capturadas em um banco de dados, além de identificar problemas que podem não aparecer em avaliações empíricas de pequena escala. A grande dificuldade associada ao método analítico está na falta de bancos de dados relacionados à capacidades dos usuários.

3.4 FERRAMENTAS E MÉTODOS DE AUXÍLIO AO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS UNIVERSAIS

De forma a auxiliar os projetistas na utilização do conceito de projeto universal e seus princípios no desenvolvimento de produtos alguns métodos e ferramentas de suporte foram propostos. Para facilitar o entendimento e análise destes, as seções seguintes apresentam separadamente métodos e ferramentas de projeto universal.

3.4.1 Guia de medidas de desempenho de projeto universal para produtos

As medidas de desempenho de projeto universal para produtos (*Universal Design Performance Measures for Products – UDPMP*) foram

criadas pelo *Center for Universal Design* (2003), que consiste em um conjunto de métricas para avaliar o quão adequado é um produto universal em relação aos princípios de projeto universal. Apesar deste método não contemplar as fases iniciais do desenvolvimento de produtos, o mesmo busca criar um processo estruturado para avaliação de produtos tendo como base os princípios de projeto universal como critério de avaliação, permitindo identificar possíveis melhorias na usabilidade dos produtos.

Para orientar a avaliação da usabilidade, são utilizados 29 critérios, divididos entre os sete princípios, que são apresentados na íntegra no Anexo A. Conforme apresentado no exemplo parcial da Figura 3.10, a escala de avaliação é dividida em: *Discordo fortemente*; *Discordo*; *Neutro*; *Concordo*; *Concordo fortemente*. Além disso, a avaliação pode ser feita com pares de produtos, facilitando a comparação de diferentes atributos e identificação de possíveis melhorias com base em um produto de referência, como é exemplificado na Figura 3.10.

Figura 3.10 - Exemplo de aplicação do guia para avaliar a performance de projeto universal de produtos.

	Não se aplica	Discordo fortemente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo fortemente	Concordo totalmente
PRINCÍPIO DOIS | FLEXIBILIDADE NO USO							
2A. Todo usuário em potencial pode encontrar pelo menos uma forma de usar este produto de forma eficaz			O	X			
2B. Este produto pode ser usado tanto com a mão esquerda ou com a mão direita somente			O		X		X: A característica "J" do produto B poderia ser melhor integrada no projeto. O: A característica (J) do produto B poderia ser integrada no produto A.
2C. Este produto facilita (ou não requer) a precisão e exatidão do usuário	O						
2D. Este produto pode ser usado em qualquer ritmo (rápido ou devagar), de acordo com a preferência do usuário				O	X		

X: Produto B

O: Produto A

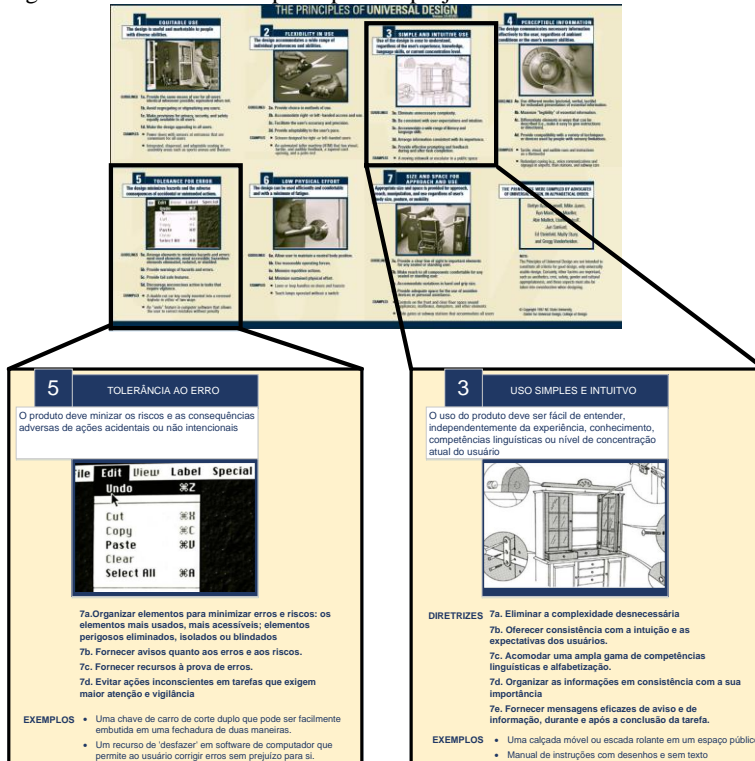
Fonte: Adaptado de Centro para Projeto Universal (2003).

Como pode ser visto na Figura 3.10 dois produtos são comparados por um usuário, onde a avaliação do produto A é marcada por um "O" enquanto a avaliação do produto B é representado por um "X". Na avaliação é verificado que o atributo (característica J) em avaliação pode ser melhor integrado no produto, uma vez que não atingiu a escala máxima do critério (Concordo fortemente). Enquanto que no produto B é verificado que este atributo não é contemplado (Discordo), e assim identifica-se a oportunidade de melhoria do produto em termos de usabilidade.

3.4.2 Cartilha do projeto universal

Buscando facilitar a compreensão e utilização dos princípios de projeto universal durante as fases de desenvolvimento, o *Center for Universal Design* (1997) criou a “Cartilha dos princípios de projeto universal”, cuja estrutura é apresentada na Figura 3.11. A cartilha é apresentada na íntegra no Anexo A.

Figura 3.11 - Cartilha dos princípios de projeto universal.



Fonte: Universal Design Center (1997)

Como pode-se observar na Figura 3.11, cada princípio é enumerado, seguido da descrição do princípio de projeto universal. Cada princípio é exemplificado com uma imagem, que representa a aplicação do princípio de projeto universal na prática. Abaixo da imagem, tem-se as diretrizes de cada princípio de projeto universal, seguido de dois exemplos, sendo um deles correspondente à imagem.

É notado que a sua estrutura e seus elementos são genéricos, sendo sua aplicabilidade utilizada tanto para orientar desenvolvimento de ambientes quanto para desenvolvimento de produtos e serviços. Esta generalização se reflete no uso das imagens de exemplo, onde é possível verificar a utilização de exemplos que vão desde de manuais de montagem de móveis (Princípio 3 – Uso Simples e Intuitivo) até interfaces de software (Princípio 5 – Tolerância ao erro). Entretanto, o uso de exemplos e de imagens de aplicação pode facilitar o entendimento e aplicação do princípio de projeto universal.

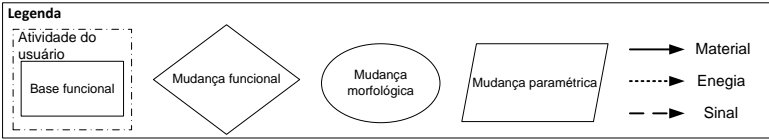
3.4.3 Método gráfico diagrama Ação-Função para desenvolvimento de produtos universais.

Para auxiliar no desenvolvimento de produtos universais por meio da exploração da relação entre as ações dos usuários e a forma e função dos produtos McAdams e Kostovich (2011) criaram um método utilizando representação gráfica chamada de diagrama ação-função, que permite identificar diferenças de parâmetros morfológicos, funcionais e paramétricos entre os princípios de solução de produto universal e seu respectivo modelo tradicional.

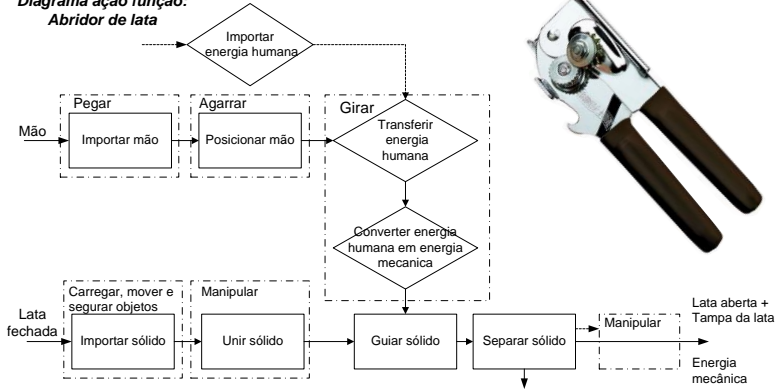
Este diagrama de funções é combinado com o diagrama de ações que o usuário exerce sobre o produto, facilitando a identificação das diferenças entre os produtos para gerar e coletar dados. No exemplo da Figura 3.12, extraído da aplicação deste método por Sangelkar e McAdams (2012), é apresentado o diagrama ação-função de um abridor de lata convencional (primeiro modelo) e o diagrama ação-função de um abridor de lata universal.

Como visto na legenda (canto superior direito da Figura 3.12), as caixas representam as funções que um abridor executa para abrir uma lata, enquanto o quadro externo (tracejado) representa a ação que o usuário executa sobre o abridor. As mudanças morfológicas, paramétricas e funcionais que ocorrem do modelo tradicional para o universal são indicadas pelas formas geométricas elípticas, losango e trapézios. Como exemplo, a função “Posicionar mãos” do produto tradicional, que envolve a ação do usuário de “agarrar” sofre uma mudança morfológica em seu produto universal, sendo representada por uma forma elíptica no diagrama do produto universal (segundo diagrama).

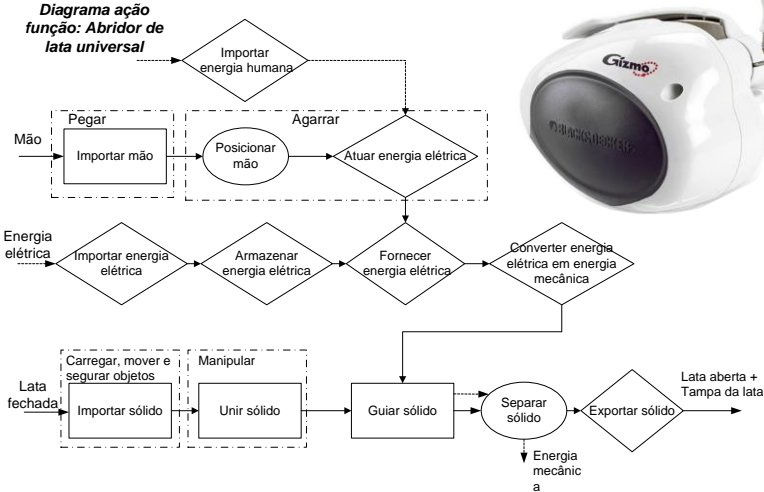
Figura 3.12 - Diagrama ação-função para um abridor de lata.



**Diagrama ação função:
Abridor de lata**



**Diagrama ação função:
Abridor de lata universal**



Fonte: adaptado de Sangelkar e McAdams (2011)

Após a análise de todas as funções do par de produtos, tem-se as mudanças que podem ser incorporadas nos produtos em função da ação do usuário e da função do produto. Os resultados desta análise são

armazenados em uma planilha, que contém a função do produto típico, a atividade do usuário para a função típica, a função do produto universal, a atividade do usuário para a função universal e o tipo de mudança na característica do produto, conforme ilustrado no Quadro 3.2 para o exemplo ilustrado na Figura 3.12.

Quadro 3.2 - Dados da análise dos pares de produto utilizando diagrama ação-função.

Função do produto típico	Atividade do usuário típica	Função do produto universal	Atividade do usuário universal	Mudança
Importar mãos	Pegar	Importar mãos	Pegar	Não
Posicionar mãos	Agarrar	Posicionar mãos	Agarrar	Morfológica
Importar energia humana	N/A	Importar energia humana	N/A	Não
Transferir energia humana	Girar	N/A	N/A	Função deletada
Converter energia humana em energia mecânica	Girar	N/A	N/A	Função deletada
Unir sólido	Carregar, mover e segurar objetos	Importar sólido	Carregar, mover e segurar objetos	Não
Guiar sólido	Manipular	Unir sólido	Manipular	Não
Separar sólido	N/A	Guiar sólido	N/A	Não
N/A	N/A	Separar sólido	N/A	Morfológica
N/A	N/A	Atuar energia elétrica	Agarrar	Função adicionada
N/A	N/A	Importar energia elétrica	N/A	Função adicionada
N/A	N/A	Armazenar energia elétrica	N/A	Função adicionada
N/A	N/A	Fornecer energia elétrica	N/A	Função adicionada
N/A	N/A	Converter energia elétrica em energia mecânica	N/A	Função adicionada
N/A	Manipular	Exportar sólido	N/A	Função adicionada

Adaptado de: Sangelkar e McAdams (2011)

O Quadro 3.2 apresenta a primeira coluna como sendo “Função do produto típico” a segunda coluna “Atividade do usuário típica”. Deste modo é possível identificar o produto típico, para cada função qual a atividade que o usuário exerce sobre o produto. Quando não se tem ocorrência de atividade do usuário sobre uma função a segunda coluna é preenchida com “N/A”, quando não existe função tem a primeira coluna é preenchida com “N/A”. O mesmo ocorre para o produto universal, onde a função e a atividade do usuário é inserida na terceira e quarta coluna respectivamente. A quinta coluna identifica que tipo de mudança ocorreu entre os dois produtos. Por exemplo, na primeira linha, a função de importar mãos não sofreu alteração do produto típico para o universal. Na segunda linha, a função de posicionar mãos sofreu uma mudança morfológica no produto universal, enquanto que para a função “Transferir energia humana” (quarta linha), que ocorria no produto típico, foi deletada no produto universal.

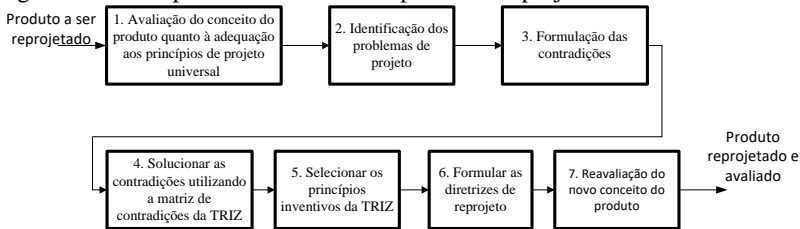
Utilizando esta abordagem Sangelkar e McAdams (2011) aplicaram métodos de regras de associação utilizando um algoritmo para desenvolver diretrizes formais a partir dos dados levantados com o diagrama ação-função. O algoritmo opera sob a seguinte premissa “dada uma atividade do usuário em um produto típico e a função do produto

típico, que tipo de mudança deve ser feita no produto para melhorar a acessibilidade? ”.

3.4.4 Método da TRIZ aplicado ao projeto universal.

O método desenvolvido por Liu et al (2010) utiliza os princípios inventivos da TRIZ para adequar produtos já existentes aos princípios de projeto universal. O método proposto pelos autores é composto por 6 etapas, conforme ilustrado na Figura 3.13.

Figura 3.13 – Etapas do método TRIZ aplicados ao projeto universal.



Fonte: adaptado de Liu et al (2010)

Para avaliar o método os autores aplicaram um estudo de caso utilizando uma escova de dentes comercial, o qual será utilizado para auxiliar na explicação das atividades. Além disso, os autores acrescentaram três princípios de projeto universal suplementares aos já existentes, sendo eles: (1) Durabilidade e economia do produto, (2) Qualidade e estética do produto e (3) Saúde dos usuários e eco amigável”.

Primeiramente o método inicia com a avaliação do produto a ser melhorado (etapa 1) quanto a sua adequação aos princípios de projeto universal, cuja avaliação é feita utilizando as medidas de desempenho de projeto universal para produtos criadas pelo *Center for Universal Design* (2003). No estudo de caso, 5 participantes avaliaram a escova de dente utilizada para o estudo de caso.

Após a avaliação, os problemas encontrados no produto são formulados (etapa 2) em função dos princípios de projeto universal. No estudo de caso foram identificados a inadequação de três princípios de projeto universal, apresentados na primeira coluna do Quadro 3.3. Como exemplo, tem-se o problema “a escova de dentes não possui durabilidade” que derivou do resultado da avaliação do princípio de projeto universal suplementar “Durabilidade e economia do produto”.

Quadro 3.3 - Resultados de cada atividade do método TRIZ aplicado ao projeto universal.

Princípio	Problema	Características a serem melhoradas	Parâmetros de engenharia	Princípios Inventivos	Diretrizes de projeto
Uso equitativo	Nem todos os usuários conseguem utilizar este produto	(1) Uso equitativo para todos usuários não é possível	35. Adaptabilidade	35. Transformação das propriedades	Reprojetar o tamanho e forma da escova
Durabilidade e economia do produto	A escova de dentes não possui durabilidade.	(2) Cerdas da escova não possuem durabilidade	34. Reparabilidade	01. Segmentação	Tornar as cerdas cambíveis e duráveis Aumentar o número de cerdas
Saúde pessoal e ecoamigável	A escova de dentes não pode ser reutilizada após o fim da sua vida útil	(3) A escova de dente não é durável e não é reciclável	26. Quantidade de substância	35. Transformação das propriedades	Reprojetar a escova com melhoria no material, forma e função para ser facilmente ajustadas.

Fonte: adaptado de Liu (2010)

Na sequência, são formuladas as contradições (etapa 3) por meio da identificação das características do produto a serem melhoradas e das características que serão negativamente afetadas em função desta melhoria. Para isso, faz-se o questionamento: “*Se a característica X do produto for melhorada, a característica Y do produto será piorada?*”. Este questionamento deve ser realizado até que todas as contradições sejam identificadas. No estudo de caso, as características a serem melhoradas em função dos problemas identificados são apresentadas na coluna 3 do Quadro 3.3. Entretanto, os autores não encontraram contradições, isto é, não houve características negativamente afetadas pelas características a serem melhoradas.

Posteriormente, para solucionar as contradições (4), é utilizada a matriz de contradições da TRIZ, que consiste em uma matriz de dimensão 39x39, sendo que no cabeçalho das linhas dessa matriz se encontram os 39 Parâmetros de Engenharia a serem melhorados, e no cabeçalho das colunas estão dispostos os 39 Parâmetros de Engenharia de negativamente afetados. Dentro de cada célula da matriz tem-se os princípios inventivos mais adequados para solucionar a contradição técnica, que são considerados como soluções genéricas que melhorar se aplicam na resolução da contradição técnica.

Desta forma, deve-se abstrair as características a serem melhoradas de modo encontrar o parâmetro de engenharia mais adequado para sua representação. Como por exemplo, a característica a ser melhorada “Uso equitativo para todos os usuários não é possível” foi abstraído para o parâmetro de engenharia “adaptabilidade”. Os demais parâmetros de engenharia identificados são apresentados na coluna 4 do Quadro 3.3.

A próxima etapa (5) consiste em identificar os princípios inventivos mais adequados para solucionar a contradição. Para isso, deve-

se identificar qual (ou quais) são os princípios inventivos, dentre aqueles sugeridos na respectiva célula da matriz, mais adequados para solucionar a contradição

Quando as contradições não podem ser facilmente definidas, os autores recomendam a utilização do método desenvolvido por Liu (2001), que aborda a identificação de princípios inventivos mais adequados para solucionar um problema sem o uso da matriz de contradições. No exemplo da escova de dente, tendo em vista que não foram identificadas contradições, os princípios inventivos foram selecionados em função dos parâmetros de engenharia das características a serem melhoradas, conforme sugerido por Liu (2001), cujo resultado é apresentado na coluna 5 do Quadro 3.3.

Na sequência (etapa 6), os princípios inventivos são então traduzidos em forma de instruções de projeto para melhoria do produto original. Os resultados desta atividade para o estudo de caso aplicado pelos autores é apresentado na coluna 6 do Quadro 3.3.

A última etapa do método (etapa 7) consiste em realizar uma avaliação do novo produto de modo a verificar se houve constatação de melhoria da solução quanto aos princípios de projeto universal, isto é, se o novo produto é mais universal quando comparado à sua versão anterior. Como resultado do estudo de caso, a avaliação da nova escova de dente realizada pelos mesmos 5 participantes da avaliação inicial, resultou numa melhoria quanto ao atendimento dos três princípios inicialmente identificados. Neste estudo, os autores verificaram que o uso dos princípios inventivos da TRIZ pode contribuir para geração de soluções mais universais.

3.4.5 Método MESCRAI aplicado ao projeto universal

O método desenvolvido por Liu (2012) para desenvolver produtos universal utiliza a técnica de criatividade MESCRAI, buscando gerar soluções criativas de projeto universal.

A técnica MESCRAI, cujo nome é um acrônimo para representar seus sete operadores em inglês (*Modificar; Eliminar; Substituir; Combinar; Rearranja, Adaptar, Inverter*) consiste em submeter os indivíduos a gerarem ideias por meio de perguntas direcionadas, que sugerem alguma modificação ou adição em uma ideia já existente (SERRAT, 2017). O estímulo se dá na resposta a perguntas que normalmente não seriam apresentadas. Alguns questionamentos para cada um dos operadores são apresentados no Quadro 3.4.

Quadro 3.4 - Questões típicas para uso da técnica MESCRAI.

Operador	Questões típicas
Modificar	O que poderia ser adicionado para modificar este produto? Como a forma do produto poderia ser modificada? Que elemento do produto poderia ser modificado para melhorar este produto?
Eliminar	Como você pode agilizar ou simplificar este produto? Que recursos, peças, ou regras que você poderia eliminar? O que você poderia minimizar no produto?
Substituir	Que materiais ou recursos que você pode substituir ou trocar para melhorar o produto? Pode-se usar este produto em outro lugar, ou como um substituto para alguma outra coisa?
Combinar	O que aconteceria se você combinar este produto com outro, para criar algo novo? O que você poderia combinar para maximizar os usos deste produto?
Rearranjar	O que pode ser reorganizado? Que outro padrão, layout ou sequência posso adotar? Os componentes podem ser trocados? Devo mudar de ritmo ou horário? Positivos e negativos podem ser trocados? Os papéis poderiam ser invertidos?
Adaptar	O que você poderia adicionar para modificar este produto? Que elemento deste produto você poderia fortalecer para criar algo novo
Inverter	Pode-se inverter algum sentido de uso deste produto? Trocar a frente e atrás, de cima para baixo? Pode-se trocar o positivo e o negativo?

Fonte: Adaptado de Serrat (2017) e Back et al (2008).

No método de Liu (2012), a técnica MESCRAI é utilizada para gerar ideias de produtos universais e orientar a incorporação dos princípios de projeto universal.

O primeiro passo deste método consiste em definir quem serão usuários a serem atendidos pela solução universal. Nesta etapa, o autor sugere a classificação dos usuários em grupos, de acordo com a semelhança de suas capacidades, como por exemplo, usuários cegos, usuários que não possuem força suficiente para operar o produto, entre outros grupos. Na sequência, são distribuídos questionários entre os grupos para avaliar o produto a ser melhorado, quanto aos seus aspectos de usabilidade. A partir deste questionário os aspectos a serem melhorados são relacionados com os princípios de projeto universal, de modo a explicitar quais princípios de projeto universal precisam ser melhorados na nova solução.

Após estabelecido o problema, os projetistas devem buscar soluções utilizando o método de criatividade MESCRAI. Para isso, os autores identificaram por meio de uma matriz quais os operadores do

MESCRAI são mais adequados para cada princípio de projeto universal, cujo resultado é apresentado no Quadro 3.5.

Quadro 3.5 - Relação entre método MESCRAI e os princípios de projeto universal.

Operador MESCRAI	Princípio de projeto universal
Modificar	Tolerância ao erro
Eliminar	Uso simples e intuitivo
Substituir	Informação perceptível
Combinar	Uso equitativo
Rearranjar	Tamanho e espaço para uso
Adaptar	Esforço físico reduzido
Inverter	Flexibilidade no uso

Fonte: adaptado de Liu (2012)

As possíveis soluções geradas pelo método MESCRAI são então inseridas em uma plataforma virtual, onde os próprios usuários que avaliaram o produto a ser melhorado, julgam as ideias geradas pelos projetistas. Nesta plataforma os avaliadores analisam os problemas encontrados nas soluções de acordo com os diferentes princípios de projeto universal e listam as desvantagens das soluções. Após a avaliação dos usuários, os projetistas analisam os resultados e selecionam a melhor solução.

Após, a solução escolhida é submetida a uma nova avaliação dos usuários. Desta vez, a avaliação é realizada utilizando as medidas de desempenho de projeto universal para produtos criadas pelo *Center for Universal Design* (2003). As médias das notas obtidas com a avaliação indicam qual o status da usabilidade da nova solução de projeto.

Segundo Liu (2012) os métodos de criatividade podem ser potencialmente empregados para gerar soluções de produtos universais criativos.

3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do conceito projeto universal e seus princípios no desenvolvimento de produtos consiste em desenvolver produtos que promovam a acessibilidade, fornecendo soluções úteis, acessíveis e com boa usabilidade para a maior quantidade de usuários possíveis.

De um modo geral, é visto que a universalidade do produto é dada em função da relação da demanda que os atributos do produto exercem sobre as capacidades dos usuários e a capacidade do usuário em suprir esta demanda. Isto é, quanto menor a demanda de capacidade do usuário

mais universal é o produto. Desta forma, desenvolver produtos universais consiste em reduzir a demanda de capacidade dos usuários por meio dos atributos de produtos que promovam facilidade de conforto para uso, permitindo assim, que maior diversidade de usuários consiga utilizar um produto de forma segura, fácil e confortável.

A aplicação deste conceito no desenvolvimento de produtos pode se dar pela utilização métodos e ferramentas revisados neste capítulo, que foram: Método do diagrama ação-função; Método da TRIZ aplicado ao projeto universal; Método MESCRAI aplicado ao projeto universal; Guia de medidas de desempenho de projeto universal para produtos; e Cartilha do projeto universal.

Ao analisar os métodos aqui revisados, é visto que grande parte dos métodos desenvolvidos tem como foco a melhoria de produtos já existentes, buscando adequar estes produtos aos princípios de projeto universal. Ou seja, sua aplicação em grande parte se limita à reprojeto, partindo de informações já existentes, que em grande parte derivam de avaliações dos usuários, onde são evidenciadas as necessidades de melhoria. Esta limitação dificulta a utilização no desenvolvimento de novos produtos, uma vez que não se tem estas informações de referência como evidências de melhoria.

Entretanto, é verificado que o uso de métodos de criatividade orientado pelos princípios de projeto universal pode potencialmente contribuir para a geração de soluções universais, estimulando o projetista a criar soluções criativas que incorporam princípios de projeto universal em suas soluções. Entretanto, não tem sido verificado ferramentas de criatividade dedicadas ao projeto universal de produtos. Além disso, mesmo utilizando os métodos e ferramentas aqui revisados, a utilização dos princípios de projeto universal de forma efetiva ainda é prejudicada pelo seu caráter genérico, sem orientações específicas para o desenvolvimento de produtos.

Diante destas limitações, observa-se a oportunidade de proposição de uma nova ferramenta para o uso dos princípios de projeto universal, cujos requisitos são:

- Desenvolver uma ferramenta possível de ser aplicada no desenvolvimento de novos produtos;
- Ser passível de replicação;
- Disponibilizar diretrizes específicas sobre os princípios de projeto universal aplicado a produtos, orientando como aplicar os princípios por meio da utilização de conhecimentos já consolidados na literatura;

- Apresentar exemplos de aplicação, facilitando a compreensão do princípio e as diferentes formas de utilizá-lo no desenvolvimento do conceito do produto.
- Ser de uso fácil e prático;
- Usar analogias com base em estímulos textuais e visuais, consideradas promissoras na literatura.

Com base nesses requisitos, a ferramenta chamada inspiradores universais (UDins) foi elaborada de modo sistematizado, conforma apresentado no capítulo que segue.

4 UDINS – ESTIMULADORES DE PROJETO UNIVERSAL

Neste capítulo é apresentado o conceito e o processo de desenvolvimento dos Inspiradores Universais (UDins), que consistem de diretrizes de domínios de conhecimentos relacionados ao projeto universal, aqui apresentados na forma de cartões cujo objetivo é favorecer a ideação destes tipos de produtos. A criação dos mesmos foi elaborada com base nas informações obtidas levantamento bibliográfico documentado nos capítulos 2 e 3.

4.1 DEFINIÇÃO DOS UDINS

Os **Inspiradores Universais** (UDins) podem ser definidos como:

- *diretrizes de diferentes domínios de conhecimentos associados aos princípios de projeto universal apresentados na forma de cartões, que contém ilustrações abstratas representativas da diretriz, como forma de orientar a abstração, além de exemplos de aplicação em produtos existentes, visando orientar e facilitar o entendimento da diretriz e aplicação dos princípios de projeto universal na ideação de novos produtos.*

Estes cartões possuem a descrição dos princípios de projeto universal e diretrizes de projeto, que consiste em informações específicas de boas práticas de projeto extraída da literatura, que orienta a aplicação do princípio de projeto universal. Estas diretrizes são descritas de forma objetiva, e possuem uma imagem de ilustração abstrata e uma imagem de exemplo de aplicação em produtos. A relação entre a imagem de exemplo e a diretriz é descrita de forma objetiva por uma explicação textual. Segundo Linsey et al (2006), o uso combinado de informações textuais e visuais é benéfico para estimulação da criatividade, uma vez que a assimilação das informações, aumenta a chance de ser utilizada como fonte de analogia, como visto no capítulo 2.

Na ferramenta UDins, a descrição dos princípios de projeto universal explicita o objetivo do uso do cartão, atribuindo significado para seu uso. Já a diretriz descreve, de forma genérica, um atributo de produto que orienta a incorporação dos princípios de projeto universal nas soluções, como por exemplo assimetria, superfície texturizada e superfícies curvas.

Estas informações consistem de boas práticas de projeto já consolidadas, que foram extraídas das bibliografias de conteúdos de usabilidade, ergonomia e fatores humanos, que como revisado no capítulo 3, estão diretamente vinculadas aos princípios de projeto universal, uma vez que tem por objetivo a melhoria do uso dos produtos (BEECHER; PACHET, 2005; BRISCHETTO; TOSI, 2016).

A diretriz é representada por uma imagem abstrata, cujo objetivo é facilitar a generalização do conteúdo. O cartão também contempla um exemplo da diretriz aplicada a um produto comercial, que além de estimular visualmente o projetista apresentando princípios de solução, facilita a assimilação das informações.

O primeiro estudo com o conceito dos UDins é apresentado no Apêndice A, mostrando que o conteúdo apresentado de forma visual e textual auxiliou na geração de produtos universais. Tendo em vista as oportunidades de melhoria do conceito identificadas a partir dos resultados do primeiro estudo, é proposta um novo arranjo com uma melhor organização dos conteúdos do cartão. Este novo arranjo visa facilitar a assimilação de suas informações, assim como sua utilização e priorização junto ao planejamento de produtos, visto que os cartões preliminares (apêndice B2) não apresentaram suas informações de modo a ser fácil a sua seleção por diretrizes.

Desta forma, o leiaute genérico para os UDins foi criado contemplando uma organização por campos, conforme é mostrado na Figura 4.1.

Primeiramente, tem-se o *campo princípio de projeto universal*, onde são apresentadas as suas informações de título e explicação. O *campo diretriz* apresenta o nome da diretriz, sua descrição textual, que descreve um atributo de produto e quais seus benefícios no uso do produto, consolidando a relação abstrata entre o princípio de projeto universal e a diretriz. Este campo ainda contempla uma imagem abstrata, que fornece suporte para abstração e generalização da diretriz.

Figura 4.1 - Leiaute do cartão Udins.



Já no *campo exemplo* é apresentada a imagem de um produto que incorpora a diretriz descrita. Abaixo da imagem, tem-se uma breve descrição textual da forma que explicita a forma como a diretriz está incorporada no produto, facilitando na assimilação das informações apresentadas. Por fim, o *campo fontes* apresenta a fonte das informações da diretriz e da imagem de exemplo.

4.2 SISTEMÁTICA PARA ELABORAÇÃO DE INSPIRADORES UNIVERSAIS

A sistemática tem como objetivo orientar processo de desenvolvimento de inspiradores universais (Udins) para facilitar e orientar o uso dos princípios de projeto universal na ideação de novos produtos, por meio de sequenciamento lógico de atividades.

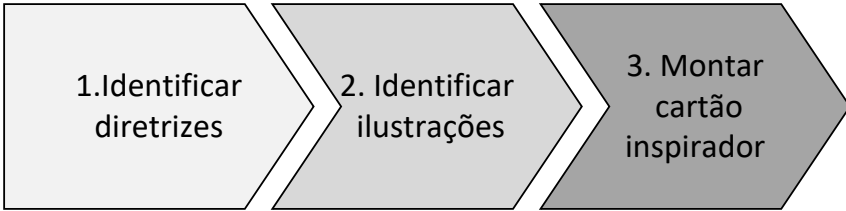
A visão geral da sistemática proposta é apresentada na Figura 4.2, onde um conjunto de três atividades é proposto para o desenvolvimento dos UDins. A atividade 1 é destinada a identificar diretrizes que orientarão a aplicação do princípio de projeto universal.

A atividade 2 faz a identificação das ilustrações que irão sintetizar de forma gráfica a diretriz.

A atividade 3 é relacionada com a montagem do cartão, cujas informações levantadas são inseridas conforme o leiaute proposto na Figura 4.2.

Uma vez elaborados, são apresentadas diretrizes de testes para avaliar a contribuição criativa dos inspiradores.

Figura 4.2 - Fluxograma de atividades para o desenvolvimento de inspiradores universais.

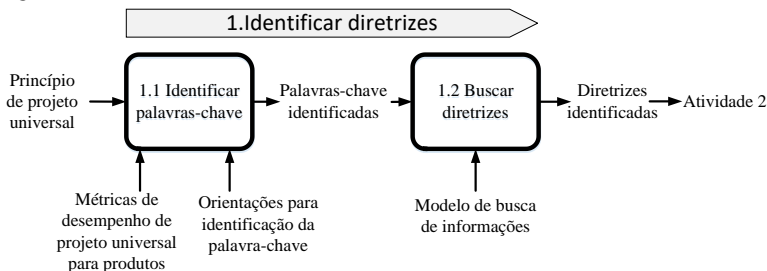


A seguir, as atividades são detalhadas em suas ferramentas e tarefas para orientar o desenvolvimento dos Udins.

4.2.1 Atividade 1 – Identificar diretrizes

A atividade 1 busca identificar as diretrizes que orientarão a aplicação do princípio. A descrição da diretriz consiste em apresentar recomendações através de boas práticas de projeto na forma de estímulo textual, acrescentando informações que descreve um atributo de produto e os seus benefícios no uso do produto. Esta atividade é dividida em duas tarefas, conforme apresentado na Figura 4.3.

Figura 4.3 - Tarefas da Atividade 1.



4.2.1.1 Tarefa 1.1 – Identificar palavras-chave

A entrada da primeira tarefa é o princípio de projeto universal escolhido para o cartão estimulador. O Quadro 3.1, apresentado no capítulo 3, apresenta a lista dos sete princípios desenvolvidos por Story et al (1998).

Uma vez escolhido o princípio, é feita a identificação de palavras chave que irão orientar a busca por diretrizes para incorporação do princípio (Atividade 1.1). Para esta identificação, utilizam-se as métricas de desempenho de projeto universal para produtos (CENTER FOR UNIVERSAL DESIGN, 2000), apresentado parcialmente no Capítulo 3, e na íntegra no Apêndice A. Esta identificação é feita pelo facilitador do processo de elaboração dos inspiradores universais.

Uma vez que as métricas avaliam a adequação do produto aos princípios, parte-se do pressuposto que, ao considerar estas informações na geração de soluções para um produto, melhor será a sua universalidade, em termos de abrangência de mercado, usabilidade e utilidade.

Como exemplo, tem-se o levantamento de palavras-chave para o princípio ‘Esforço físico reduzido’. Como visto na Figura 4.4, um conjunto de quatro critérios (6a, 6b, 6c e 6d) são utilizados para avaliar a adequação do produto para este princípio. Aqui é recomendado selecionar palavras que caracterizam a forma de uso do produto, cujas características podem ser previstas durante as fases de desenvolvimento do produto. Como por exemplo o uso confortável do produto, a quantidade de movimentos a serem feitas para utilizar o produto e a quantidade de esforço físico a ser despendido.

Esta abordagem tem por objetivo identificar as palavras chave para orientar, na próxima tarefa, a busca por diretrizes que possam contribuir para inspirar ideias de produto com o foco na melhoria do uso do produto, como por exemplo a redução do esforço físico, ou a redução da quantidade de movimentos necessárias para operar o produto.

No exemplo, decorrente da análise de cada critério para o princípio “esforço físico reduzido” tem-se a identificação das palavras “Uso confortável”, “Movimentos repetitivos” e “Esforço físico”, conforme apresentado na Figura 4.4.

Figura 4.4 - Atividade identificação de palavras chave.

Critérios (CENTRO PARA PROJETO UNIVERSAL, 2003)

PRINCÍPIO SEIS| ESFORÇO FÍSICO REDUZIDO	Análise qualitativa para determinação de palavras chave	Palavras-chave
6A. Este produto pode ser utilizado de forma confortável (e.g., sem movimentos ou posturas estranhas).	O uso de forma confortável pode ser previsto e considerado durante a busca por soluções de produtos, por isso é considerada uma palavra chave para busca de diretrizes.	→ Uso confortável
6B. Este produto pode ser utilizado sem a necessidade de movimentos repetitivos ou movimentos que causem fadiga ou dor.	A quantidade de movimentos que deve ser feita para utilizar um produto pode ser prevista e considerada durante a busca por soluções de produtos, por isso é considerada uma palavra chave para busca de diretrizes.	→ Movimentos repetitivos
6C. Este produto pode ser utilizado por um usuário que esteja fraco ou cansado .	Ambas as métricas abordam o esforço físico para utilização do produto, tendo como critério não exigir demasiado esforço para operar o produto. Assim, sendo que esta informação pode ser considerada durante a busca por soluções, esforço físico se torna uma palavra chave para a busca de diretrizes.	→ Esforço físico
6D. Este produto pode ser utilizado sem a necessidade de descansar após o uso .		

4.2.1.2 Tarefa 1.2 - Buscar diretrizes

A segunda tarefa (Tarefa 1.2) consiste em buscar as informações que irão servir como referência para a criação das diretrizes. Para a busca, é utilizado como referência o modelo de busca por informações de Gonçalves et al. (2016), apresentado no capítulo 2. Para isso, é recomendada a tipologia de busca ativa com propósito, que utiliza palavras chave identificadas na atividade anterior, direcionando a busca por informações relevantes para os estimuladores.

Para garantir consistência nas informações, utiliza-se critérios de confiabilidade e relevância como premissa para seleção da fonte. Segundo Steinfeld e Maisel (2012), para orientar a aplicação dos princípios de projeto universal deve-se utilizar informações e conhecimentos já consolidados. Assim recomenda-se a busca por informações em materiais bibliográficos de conteúdos associados ao projeto universal citados na seção 4.1. O quadro C1 do apêndice C apresenta uma lista de recomendações bibliográficas que podem ser utilizadas como fonte de busca.

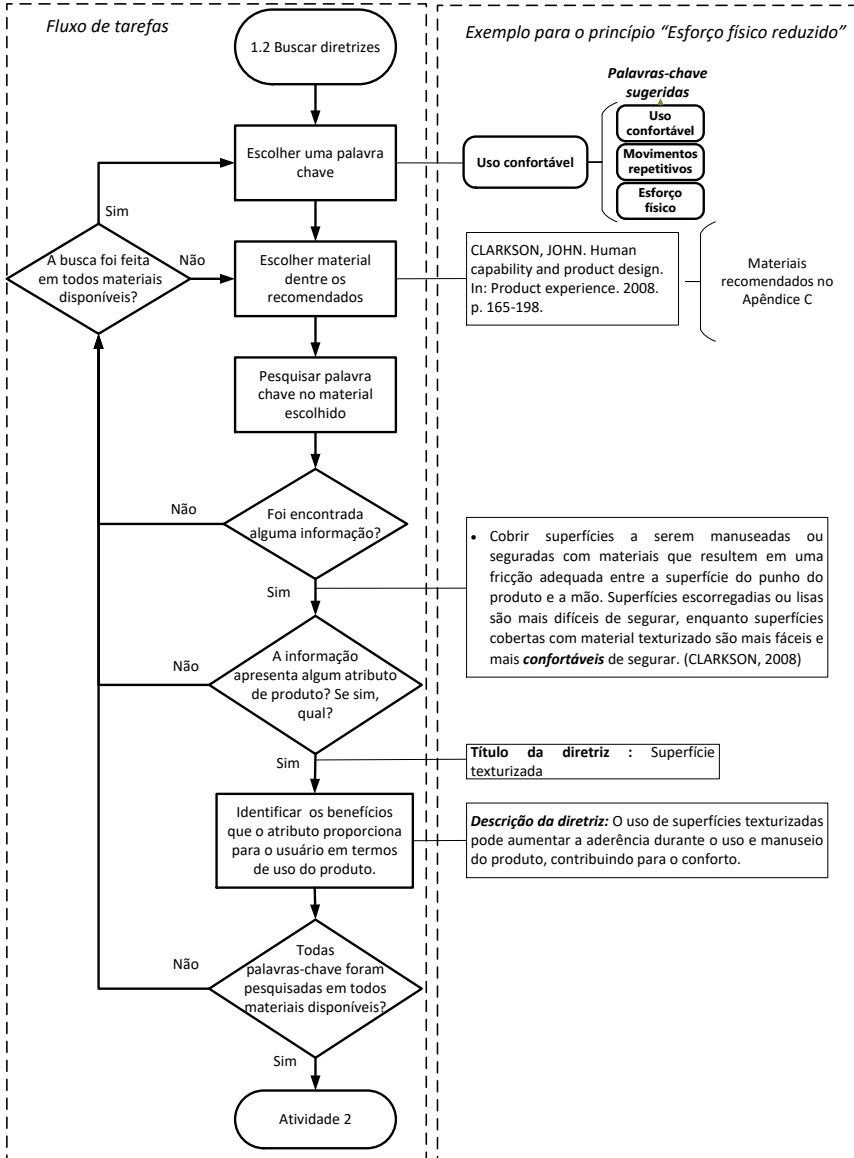
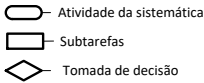
A Figura 4.5 apresenta um exemplo da busca por diretrizes para o princípio “Esforço Físico Reduzido”. Primeiramente escolhe-se uma palavra chave dentre as identificadas na tarefa anterior. Na sequência, é feita a escolha de um material seguindo as sugestões de escolha de material e então uma busca por informações utilizando a palavra-chave é realizada. Caso encontrada, deve-se avaliar a informação quanto à sua relevância para o estimulador com base na seguinte pergunta “A informação apresenta algum

atributo de produto?”, se sim, identifica-se o atributo, que corresponderá ao título da diretriz, e seus benefícios para o usuário em termos de uso do produto passa a compor a descrição da diretriz.

A descrição de como o atributo pode contribuir para o uso do produto busca também, além de estimular o projetista por meio de apresentação de informações, facilitar a compreensão da relação abstrata entre a diretriz e o princípio, facilitando a assimilação das informações.

Seguindo fluxograma, o processo é repetido até que todas as palavras-chave sejam buscadas nos materiais disponíveis. Entretanto, novas buscas podem ser realizadas em função da identificação de novas palavras-chave ou novos materiais bibliográficos.

Figura 4.5 - Tarefa 1.2: Identificar diretrizes.



Para sintetizar a descrição da diretriz, que descreve um atributo e seus benefícios para o uso do produto, as recomendações de Petterson (2016) sugere que a transmissão da mensagem se dá entre três principais elementos: o fornecedor, receptor e o meio utilizado para transmissão. Assim o mesmo autor recomenda que a mensagem deve possuir:

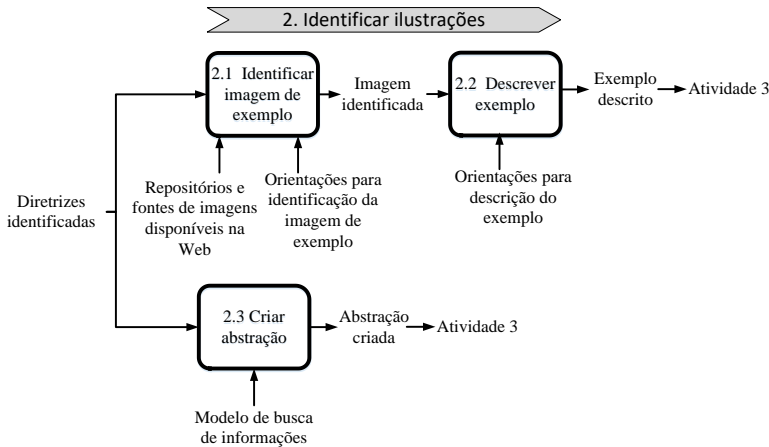
- Clareza: a mensagem deve ser escrita de forma simples e clara. Deve-se evitar o uso de palavras supérfluas.
- Linguística adequada: a mensagem deve ser escrita de forma adequada (e.g., palavras adequadas, termos técnicos da área) a seu receptor para facilitar a compreensão (i.e., projetistas)
- Ênfase: destacar as partes mais importantes da mensagem com elementos de artes gráfica (e.g., negrito, itálico, sublinhado) ou cores que forneçam contraste (e.g., caixa de texto de diferentes cores, fontes de diferentes cores).

As informações levantadas nesta etapa servem de entrada para a próxima atividade, descrita a seguir.

4.2.2 Atividade 2 – Identificar ilustrações

A atividade de identificar ilustrações da sistemática de elaboração dos UDins (Figura 4.6) é dividida em três tarefas: Identificar a imagem de exemplo (tarefa 2.1), descrever o exemplo (tarefa 2.2) e criar abstração (tarefa 2.3). Aqui, o objetivo é sintetizar graficamente as diretrizes, estimulando o projetista visualmente.

Figura 4.6 - Tarefas da atividade 2.



4.2.2.1 Tarefa 2.1 – Identificar imagem de exemplo

A tarefa 2.1 consiste em identificar imagens que irão representar a aplicação das diretrizes na prática, que segundo Steinfeld e Maisel (2012) é importante para a implementação dos princípios. O uso do exemplo consiste em complementar a informação (LINSEY et al, 2006) apresentada na diretriz por meio da apresentação de imagens produtos, reduzindo o esforço cognitivo para a assimilação da informação, facilitando também o armazenamento da informação na memória do projetista, que poderá ser utilizada para resolução de problemas futuros.

Conforme a Figura 4.7, o processo de busca inicia-se com a escolha da plataforma de busca, que pode ser feita em repositórios de imagens ou sites de tecnologia. Uma lista de recomendações de plataforma de busca é apresentada no Quadro C2 do Apêndice C. Feito isso, para orientar a busca por imagens mais relevantes para o problema, são utilizadas palavras-chave relacionadas com a diretriz.

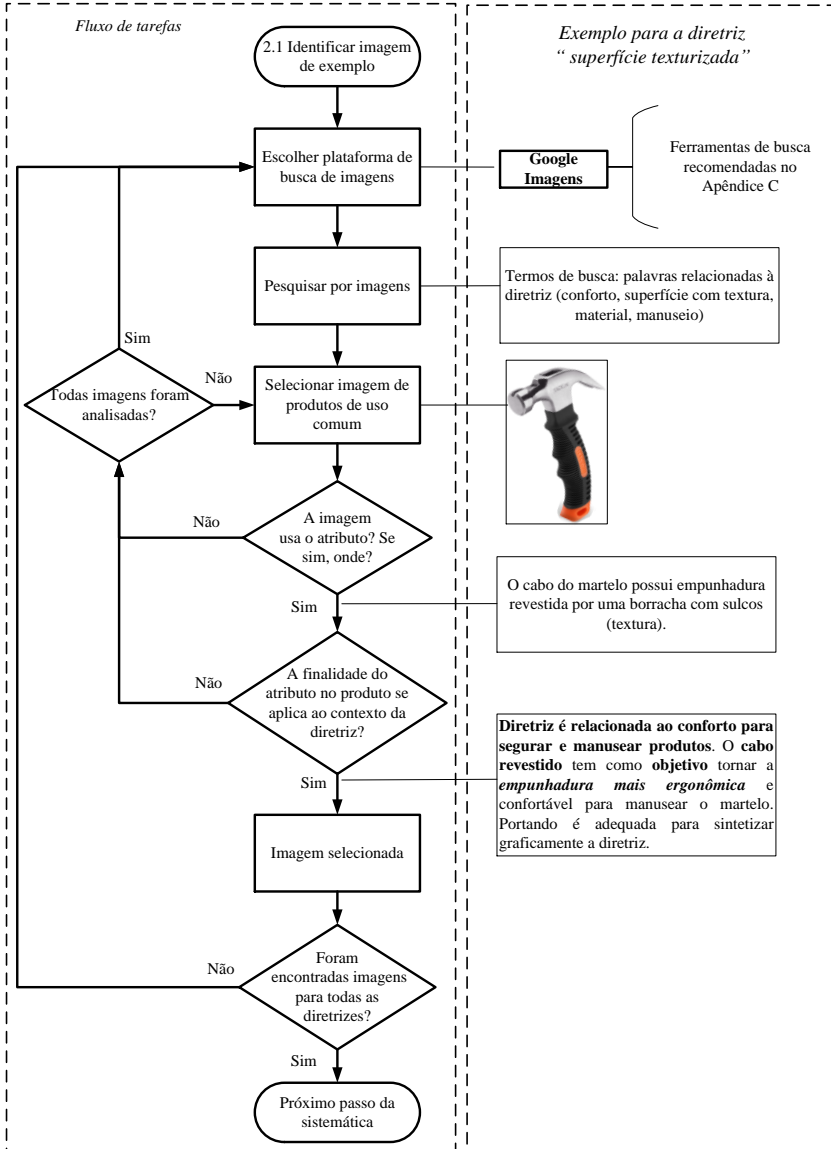
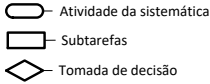
Seguindo o exemplo da diretriz “Superfície texturizada”, utiliza-se as palavras-chave “Conforto, superfície com textura, material, manuseio”. É comum que a busca resulte em mais de uma imagem, neste caso, sempre optar por aquelas mais simples, mais compactas e relacionadas com itens ou objetos do dia a dia.

Uma vez encontrado, deve-se verificar se o produto incorpora em sua estrutura o atributo descrito na diretriz. Além disso, seguindo os direcionadores de seleção, a relevância da imagem também deve ser avaliada,

ou seja, o uso do atributo no produto deve estar de acordo com o contexto apresentado na diretriz.

No exemplo da Figura 4.7 o uso de texturas no cabo tem como função facilitar o manuseio do martelo. A diretriz é ***relacionada ao conforto para segurar e manusear produtos***. O ***cabo revestido tem*** como função ***tornar a empunhadura mais ergonômica e confortável para manusear o martelo***. Portanto é adequada para sintetizar graficamente a diretriz. Esta verificação é importante, uma vez que a imagem deve sintetizar graficamente a diretriz, facilitando a assimilação das informações, aumentando a chance de o indivíduo utilizá-la como fonte de analogia.

Figura 4.7 - Tarefa 2.1 – Identificar imagem do exemplo



4.2.2.2 Tarefa 2.2 - Descrever o exemplo

Na tarefa 2.2 é feita a descrição do exemplo identificado na atividade 2.1, explicitando como a diretriz proposta é utilizada no produto exemplificado. Esta descrição tem como objetivo facilitar a assimilação da relação entre a diretriz (representação textual) e o exemplo (representação gráfica), fornecendo uma alternativa de como incorporar o atributo de produto durante a geração de soluções para o problema.

A descrição da imagem deve conter o nome do produto, como o atributo descrito na diretriz é apresentada no produto e seus principais benefícios para os usuários durante o uso. Aqui deve-se utilizar as recomendações do design da informação apresentadas na atividade 1. Seguindo o exemplo, a descrição do exemplo é *“O martelo Maxcraft™ possui um cabo com superfície texturizada que melhora o conforto e a aderência durante o uso, reduzindo a força necessária para sua utilização.”*

4.2.2.3 Tarefa 2.3 – Criar abstração

A tarefa 3.2 busca criar a abstração que irá representar a diretriz. A criação da abstração representa uma síntese gráfica da descrição da diretriz e do exemplo, estimulando e facilitando a analogia por meio de sua simplicidade e flexibilidade para associação e adaptação de ideias.

Recomenda-se nesta etapa, quando possível, utilizar formas geométricas genéricas ou então ilustrações simples, de forma a facilitar a generalização da diretriz para diferentes contextos de problemas.

Segundo Goldschmidt e Server (2011) habilidade de gerar ideias perante à estímulos está associada à capacidade do projetista em abstrair as informações presentes nestes estímulos, ou seja, criar um conceito geral, e então adaptá-lo para o contexto do problema

4.2.3 Atividade 3 – Configuração do cartão

Por fim, a atividade 3 está relacionada com a configuração do cartão inspirador universal, ou seja, distribuir as informações obtidas nas atividades anteriores no leiaute proposto na Figura 4.1. Conforme apresentado na Figura 4.8, inicialmente tem-se o título do princípio de projeto universal escolhido, que remete à informação de entrada da sistemática de elaboração dos inspiradores universais. Logo abaixo tem-se a descrição do princípio, que é identificada na atividade 1 da sistemática.

Na sequência, tem-se o campo da diretriz, cujas informações estão associadas ao desenvolvimento das tarefas 1.2 e 2.3. Este campo é inicialmente preenchido com o título da diretriz, identificado na tarefa 1.2. Logo abaixo do título, tem-se a abstração, criada na tarefa 2.3, que é seguida da descrição da diretriz, também identificada na atividade 1.2.

Já o campo exemplo é preenchido com as informações levantadas nas tarefas 2.1 e 2.2. Para o preenchimento deste campo primeiramente é colocada a imagem identificada na tarefa 2.1, onde recomenda-se a utilização de imagens em boa resolução e tamanho adequado para proporcionar uma boa visualização por parte do projetista. Abaixo é inserida a descrição da imagem, obtida na atividade 2.2.

Figura 4.8 - Arquitetura da organização das informações para otimização do inspirador universal.



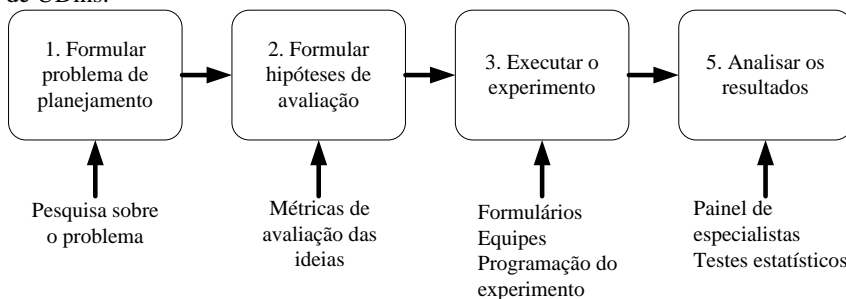
4.3 AVALIAÇÃO DE UDINS

4.3.1 Materiais e métodos

A fim de verificar a contribuição dos inspiradores universais elaborados sob a sistemática proposta seguiu-se o modelo de experimento

envolvendo estudos de criatividade proposto por Rodriguez et al (2011) apresentado na Figura 4.9

Figura 4.9 – Modelo de experimento para o planejamento e execução da avaliação de UDins.



Fonte: adaptado de Rodriguez et al (2011).

A avaliação dos inspiradores universais desenvolvidos começa com a formulação do problema de planejamento de produtos (tarefa 1). As aplicações destes estimuladores aborda problemas envolvendo a temática de projeto universal, que aborda produtos que beneficiam usuários sem limitação em suas capacidades, assim com pessoas com alguma limitação em suas capacidades físicas, sensoriais e cognitivas. No Quadro 4.1 são ilustrados típicos problemas deste campo de aplicação.

Quadro 4.1 -Típicos problemas de projeto universal.

Problema 1 (P1)	<p>Tarefas associadas à higienização: independentemente da capacidade do indivíduo, faixa etária, gênero ou alguma outra característica a higiene pessoal é essencial para o bem-estar e qualidade de vida. Exemplo disso, é a higienização bucal, que exige escovação para deseja manter a saúde bucal. Entretanto, durante a escovação dos dentes, abusar da quantidade de pasta de dente pode trazer muitos problemas para a saúde bucal.</p> <p>Assim a oportunidade da ideação consiste em propor ideias de um produto que auxilie as pessoas na tarefa de dispensar pasta de dente na quantidade correta. O mercado alvo inclui os seguintes grupos de usuários: adultos totalmente hábeis, idosos com perda de agilidade nas mãos, adultos deficiência visual e adultos com deficiência auditiva.</p>
-----------------	---

Problema 2 (P2)	<p>Tarefas associadas à alimentação: a ingestão de frutas é essencial para uma alimentação saudável e devem ser consumidas diariamente. Entretanto, há um histórico de lesões por facas nas atividades domésticas de rotina, como descascar frutas e legumes. Estes ferimentos causam ruptura dos tendões, nervos e ligamentos e geralmente necessitam reparo e cirurgia.</p> <p>Assim, a oportunidade de ideação consiste em desenvolver um produto que auxilie pessoas na tarefa de descascar frutas de formato esférico (e.g. laranja, limão, maçã). O mercado alvo inclui os seguintes grupos de usuários: adultos totalmente hábeis, idosos com perda de agilidade nas mãos, adultos com deficiência visual e adultos com deficiência auditiva.</p>
-----------------	---

Os UDins utilizados no experimento são apresentados no Apêndice D2.

Após a identificação do problema de planejamento de produtos, são definidas as hipóteses (tarefa 2) para posterior avaliação dos resultados da ideação empregando-se os cartões do Apêndice D2. A definição das hipóteses é realizada com base nas métricas apresentadas no Quadro 4.2, para avaliação da contribuição das ferramentas UDins na solução dos problemas. No Apêndice A2, Quadro A3 estas hipóteses são abordadas com maior detalhamento de cada uma delas.

Quadro 4.2 - Hipóteses para o experimento com inspiradores universais.

Hipótese	Métrica	Suposição
H1	Quantidade	O número total de ideias geradas é maior no <i>brainstorming</i> assistido pelos inspiradores universais
H2	Utilidade	Ideias geradas no <i>brainstorming</i> usando inspiradores universais possuem maior utilidade (maior número de funções) que no <i>brainstorming</i> tradicional
H3	Abrangência de mercado	Ideias geradas no <i>brainstorming</i> usando inspiradores universais possuem maior abrangência de mercado (atendem a maior segmentos de mercado) que no <i>brainstorming</i> tradicional

Hipótese	Métrica	Suposição
H4	Usabilidade	Ideias geradas no <i>brainstorming</i> usando inspiradores universais possuem melhor usabilidade (maior quantidade de atributos) do que no <i>brainstorming</i> tradicional

Para verificação das hipóteses após a aplicação do experimento são realizados os testes estatísticos. O Quadro 4.3 apresenta os critérios para aplicação dos testes.

Quadro 4.3 - Critério de escolha para testes estatísticos

Variáveis independentes	Variáveis dependentes	Distribuição	Teste estatístico
1 ou mais	1	Normal ($p < \alpha$)	Teste t Análise de variância (ANOVA)
1	1	Não normal ($p > \alpha$)	Teste U de Mann-Whitney

Legenda:

p: p-valor, estatística de teste ou nível descritivo α : nível de significância

Fonte: Adaptado de Cresswell (2009)

Conforme o Quadro 4.3, primeiramente verificam-se os dados de quantidade, utilidade, abrangência de mercado e usabilidade apresentam distribuição normal por meio do teste de aderência de Anderson-Darling, para após, identificar o teste de hipóteses que melhor se adequa aos dados obtidos.

Se os dados possuem distribuição normal os testes t e análise de variância (ANOVA) são aplicados. Caso os dados apresentem distribuição não normal, o teste U de Mann-Whitney é indicado para realização dos testes (CRESSWELL, 2009; MONTGOMERY, 2004). Para todos os testes estatísticos, o nível de significância (α) adotado é de 0,05 (MONTGOMERY, 2004).

O experimento foi realizado (tarefa 3) com integrantes de uma turma da disciplina de Metodologia de Projeto, 4º semestre da engenharia mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina.

A turma foi dividida em 16 equipes com 3 integrantes cada, distribuídos aleatoriamente, para comporem dois grupos (cada grupo com 8 equipes), de teste e de controle. O grupo de teste realizou Brainstorming com inspiradores universais (BRudins) enquanto o grupo de controle realizou brainstorming

tradicional (BRt) para cada um dos problemas (P1 e P2). A Figura 4.10 mostra os participantes do experimento gerando ideias.

Figura 4.10 - Ilustração da sessão de ideação com os grupos.



A distribuição dos problemas de planejamento e os métodos considerados foram estruturados conforme o Quadro 4.4.

Quadro 4.4 - Estrutura do experimento.

		Grupo C	Grupo D
Dia 1	Problema 1	BRt	BRt
Dia 2	Problema 2	BRt	BRUdins

Por fim, a execução do experimento seguiu a programação proposta no Quadro 4.5.

Quadro 4.5 - Programação do experimento 2.

Programação do experimento 2			
Dia 1		Dia 2	
Atividade	Tempo (min)	Atividade	Tempo (min)
Apresentação do experimento	10	Organização dos grupos em diferentes salas	5
Sorteio e preparação das equipes	5	Apresentação do escopo do problema	10
Apresentação do escopo do problema	10	Apresentação dos UDins junto ao Grupo A	5
Seção de brainstorming	50	Leitura dos Udins pelos participantes	5
		Seção de brainstorming	50
		Aplicação do questionário de avaliação	5

Para cada equipe foi entregue um conjunto de materiais, identificados no Apêndice D: um mapa tecnológico com o problema de planejamento de cada atividade, formulários, inspiradores universais e um questionário para avaliação do experimento (apenas no segundo dia).

O objetivo do questionário é obter uma avaliação qualitativa dos participantes, assim como críticas e opiniões à ferramenta e às atividades executadas no experimento.

O formulário para registro das ideias (Apêndice D) possuem campos para o desenho da Ideia (D), funções (F) que cada ideia possui e características (C) presentes nas soluções geradas. Cada campo é relacionado com as métricas de avaliação das hipóteses de contribuição dos inspiradores universais.

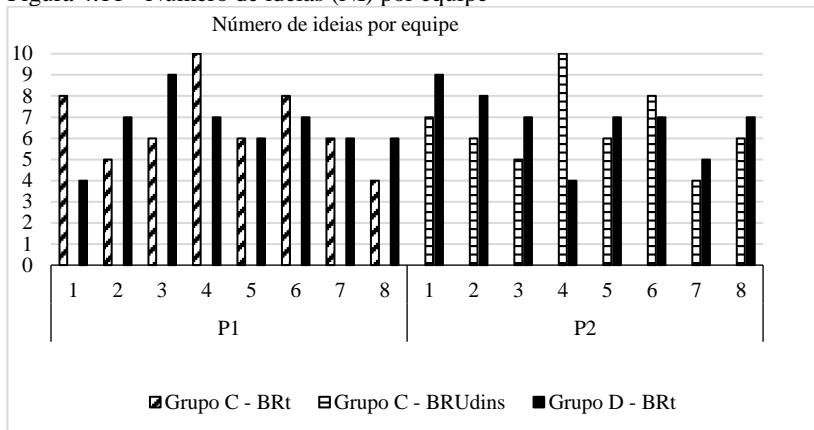
4.3.2 Resultados da avaliação quantitativa de Inspiradores Universais (UDins).

Os testes estatísticos para avaliação do experimento seguem os mesmos critérios (Quadro 4.3) utilizados para a avaliação do experimento 1 (apêndice A), cujas hipóteses estão apresentadas no Quadro 4.2. Quanto ao procedimento para analisar as métricas através do número de ideias (NI),

número de funções (NF), abrangência de mercado (AM) e usabilidade (US) é o mesmo utilizado para o experimento 1, mostrado no apêndice A3.

O resultado da análise de cada um dos problemas encontra-se na íntegra nas Tabelas E.1, E.2, E.3 e E.4 do apêndice E.1. A Figura 4.12 traz o resultado do NI geradas por equipe em cada grupo para cada problema com o devido método.

Figura 4.11 - Número de ideias (NI) por equipe



Com base nos resultados das ideias geradas, o resultado do teste de aderência de Anderson-Darling das amostras é mostrado na Tabela 4.1, com os correspondentes testes estatísticos indicados.

Tabela 4.1 - Teste de normalidade Anderson-Darling dos dados das métricas número de ideias (NI), número de funções (NF), Abrangência de Mercado (AB) e Usabilidade (AU).

Métrica	Problema	Método	Valor p	Teste indicados
Número de ideias (NI)	1	BRt	0,403	Teste-t e ANOVA
		BRt	0,165	
	2	BRUdins	0,316	
		BRt	0,131	
Utilidade (NF)	1	BRt	<0,005	U de mann-whitney
		BRt	<0,005	
	2	BRUdins	<0,005	
		BRt	<0,005	
1	BRt	<0,005	U de mann-whitney	
	BRt	<0,005		

Abrangência de mercado (AB)	2	BRUdins	<0,005	U de mann-whitney
		BRt	<0,005	
Usabilidade (AU)	1	BRt	<0,005	
		BRt	<0,005	
	2	BRUdins	<0,005	
		BRt	<0,005	
Legenda	BRt : Brainstorming tradicional BRUdins : Brainstorming com inspiradores universais			

Os testes empregados e a verificação das hipóteses para as métricas consideradas em cada problema e análise deste resultado são apresentados na Tabela 4.2 e na Tabela 4.3. Estes dados referem-se a somente um dos avaliadores. A análise estatística detalhada e os resultados obtidos pelos outros dois avaliadores é apresentada no apêndice E.

Tabela 4.2 - Resultados estatísticos de verificação das hipóteses para o problema 1.

Métrica	Teste estatístico	Valor p	Análise do resultado
Quantidade	Teste ANOVA	0,884	Não houve diferença para o número de ideias geradas entre os grupos utilizando o brainstorming tradicional para ambos (grupos homogêneos)
Utilidade	Teste U de Mann-Whitney	0,936	Não houve diferença significativa da quantidade de funções presentes nas ideias geradas entre os grupos (grupos homogêneos)
Abrangência de mercado	Teste U de Mann-Whitney	0,239	Não houve diferença significativa na quantidade de segmentos de mercado atendidos entre ideias geradas entre os grupos (grupos homogêneos)
Usabilidade	Teste U de Mann-Whitney	0,361	Não houve diferença significativa entre a quantidade de atributos presentes nas ideias geradas pelos grupos (Grupos homogêneos)

Tabela 4.3 - Resultados estatísticos de verificação das hipóteses para o problema 2.

Métrica	Teste estatístico	Valor p	Análise do resultado
Quantidade	Teste ANOVA	0,776	O uso de estimuladores não favoreceu significativamente a quantidade de ideias geradas quando comparado ao não uso
Utilidade	Teste U de Mann-Whitney	0,106	O uso de estimuladores não favoreceu significativamente maior quantidade de funções nas ideias geradas quando comparado ao não uso
Abrangência de mercado	Teste U de Mann-Whitney	0,002	O uso de estimuladores favoreceu significativamente a geração de ideias que atendem a maior quantidade de segmentos de mercado quando comparado com o não uso.
Usabilidade	Teste U de Mann-Whitney	0,000	O uso de estimuladores favoreceu significativamente maior quantidade de atributos nas ideias quando comparado com o não uso.

4.3.3 Avaliação dos participantes – Análise dos questionários.

O questionário utilizado pelos participantes para avaliar o experimento quanto às atividades desenvolvidas é disponibilizado no Apêndice D. As respostas da avaliação são apresentadas no Apêndice D3.

Na primeira questão, os participantes que utilizaram os estimuladores (grupo C) avaliaram se houve diferença na geração de ideias utilizando os UDins quando comparado ao não uso. Os participantes elaboraram comentários, na grande maioria positivos, relatando as vantagens do uso dos cartões na geração de ideias para o problema proposto, como a visualização dos exemplos que estimulam a geração de ideias com atributos que contribuem para o conforto. Os pontos negativos foram relatados como: Alguns cartões não tinham muita relação com o problema, número reduzido de exemplos nos cartões e sentir-se obrigados a utilizarem os cartões para gerar ideias.

Na segunda questão, também respondida pelos participantes do grupo C as dificuldades mais comuns relatadas pelos participantes foram quando: Adaptar os exemplos ao contexto do problema proposto; dificuldade de pensar em ideias aleatórias frente aos estimuladores. Outros participantes relataram a praticidade de uso, relatando a sinergia entre os estímulos visuais e textuais, relatados como “não existiu dificuldades, os desenhos complementavam as partes escritas e vice-versa.”

Na questão 7, a respeito das observações gerais do experimento, foi identificado que uma maior quantidade e diversidade de exemplos para os cartões auxiliaria na geração de mais ideias, e também facilitaria a adaptação das informações ao problema proposto. É identificado também, que acrescentar informações ao *brainstorming*, seja ela em forma textual ou visual, auxilia na estimulação para gerar concepções.

4.3.4 Considerações finais sobre a avaliação dos UDins.

Os resultados das análises estatísticas e da avaliação dos participantes do experimento mostram que há vantagens no uso dos inspiradores universais na ideação de produtos. Há evidências estatísticas que os UDins auxiliam na geração de ideias com maior abrangência de mercado e usabilidade, sendo isso, exposto pelas características diferenciadas das ideias comparada ao não uso da ferramenta.

As hipóteses do aumento de utilidade das ideias, através do número de funções não se mostrou melhorada com o uso da ferramenta neste experimento. Da mesma forma, a hipótese do aumento da quantidade de ideias geradas evidencia que não houve influência significativa dos UDins.

Para as hipóteses do aumento da quantidade de segmentos de mercado atendidos e atributos de usabilidade, o uso dos UDins se mostrou benéfico, contribuindo significativamente para a geração de ideias com maior

abrangência de mercado e com melhor usabilidade, através de suas características inspiradas na ferramenta de estímulo.

Quanto à observação dos participantes do experimento, com o uso dos recursos dos cartões evidencia-se que há uma redução do tempo em que os participantes estão efetivamente gerando ideias. Esta redução se dá em função da consulta recorrente aos cartões para releitura e análise do seu conteúdo para assimilação e adaptação ao contexto do problema, além dos debates entre os membros dos grupos. Desta forma, o seu uso não implica diretamente na quantidade de ideias geradas, e sim, colabora para geração de ideias com maior qualidade, isto é, maior abrangência de mercado e usabilidade.

Além disso, é verificado que o uso dos estimuladores aumenta e estimula o debate entre os membros da equipe, que contribui para a redução do tempo efetivo para geração de ideias.

No que tange aos conteúdos apresentados nos cartões, a organização em campos distintos facilita a assimilação das informações, potencializando seus benefícios à ideação. É visto que a descrição da diretriz e o seu respectivo exemplo é tido como principal fonte de inspiração para gerar novas ideias, o que é refletido nas opiniões dos participantes. Entretanto, é notado que o uso de apenas um exemplo dificulta em alguns casos a adaptação da diretriz ao contexto do problema. Em função do nível de experiência dos participantes, a generalização e adaptação dos conteúdos do cartão, mesmo com o uso das imagens de abstração, se mostrou difícil conforme relatado pelos mesmos. Neste caso, os participantes apontaram a necessidade de se dispor de mais exemplos para cada cartão, de modo a apresentar maior quantidade de princípios de solução para inspiração.

De modo geral, conclui-se que os Inspiradores Universais contribuem para a geração de ideias com maior usabilidade e abrangência de mercado, embora não seja evidenciado um aumento na quantidade de funções das ideias geradas e na quantidade de ideias geradas pelas equipes.

4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados de aplicação dos UDins mostraram evidências de maior abrangência de mercado das ideias geradas e maior usabilidade, porém não foram encontradas evidências que seu uso contribui para a geração de maior quantidade de ideias.

Da mesma forma, a contribuição dos inspiradores universais para a utilidade das ideias geradas, se mostrou inconclusiva. No experimento 1 os testes estatísticos evidenciaram contribuição significativa da ferramenta para

o aumento da utilidade das ideias, enquanto no experimento 2 os testes estatísticos não evidenciaram o aumento do número de funções ao utilizar os UDins.

Em ambos os experimentos, experimento 1 (apêndice A) e experimento 2, a hipótese do aumento da abrangência de mercado e aumento da usabilidade das ideias geradas foi confirmada. Assim, é possível afirmar que o uso de estímulos em sessões de *brainstorming* é benéfico para geração de ideias mais universais. Considerando o contexto de aplicação, a contribuição dos estimuladores foi evidenciada tanto nos testes estatísticos quanto na avaliação dos participantes.

É observado que ideias geradas com o uso dos inspiradores universais possuem maior quantidade de atributos com foco no conforto e facilidade de uso das ideias, quando comparado às ideias geradas sem o estímulo. Estes atributos derivam do conteúdo apresentado às equipes nos inspiradores universais.

Deste modo, existem evidências de que os inspiradores universais apresentam forte potencial para a melhoria da criatividade das equipes de projeto para os problemas de planejamento e de projeto, onde se buscam soluções de produtos universais.

5 SISTEMATIZAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE PRODUTOS ORIENTADO PELOS INSPIRADORES UNIVERSAIS

Neste capítulo é apresentada a sistemática para o planejamento de produtos orientado pelos inspiradores universais, desenvolvida com base nos conteúdos abordados no capítulo 2, 3 e 4. As atividades e ferramentas de auxílio desenvolvidas foram elaboradas buscando facilitar e potencializar a utilização dos inspiradores universais (UDins) assim como o desenvolvimento destes produtos. Além disso, apresenta-se também a avaliação qualitativa da sistemática proposta.

5.1 PROBLEMÁTICA DE PLANEJAMENTO DE PRODUTOS UNIVERSAIS

Conforme visto no capítulo 2, o planejamento de produtos consiste no levantamento de informações de mercado, produtos e tecnologias para auxiliar na tomada de decisões estratégicas durante o desenvolvimento de produtos, prospectando assim, tendências futuras de mercado. Para auxiliar na organização e visualização destas informações utiliza-se Mapeamento Tecnológico (MT), que consiste em organizar estas informações em camadas (i.e., mercado, produto e tecnologia), facilitando a visualização e direcionamento do desenvolvimento de novos produtos.

Tendo em vista que a projeção de produtos universais busca soluções que atendam a pessoas com e sem limitações em suas capacidades, garantir o levantamento de informações de necessidades dos potenciais usuários do produto é determinante para a universalidade do produto. Para tal, a fonte de informações para a definição do problema de planejamento destes produtos é camada mercado do MT, por serem estas diretamente associadas aos usuários.

No que tange ao preenchimento da camada produto, os métodos de criatividade são empregados para auxiliar na ideação de novos produtos para o período futuro. Dentre os métodos, conforme visto no capítulo 2, o *brainstorming* é amplamente utilizado na indústria para promover a inovação, entretanto a fixação funcional afeta a geração de ideias, reduzindo o espaço explorado para busca por soluções, o que reduz o fluxo de ideia e tende a repetição do mesmo princípio de solução.

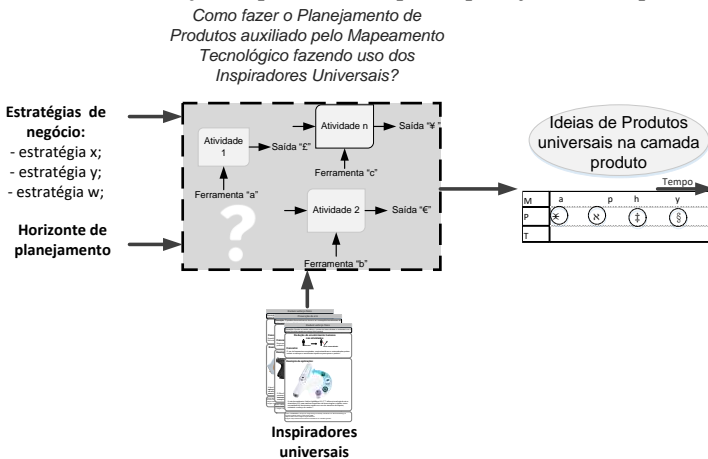
As soluções de produtos universais demandam criatividade dos projetistas, uma vez que devem conter atributos que atendam a diferentes

requisitos com o mesmo nível de conforto. Neste aspecto, o uso dos UDins nas sessões de ideação busca agregar informações ao processo criativo, facilitando a aplicação dos princípios de projeto universal, por meio da assimilação, generalização e adaptação de informações que agregam utilidade ao produto e potencializam sua universalidade, ou seja, sua capacidade em atender maior quantidade de diferentes tipos usuários.

Ao utilizar os inspiradores universais no processo criativo do planejamento de produtos, parte-se do processo de projeto baseado no problema, onde informações das estratégias de negócio da empresa são utilizadas para delimitar o escopo do problema de planejamento. Com o levantamento de informações de requisitos de usuário baseado nas capacidades necessárias para interagir com o produto, pretende-se priorizar os UDins para o seu uso na etapa de ideação do planejamento de produtos, conforme a sua relevância para a solução do problema.

A problemática para a sistemática de planejamento de produtos universais determina a problemática de planejamento é representada pela Figura 5.1, cuja informação de entrada são as estratégias de negócio e o horizonte de tempo para o qual se deseja planejar. Como resultado de saída, têm-se as ideias de produtos universais, resultantes da geração de ideias estimulada pelos UDins

Figura 5.1 - Contextualização da problemática para o planejamento de produtos.



Fonte: do próprio autor.

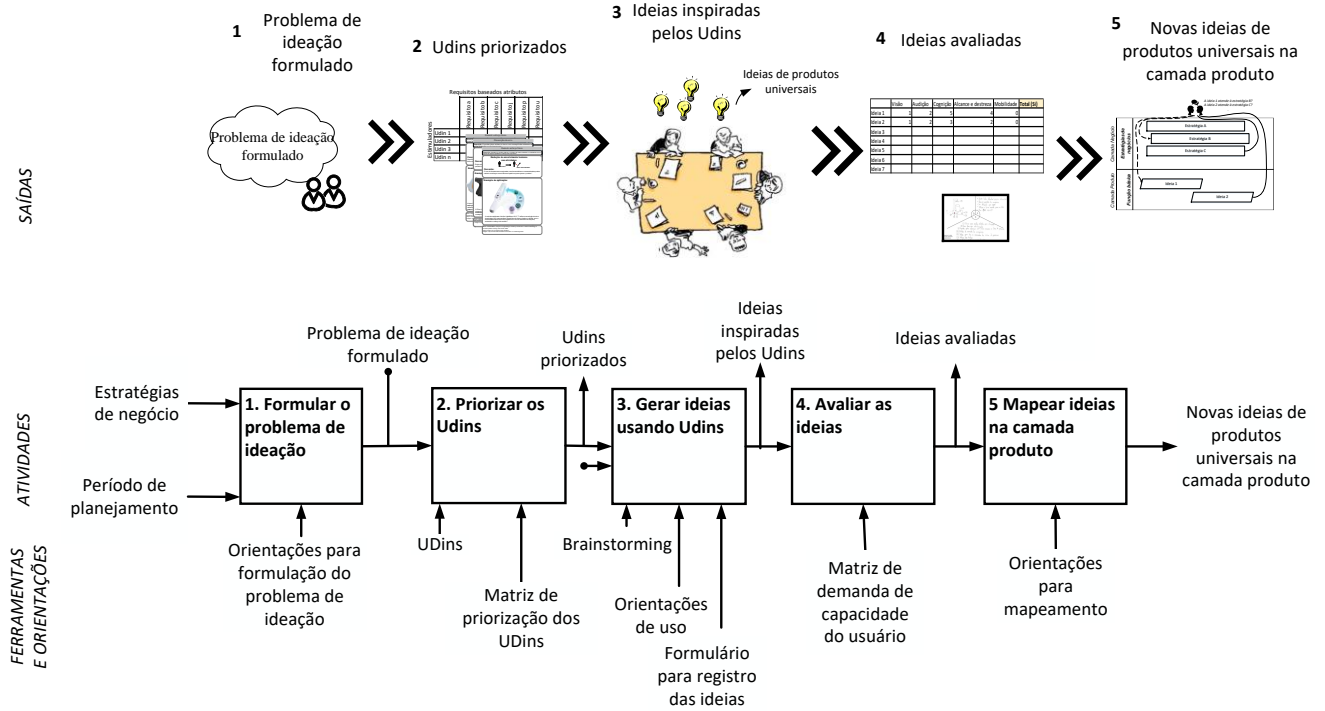
A vantagem da utilização dos estimuladores universais é seu auxílio na orientação de como os princípios de projeto universal podem ser aplicados no planejamento de produtos, superando a fixação funcional durante a busca por estas soluções. Ao fornecer analogias com produtos já existentes, cujas características contribuem para a melhoria da usabilidade e redução da demanda de capacidades específicas dos usuários, as ideias inspiradas nestes estimuladores possuem maior utilidade, usabilidade. Ideias de produtos universais, que atendam a diferentes tipos de usuário por meio de diferentes atributos e princípios de solução inovadores se apresentam como oportunidade para as empresas se manterem competitivas no espaço de mercado.

Desta forma, a problemática busca como realizar o planejamento de produtos universais auxiliado pelo mapeamento tecnológico fazendo uso dos inspiradores universais como ferramenta de auxílio à geração de ideias.

5.2 VISÃO GERAL DA SISTEMÁTICA PROPOSTA

O planejamento de produtos orientado pelos inspiradores universais é estruturado conforme o modelo apresentado na Figura 5.2.

Figura 5.2 - Fluxo de atividades de Sistemática de Planejamento de produtos orientado pelos inspiradores universais.



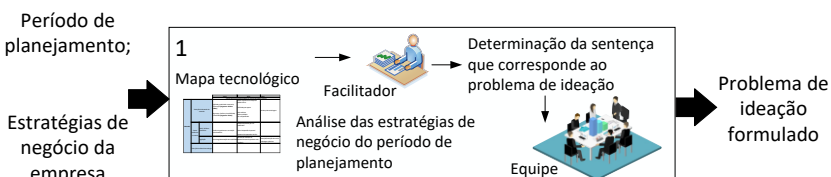
A sistemática é constituída das atividades de: (1) Formular o problema de ideação, (2). Priorizar os UDins; (3) Gerar ideias usando Udins; (4) Avaliar as ideias e (5) Mapear ideias na camada produto, que serão descritas e ilustradas nas seções que seguem.

5.2.1 Atividade 1 - Formular o problema de ideação

O planejamento de produtos orientado pelos inspiradores universais inicia-se pela formulação do problema de ideação (Figura 5.3), por meio da formulação de uma sentença que sintetiza as estratégias de negócio no período de planejamento desejado em termos abstratos, reduzindo a fixação funcional para o processo criativo. Esta atividade é executada por um facilitador, que também será responsável por fazer o registro de todas as decisões que ocorrem durante as atividades da sistemática.

Para formular o problema de ideação o facilitador deve analisar as informações das estratégias de negócio da empresa para o período de planejamento. Durante a análise das estratégias devem-se observar aquelas que apresentam objetivos complementares para novos produtos.

Figura 5.3 - Atividade 1: Formular o problema de ideação.



Em um exemplo hipotético, as **estratégias de negócio** da empresa para uma linha de produtos de **acessórios para consumo de vinhos** para os segmentos de mercado de **Idosos** e **Adultos** para um período de **curto prazo** são:

- Produto para **abrir** garrafa de vinhos
- Produto auxiliar a **dosagem da quantidade** de vinho servida
- Produto para **medir a temperatura** do vinho

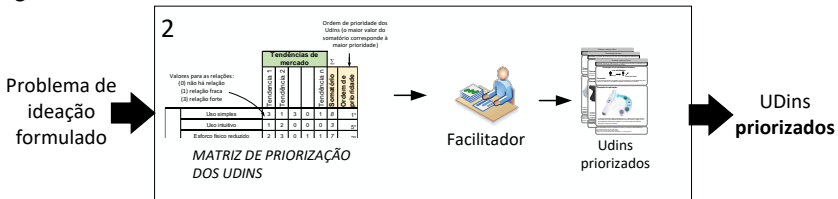
Com base nestas estratégias, identifica-se a relação entre as duas primeiras estratégias (i.e., abrir para **retirar** vinho da garrafa e dosar a quantidade de vinho **retirada** da garrafa). Assim, uma sentença que sintetiza os objetivos relacionados de forma abstrata, que neste exemplo é: “**novo**

abridor de garrafas de vinho que permita controlar a dosagem da quantidade servida, facilitando a execução da tarefa para idosos e para adultos”. A sentença do problema de ideação serve de entrada para a próxima atividade da sistemática.

5.2.2 Atividade 2 – Priorizar os UDins

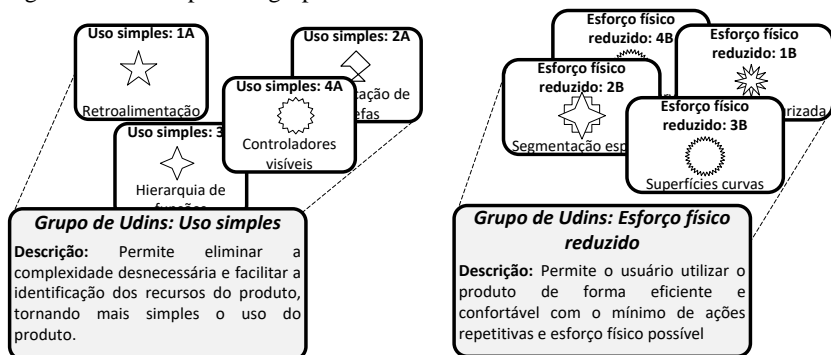
A segunda atividade da sistemática, se destina à priorização dos UDins de acordo com a sua relação com as tendências de mercado associadas ao período de planejamento desejado, ilustrado na Figura 5.4. Tendo em vista que as tendências correspondem às necessidades a serem atendidas, o uso destas para a priorização possibilita identificar os UDins com maior relevância de contribuição para o contexto do problema de ideação. Desta forma, em função do número de estimuladores e possíveis restrições de tempo da equipe, a priorização proposta contribui para que equipe foque nos UDins de maior relação com o problema de ideação.

Figura 5.4 - Atividade 2 - Priorizar os UDins.



Os UDins apresentam diretrizes e exemplos para incorporar os princípios de projeto universal nas soluções. Foram agrupados por princípios de projeto universal, por possuírem objetivos semelhantes (i.e., objetivo do princípio de projeto universal), conforme ilustrado na Figura 5.5. Os grupos e UDins são apresentados na íntegra no Apêndice H

Figura 5.5 - Exemplo de agrupamento dos UDins.



Para priorizar os grupos de UDins conforme as tendências de mercado é proposta a matriz de auxílio à priorização dos UDins, apresentada na Figura 5.6.

Figura 5.6 - Matriz de auxílio à priorização dos UDins.

Ordem de prioridade dos Grupos de Udins (o maior valor do somatório corresponde à maior prioridade)

Valores para as relações:
 (0) não há relação
 (1) relação fraca
 (3) relação forte

Grupo de Udins	Tendências de mercado					Σ	Ordem de prioridade
	Tendência 1	Tendência 2			Tendência n		
Uso simples	3	1	3	0	1	8	1º
Uso intuitivo	1	2	0	0	0	3	5º
Esforço físico reduzido	2	3	0	1	1	7	2º

Como pode-se visualizar na Figura 5.6 os grupos de UDins, são elencados nas linhas e as tendências de mercado do período de planejamento desejado são inseridas nas colunas. Para o preenchimento da matriz deve-se cruzar os grupos de UDins com cada uma das tendências de mercado e definir um peso que corresponde à relação entre as informações.

Para análise de relação entre os UDins e as tendências de mercado sugere-se o seguinte questionamento: “*Qual a relação entre o princípio de projeto universal x ... e a tendência de mercado y ... ?*” (e.g., Qual a relação entre o princípio de projeto universal *Uso simples* e a tendência aumento de *utensílios domésticos com tecnologia embarcada*?). Para cada uma das relações deve-se atribuir um peso, que corresponde ao potencial do grupo de UDins em estimular a proposição de ideias alinhadas às tendências de mercado. Conforme ilustrado, as relações propostas são: “**peso (3) – relação forte**; **peso (1) – relação fraca** e **peso (0) – não há relação**.”

Após o preenchimento da matriz de auxílio à priorização, somam-se os pesos associados a cada grupo de UDins em linha e indica-se o valor obtido na penúltima coluna da matriz. Na sequência, deve-se indicar a ordem de prioridade dos grupos de UDins na última coluna (i.e., quanto maior o somatório total do grupo de UDins, maior sua prioridade e maior seu potencial para estimular a ideação do problema de planejamento).

Tendo em vista que a quantidade de cartões desenvolvidos em cada grupo de UDins pode variar (e.g. 5 cartões do princípio “Uso Simples” e 15 cartões do princípio “Esforço físico reduzido”) e que, eventualmente, mais de um grupo de UDins pode ser relevante para solucionar o problema, o facilitador deve solicitar que a equipe escolha ao menos um cartão de cada grupo de maior prioridade (e.g. 1 cartão do grupo “Uso simples” 1 cartão do grupo “Esforço físico reduzido”). Para auxiliar na escolha sugere-se a comparação aos pares entre os cartões de um mesmo grupo utilizando uma matriz de comparação aos pares, conforme apresentado por Stoll (1999).

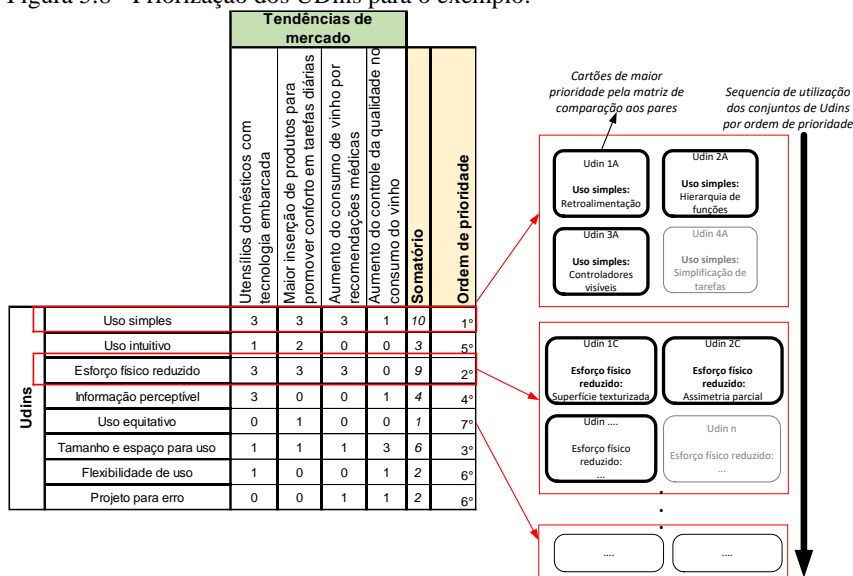
Para utilização da matriz, apresentada na Figura 5.7, compara-se cada cartão a cada um dos outros, decide-se qual o mais importante e atribui-se o valor 1, e ao outro, valor 0. Quando dois cartões são considerados igualmente importantes, atribui-se o valor 0,5 a cada um. Após preenchidas todas as células da matriz, somam-se os valores de cada linha obtendo-se os pesos absolutos S_i . Por último, determinam-se os pesos relativos (w_i) dos cartões dividindo cada valor S_i pelo somatório total da coluna S_i . Quanto maior o peso relativo, maior a prioridade do cartão Udin dentro do seu grupo.

Figura 5.7 - Matriz de comparação aos pares.

	Udin 1A	Udin 2A	Udin 3A	Udin 4A	(Si)	Peso (wi)
Udin 1A	0	1	0,5	0	1,5	0,2
Udin 2A	1	0	0,5	0,5	2	0,266667
Udin 3A	0,5	1	0	1	2,5	0,333333
Udin 4A	0,5	0,5	0,5	0	1,5	0,2
Total					7,5	1

Seguindo o exemplo do problema de ideação identificado na atividade anterior, o resultado da priorização decorrente da análise do facilitador resultou na ordem de prioridade da Figura 5.8.

Figura 5.8 - Priorização dos UDins para o exemplo.



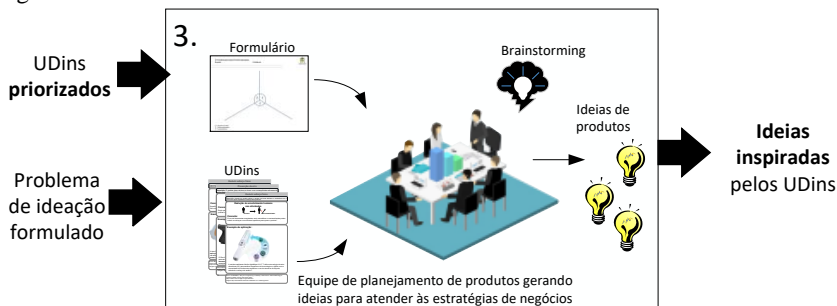
Como visto na Figura 5.8, o grupo de UDins relacionados ao princípio de projeto universal “Uso simples” e “Esforço físico reduzido” apresentaram maior prioridade para o problema de ideação exemplificado.

Como saída da atividade 2 tem-se os grupos de UDins priorizados conforme as tendências de mercado do correspondente período de planejamento.

5.2.3 Atividade 3– Gerar ideias usando os UDins

A terceira atividade da sistemática consiste em gerar ideias usando os inspiradores universais (UDins). Para isso, recomenda-se o uso do brainstorming com orientações para uso dos UDins e uso de formulário para registro das ideias, conforme ilustrado na Figura 5.9.

Figura 5.9 - Atividade 3: Gerar ideias usando os Udins.

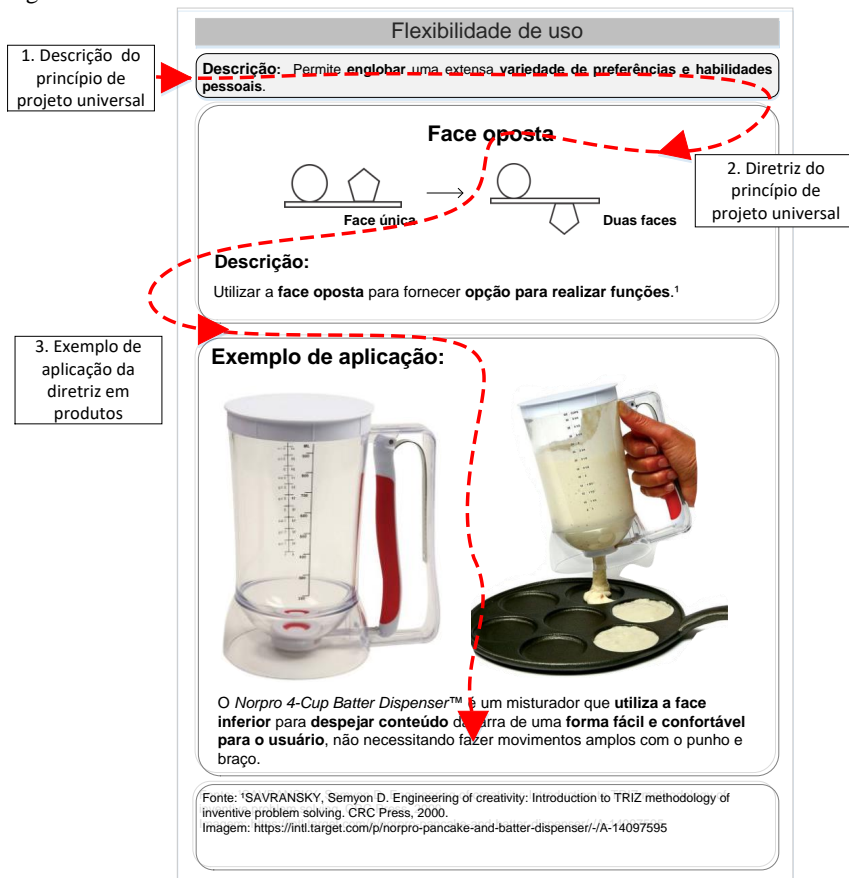


As informações de entrada para esta atividade são os UDins selecionados de acordo com a priorização realizada na atividade anterior. Eles servem de estímulo externo ao brainstorming, fornecendo conteúdo para analogia. Nesta atividade, o facilitador do processo deve orientar a leitura do UDins antes do início da discussão, para facilitar a abstração das suas informações e estimulação às analogias.

A partir destas instruções, a equipe deve discutir como solucionar o problema em questão com o auxílio do conteúdo apresentado nos estimuladores selecionados, assim como usando seus estímulos internos (experiências individuais). As soluções propostas devem ser registradas no formulário apresentando a sua descrição textual e ilustração, de forma a facilitar o posterior entendimento e avaliação das mesmas.

No que concerne aos UDins, sugere-se que anteriormente ao início da sessão de ideação cada participante se familiarize com os princípios de projeto universal e as diretrizes apresentadas nos cartões fazendo a leitura dos mesmos. Como orientação para a leitura dos cartões, e posterior uso, de forma a potencializar a assimilação dos conteúdos, é proposta a ordem de leitura indicada na Figura 5.10.

Figura 5.10 - Ordem da leitura dos UDins.

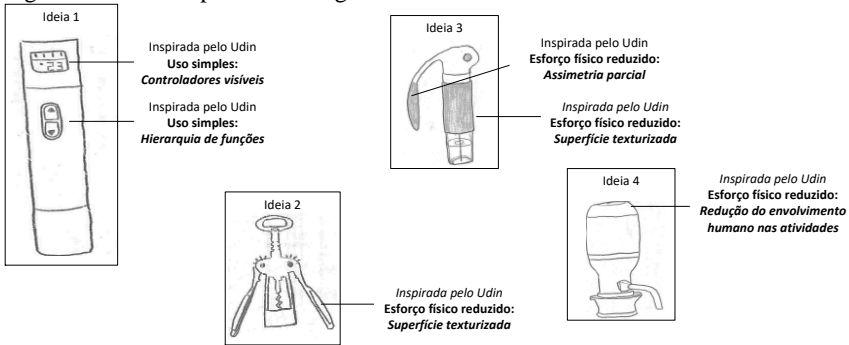


Conforme apresentado na Figura 5.10, a leitura do UDins deve ser iniciada pelo princípio de projeto universal, onde é descrito o seu objetivo no desenvolvimento de produtos. De forma apresentar uma alternativa de como o princípio pode ser aplicado, faz-se a leitura da descrição da diretriz, e uma imagem genérica, que sintetiza graficamente a diretriz e facilita a abstração da informação. Após este entendimento inicial da diretriz, tem-se um exemplo de aplicação da diretriz em produtos, cuja finalidade, além de facilitar a assimilação da diretriz, apresentar alternativa de como o princípio pode ser incorporado nas soluções, como mecanismo para estimular o

processo criativo por meio da realização de assimilação e adaptação das informações.

Seguindo o exemplo do problema “*novo abridor de garrafas de vinho que permita controlar a dosagem da quantidade servida para idosos e adultos*”, algumas ideias geradas pelos UDins são apresentadas na Figura 5.11.

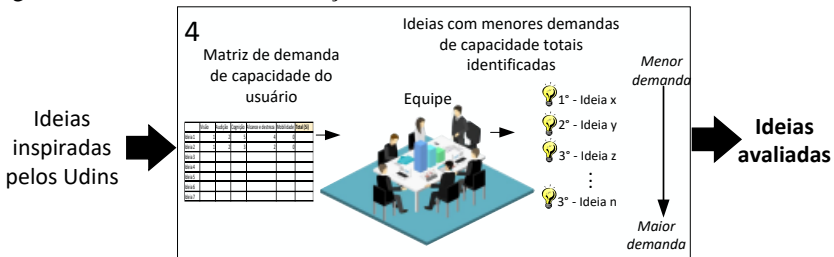
Figura 5.11 - Exemplo de ideias geradas com o uso dos UDins.



5.2.4 Atividade 4 – Avaliar as ideias.

Nesta atividade as ideias geradas devem ser avaliadas com base na demanda de capacidade dos usuários, conforme ilustrado na Figura 5.12. Considerando os conteúdos revisados no capítulo 3, ideias com menor demanda de capacidade do usuário tem maior potencial de universalidade, isto é, maior potencial para atender usuários com diferentes limitações em suas capacidades, aumentando a abrangência de mercado.

Figura 5.12 - Atividade 4: Avaliação das ideias



Para isso, é proposta uma matriz de demanda de capacidade do usuário, conforme mostrado na Figura 5.13. Para avaliação, recomenda-se utilizar como critérios as capacidades com maior relevância para interagir com o produto industriais (e.g, eletrodomésticos, utensílios domésticos, dispositivos de comunicação, entre outros), que conforme vista no capítulo 3, é descrita por Clarkson et al (2007) como sendo:

- **Visão e Audição** (sensoriais): permite o usuário perceber e extrair informações sobre o produto
- **Cognição** (cognitivas): permite o usuário processar as informações e estabelecer relações lógicas que irão permitir a execução correta das ações motoras (1)
- **Alcance/destreza e mobilidade** (motoras): permite os usuários agir sobre o produto.

Figura 5.13 - Matriz de demanda de capacidade do usuário.

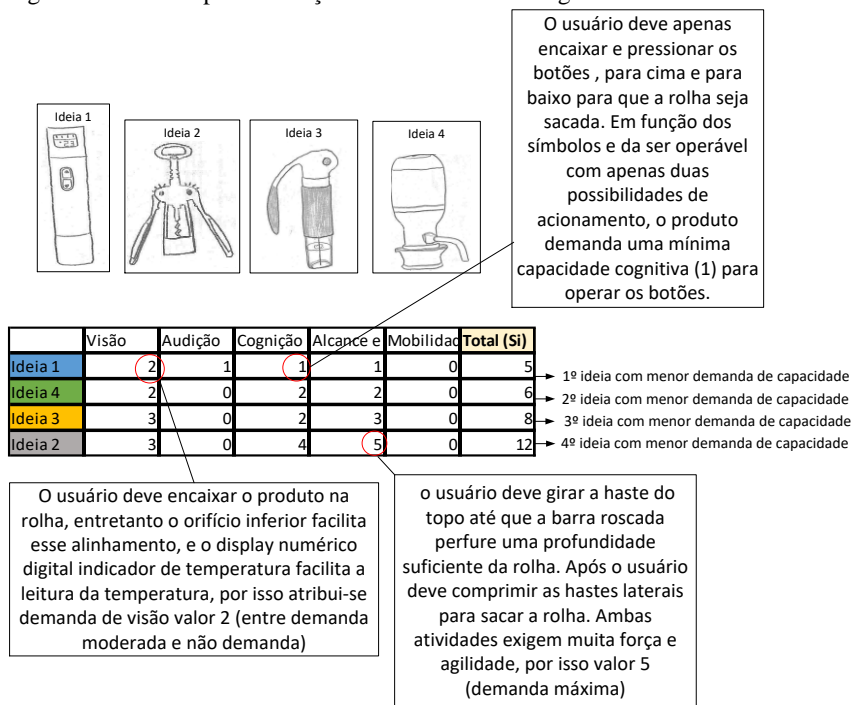
	Visão	Audição	Cognição	Alcance e destreza	Mobilidade	Total (Si)
Ideia 1						
Ideia 2						
.....						
Ideia n						

Para guiar o processo, faz-se o seguinte questionamento: *“Utilizando uma escala de 0 a 5, em que valor a ideia demanda a capacidade ‘x’ do usuário para o uso do produto? Sendo: (0) não demanda e (5) demanda máxima”*. Na matriz, o resultado da avaliação é calculado pela soma dos valores de demanda de cara capacidade, que é dado pelo somatório da linha (Si).

Uma vez que as ideias são avaliadas, esta informação serve de entrada para a próxima atividade da sistemática.

Seguindo o exemplo do *novo abridor de garrafas de vinho que permita controlar a dosagem da quantidade servida para idosos e adultos*, tem-se a avaliação das ideias geradas com o uso dos UDins durante a sessão de ideação, conforme ilustrado na Figura 5.14.

Figura 5.14 - Exemplo de seleção das melhores ideias geradas.



Como visto na Figura 5.14, a avaliação das demandas de capacidade de cada usuário resultou na identificação das ideias com menor demanda de capacidade. O resultado da avaliação das ideias serve de entrada para a última atividade da sistemática, que é descrita na sequência.

5.2.5 Atividade 5 – Mapear ideias na camada produto.

A última atividade da sistemática tem o propósito de mapear as ideias de novos produtos obtidas no brainstorming estimulado pelos Udins. Esse mapeamento consiste em relacionar e alinhar as ideias de produtos universais com as estratégias de negócio para o período de planejamento considerado.

Aqui são dadas recomendações gerais para o mapeamento. Para maiores detalhes do processo, deve-se consultar os trabalhos de Ibarra (2015) e Fernandes (2016). As recomendações gerais são:

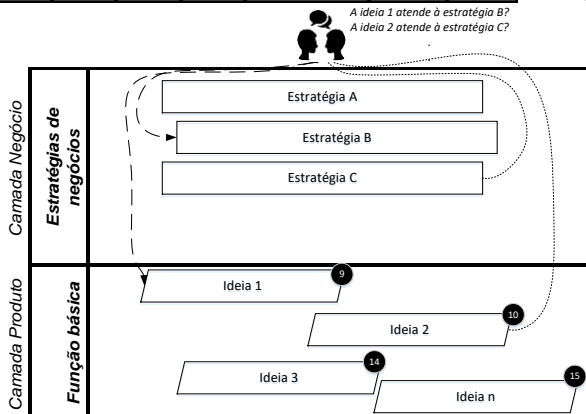
- Relacionar as ideias com as estratégias de negócio do período de planejamento com o seguinte questionamento “A ideia do novo produto x atende à estratégia de negócio a?”;
- Alocar as ideias abaixo da estratégia que atende;
- Identificar junto à cada ideia no mapa a demanda total de capacidade do usuário.

Nesta atividade, as ideias são organizadas para configurar a cada produto do mapa tecnológico, conforme é apresentado na Figura 5.15. Ao posicionar à ideia no mapa deve-se identificar cada ideia com seu respectivo valor de demanda de capacidade total do usuário identificado na atividade anterior. Esta identificação permite a equipe de projeto visualizar quais ideias tem maior prioridade de implementação, tendo em vista que quanto menor a sua demanda de capacidade, maior sua prioridade de implementação.

Figura 5.15 – Mapear ideias na camada *Produto*.

	Visão	Audição	Cognição	Alcance e destreza	Mobilidade	Total (SI)	
Ideia 1	3	2	1	2	1	9	→ 1° Ideia com melhor classificação
Ideia 2	2	4	2	2	0	10	→ 2° Ideia com melhor classificação
Ideia 3	4	4	3	1	2	14	→ 3° Ideia com melhor classificação
Ideia n	4	4	3	2	2	15	→ 4° Ideia com melhor classificação

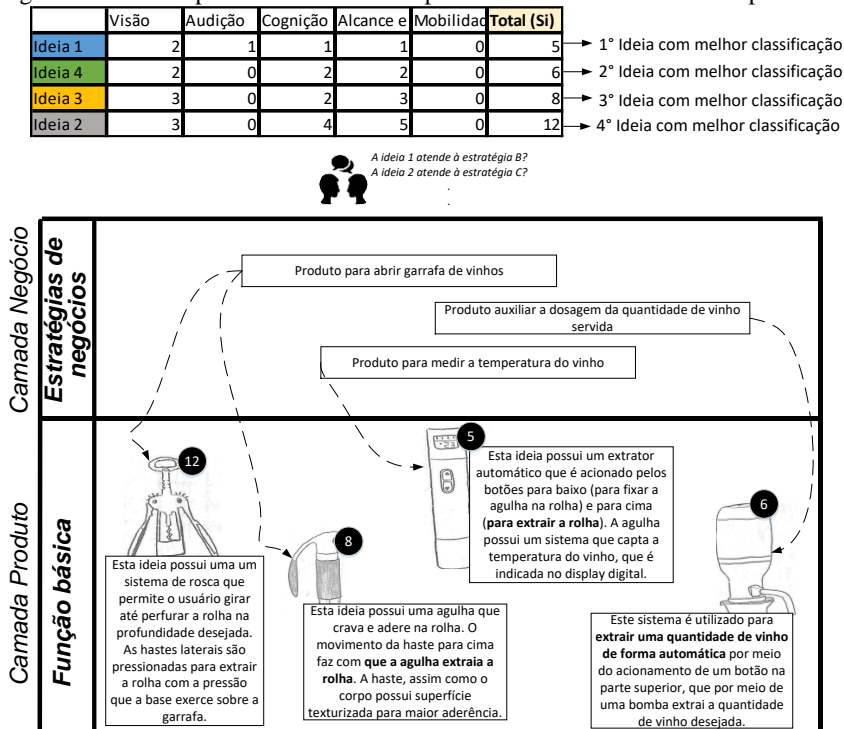
A ideia 1 atende à estratégia B?
A ideia 2 atende à estratégia C?



Como saída da atividade 6 tem-se as ideias de novos produtos mapeadas na camada *Produto*, posicionadas conforme a prioridade de implementação. Ou seja, conforme o atendimento ao problema de ideação da atividade 1.

Seguindo o exemplo da atividade anterior, as ideias selecionadas são posicionadas seguindo as recomendações para o mapeamento das ideias na camada produto, conforme ilustrado na Figura 5.16.

Figura 5.16 - Exemplo de atividade de mapeamento das ideias na camada produto.



Conforme ilustrado na Figura 5.16, as ideias foram alocadas de acordo o atendimento às estratégias de negócio do dado período de planejamento (e.g., abridor com leitor de temperatura alinhado à estratégia de “produto para medir temperatura do vinho” e estratégia “produto para abrir garrafa de vinho”), junto com o valor que indica a sua demanda de capacidade total.

5.3 AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA SISTEMÁTICA PROPOSTA

A sistemática proposta é avaliada com a finalidade de verificar sua clareza, profundidade, completeza e contribuição. Desta forma, é avaliado se

o desdobramento das suas atividades é adequado para solucionar a problemática da seção 5.1.

Esta seção aborda o procedimento de pesquisa-ação, uma vez que o pesquisador e os participantes estão envolvidos em um estudo experimental para avaliação da eficácia da sistemática em uma aplicação prática.

5.3.1 Materiais e métodos da avaliação

A avaliação da sistemática se deu em 6 etapas, sendo elas: (1) apresentação da ferramenta UDins; (2) apresentação oral e gráfica das 5 atividades da sistemática SPIU; (3) apresentação do problema do estudo de caso; (4) realização da atividade 3 da sistemática; de ideação; (5) realização da atividade 4 da sistemática, de avaliação das ideias; e (6) aplicação do questionário de avaliação.

A primeira etapa (1) faz a apresentação da ferramenta UDins. As etapas (2), (3); (4) e (5) tem como objetivo analisar a aplicabilidade e contribuição da sistemática proposta. Na segunda etapa (2) são apresentadas as atividades da SPIU; na etapa (3) é apresentada a problemática do estudo de caso e nas etapas (4) e (5) a execução de parte da SPIU. Por fim, a etapa (6) registra as opiniões dos avaliadores quanto aos objetivos dos critérios de avaliação.

A organização das etapas com seus respectivos tempos é apresentada no Quadro 5.1.

Quadro 5.1 - Organização da avaliação da sistemática SPIU.

Etapas da avaliação	Duração
1. Apresentação da ferramenta Inspiradores Universais (UDins)	10 min
2. Apresentação das 5 atividades da sistemática	15 min
3. Apresentação do problema do estudo de caso	5 min
4. Realização da atividade 3 da sistemática, de ideação.	40 min
5. Realização da atividade 4 da sistemática, de avaliação das ideias	15 min
6. Avaliação da sistemática	5 min

Fonte: o autor.

A avaliação feita na etapa (6) se deu por meio de um questionário (Apêndice G), respondido pelos participantes do estudo. Os perfis dos avaliadores é mostrado no Quadro 5.2.

Quadro 5.2 - Perfil dos avaliadores da sistemática.

Perfil dos participantes	
Participante 1	Engenheiro mecânico, mestre na área de projeto de sistemas mecânicos, doutorado em andamento, 7 anos de experiência em pesquisa e desenvolvimento de produtos.
Participante 2	Engenheiro mecânico, mestrando em engenharia mecânica na área de projeto de sistemas mecânicos com 3,5 anos de experiência em pesquisa e desenvolvimento de produtos.
Participante 3	Engenheiro mecânico, mestre na área de projeto de sistemas mecânicos, com 4 anos de experiência em pesquisa e desenvolvimento de produtos.
Participante 4	Engenheiro mecânico, mestre na área de projeto de sistemas mecânicos, com 3 anos de experiência em pesquisa e desenvolvimento de produtos.
Participante 5	Engenheiro mecânico, mestre na área de projeto de sistemas mecânicos, doutorado em andamento, 6 anos de experiência em pesquisa e desenvolvimento de produtos.

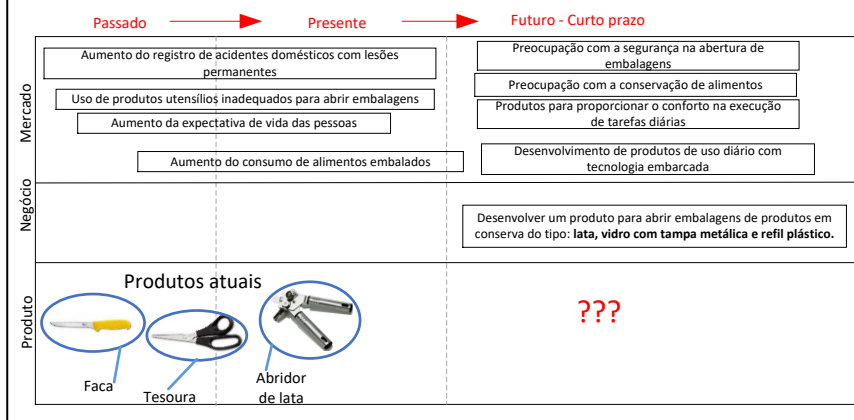
De forma a direcionar a aplicação prática da atividade 3 e 4 da sistemática SPIU, o problema de ideação, previamente estabelecido pelo facilitador conforme as orientações da atividade 1 da sistemática, foi entregue aos participantes. O problema é descrito como **um produto para auxiliar a tarefa de abrir embalagens do tipo refil plástico, vidros com tampa metálica e latas para os segmentos de mercado idosos e adultos**. Um texto explicativo e um mapa tecnológico hipotético parcial do problema de planejamento foi entregue aos participantes, apresentados no Quadro 5.3.

Quadro 5.3 - Problema de ideação entregue aos participantes.

A **dificuldade em abrir embalagens** é um problema corriqueiro na vida dos consumidores. Nos casos em que o **consumidor apresenta alguma limitação em suas capacidades, seja ela motora, sensorial ou cognitiva, essa tarefa se torna mais difícil e frustrante**, e ocasionalmente, gera algum tipo de **lesão para o consumidor** ou então algum **desperdício de alimentos**. Geralmente estes acidentes ocorrem quando o usuário tenta manusear ou abrir as embalagens com objetos como faca, tesoura entre outros objetivos pontiagudos, gerando, principalmente lesões na mão ou na ponta dos dedos (Granda, 2015). Conforme o Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (2011), **dentre as embalagens que apresentam maior dificuldade estão os vidros com tampa metálica, latas e refil plástico**.

Sob a principal estratégia para um período de curto prazo, uma empresa busca desenvolver um produto que auxilie na tarefa de abrir embalagens de produtos em conserva do tipo: refil plástico, vidro com tampa metálica e latas, evitando a ocorrência lesões e/ou perda de alimentos. **O mercado alvo inclui os seguintes segmentos: adultos e idosos**, tendo em vista que idosos tendem a possuir suas capacidades motoras, cognitivas e sensoriais reduzidas. O mapa tecnológico da Figura 1 mostra uma visão parcial do planejamento para este produto.

Figura 1. Visão parcial do mapa tecnológico para produtos que idosos e adultos a abrir embalagens.



Para executar a tarefa, os participantes receberam formulários para preencher durante o brainstorming, o mapa tecnológico sobre a oportunidade (Quadro 5.3) e os Inspiradores Universais já priorizados pelo facilitador, cujo resultado é apresentado na Figura 5.17. Os grupos de UDins utilizados para a atividade foram “Flexibilidade de Uso”, “Esforço físico reduzido” e “Informação perceptível”.

Figura 5.17 - Priorização dos grupos de UDins para o estudo de caso.

		Tendências de mercado				Somatório	Ordem de prioridade
		Preocupação com a segurança na abertura de embalagens	Preocupação com a conservação de alimentos	Produtos para proporcionar o conforto na execução de tarefas diárias	Desenvolvimento de produtos de uso diário com tecnologia embarcada		
Grupo de UDins	Uso simples	1	0	0	3	4	4°
	Uso intuitivo	3	0	0	0	3	5°
	Esforço físico reduzido	3	0	3	0	6	2°
	Informação perceptível	1	3	0	1	5	3°
	Uso equitativo	0	0	0	0	0	7°
	Espaço para uso	0	0	1	0	1	6°
	Flexibilidade de uso	1	0	3	3	7	1°
	Projeto para erro	3	1	0	0	4	4°

A Figura 5.18 mostra os participantes durante o brainstorming usando a ferramenta UDins (etapa 4). Após a realização da sessão de brainstorming, os participantes avaliaram as ideias (etapa 5) geradas utilizando as ferramentas e orientações da atividade 5 da sistemática SPIU.

Figura 5.18 - Participantes realizando o *brainstorming* estimulado pelos inspiradores universais.

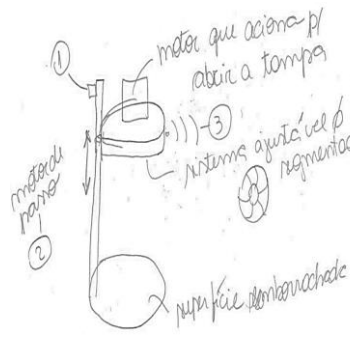
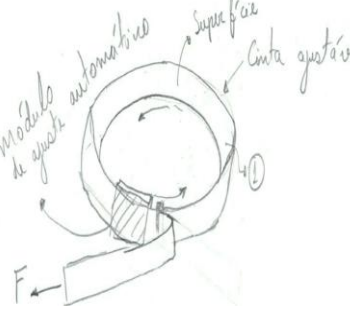
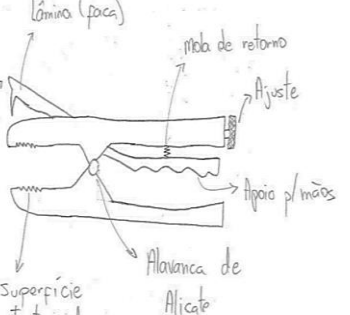


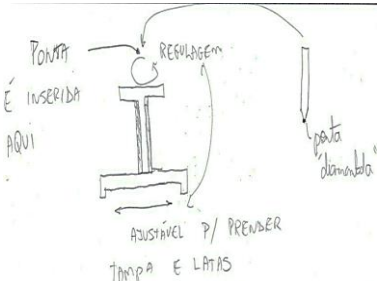
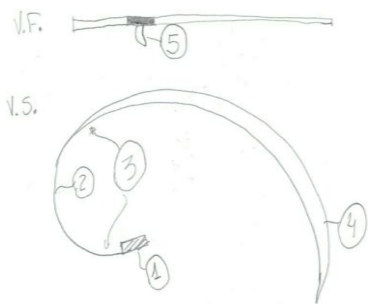
5.3.2 Resultados e observações da avaliação

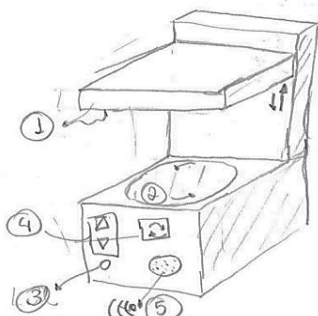
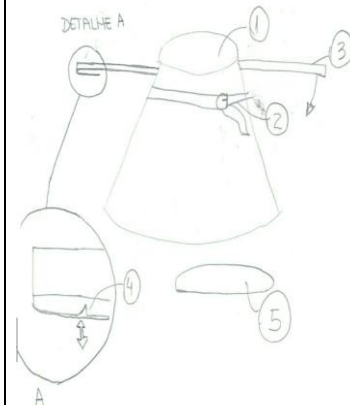
As ideias geradas para o problema de ideação usando a sistemática SPIU e os UDins são apresentadas no Quadro 5.4, que foi elaborado para facilitar a visualização da relação das ideias com os UDins. As colunas remetem às imagens da ideia, suas funções, características, o conteúdo dos UDins utilizados e a relação da ideia com o conteúdo dos UDins. Na maioria das ideias, os UDins utilizados para gerar a ideia foram identificados no formulário pelos participantes. Os formulários preenchidos com as ideias encontram-se no apêndice H

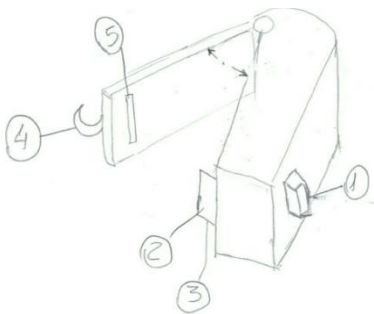
Ao serem solicitados a escolher ao menos um cartão de cada um dos três grupos de UDins priorizados pelo facilitador, a equipe optou por utilizar todos os cartões de cada um dos três grupos com maior prioridade previamente identificados pelo facilitador, julgando ser gerenciável o total de cartões (16 UDins).

Quadro 5.4 - Análise das ideias geradas para o estudo de caso.

	Ideia	Funções	Características	Inspirador Universal	Relação da ideia com o conteúdo do Udins
A	 <p>O vidro com tampa metálica é posicionado sobre a superfície emborrachada. A parte superior é movimentada para baixo por um motor de passo. Ao entrar em contato com a tampa a parte superior se ajusta ao redor da tampa. Um motor de é acionado para realizar o processo de abertura do vidro, que alerta o usuário o fim do processo com um sinal sonoro.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abrir vidros de conserva 2. Automatizar o processo 3. Aviso sonoro do término do processo 4. Superfície emborrachada 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Botão de acionamento 2. Ajusta a altura do vidro e do diâmetro da tampa 3. Aviso sonoro do término do processo 4. Superfície emborrachada 	<p>Redução do envolvimento humano nas atividades</p> <p>Superfície segmentada</p> <p>Retroalimentação</p> <p>Superfície texturizada</p>	<p>A característica de um botão de acionamento para automatizar o processo foi inspirada no UDins "Redução do envolvimento humano nas atividades" (Apêndice H.8), que tem como inspiração semi-automatizar o processo. Já o ajuste do diâmetro é feito com um disco segmentado, que foi inspirado no cartão "Segmentação de sólido" (Apêndice H.8). O aviso sonoro para indicar o fim do processo foi inspirado no cartão "Retroalimentação" (Apêndice H1), cuja função é indicar ao usuário que a abertura da embalagem foi realizada. Por fim, a superfície emborrachada foi inspirada no Udins "Superfície texturizada" (Apêndice H.8).</p>
B	 <p>Uma cinta ajustável com uma superfície texturizada é posicionada ao redor da superfície da tampa. Um módulo de ajuste automático facilita para o usuário prender a tampa na cinta de forma fácil. Após ajustado, o usuário puxa a cinta (força F indicada na figura), que realiza a abertura da tampa.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apertar (ajustar) à tampa 2. Puxar a cinta 3. Abrir pote de vidro 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Superfície texturizada 2. Diâmetro ajustável 3. Puxar mecanicamente 	<p>Superfície texturizada</p> <p>Componentes flexíveis</p> <p>Tornar ajustável</p>	<p>A característica da cinta com superfície texturizada foi inspirada no Udins "Superfície texturizada" (Apêndice H.8), que nesta ideia tem como função fornecer aderência da cinta à tampa e facilitar a aderência da mão do usuário para puxar a cinta. O ajuste do diâmetro foi inspirada nos UDins "componentes flexíveis" e "Tornar ajustável" (Apêndice H7) que inspiram características que permite diferentes adequações do produto para o uso, neste caso, diferentes medidas de tampas.</p>
C	 <p>Similar a um alicate de pressão, o usuário encaixa a superfície texturizada ao redor da tampa de vidro. O usuário</p>	<p>Abrir refil, tampa e lata</p> <p>Aumentar a aderência</p> <p>Prender a tampa</p>	<p>Superfície texturizada para aumentar a aderência para prender a tampa metálica do vidro</p> <p>Lâmina tesoura corta o refil plástico</p>	<p>Funções adicionais</p> <p>Superfície texturizada</p> <p>Tornar ajustável</p>	<p>A ideia de utilizar uma "tesoura+alicate" foi inspirada por dois Udins, sendo eles "Segmentação do espaço" (Apêndice H8) que inspirou o acoplamento de uma tesoura dentro da haste do alicate, e o Udins "Funções adicionais" (Apêndice H.7) que inspirou a característica de acrescentar duas funções sendo o alicate para abrir tampas de pote de vidro e uma tesoura com uma</p>

	Ideia	Funções	Características	Inspirador Universal	Relação da ideia com o conteúdo do Udins
	então executa um movimento giratório para desprender a tampa metálica. O sistema de ajuste permite ao usuário ajustar o alicate ao diâmetro da tampa. O alicate também possui uma lâmina para abrir produtos enlatados, que funciona de forma similar a uma tesoura, acionada pelo apoio das mãos que fornece um formato ergonômico para o usuário pressionar a haste, que retorna à posição por uma mola de retorno.	Regular o alicate	Superfície texturizada e alicate prendem a lata e a lâmina de cortar	Segmentação do espaço	lâmina para abrir refil plástico. O bico do alicate é texturizado, assim sendo inspirado pelo Udins " Superfície texturizada " (Apêndice H.8). O ajuste do alicate para diferentes diâmetros de tampa foi inspirada no Udins " tornar ajustável " (Apêndice H.7).., que inspira características de flexibilidade de uso por ajuste para diferentes condições de uso. Por fim, o apoio para as mãos permite um encaixe ergonômico pela sua assimetria foi inspirada no Udins " Assimetria parcial " (Apêndice H.8)..
D	 <p>Este sistema possui três partes, sendo elas a base, a haste e a parte superior. Cada parte possui uma cor em degradê que auxilia o usuário a montar o sistema de acordo com o produto que deseja abrir (tampas metálicas ou latas). A base possui uma superfície de encaixe lateral para tampas metálicas, onde o usuário executa um movimento giratório para desrosquear a tampa. Removendo a parte superior o usuário expõe a ponta diamantada para realizar a abertura de enlatados.</p>	<p>Abriu tampa metálica (individual)</p> <p>Abriu refil plástico</p> <p>Abriu enlatados</p>	<p>Degrade de montagem</p> <p>Cores em degradê indicam a sequência de encaixe para uso</p> <p>3 peças diferentes com funções somadas</p>	<p>Uso da cor</p> <p>Segmentação de sólido</p>	O uso de cores degradê para indicar a sequência de montagem das peças que se encaixam foram inspiradas no Udins " Uso da cor " (Apêndice H.3).., assim facilita para o usuário saber qual a sequência de encaixe das peças conforme a função desejada (i.e., abrir lata, vidro ou refil plástico) agrupando as cores semelhantes em degradê. A possibilidade de encaixar componentes foi inspirada pelo Udins " Segmentação de sólido " (Apêndice H.8). Uma vez que o produto possibilita o encaixe de suas partes, facilita a adequação para abrir os diferentes tipos de embalagem.
E	 <p>Sistema se adere à tampa de metálica por meio de uma superfície texturizada. Esta superfície é ajustável a diferentes diâmetros de tampa. Para abrir a tampa, o usuário executa um movimento giratório por meio de uma alavanca rígida. Na outra extremidade, junto à</p>	<p>Abriu vidros de conserva</p> <p>Abriu latas</p> <p>Girar haste</p>	<p>1. Sistema que adere à tampa de vidro de conserva</p> <p>2. Superfície texturizada para aderência à parede tampa</p> <p>3. Superfície ajustável e assimétrica a diferentes diâmetros de tampa</p> <p>4. Alavanca rígida</p>	<p>Superfície texturizada</p> <p>Tornar ajustável</p> <p>Superfícies curvas</p> <p>Assimetria parcial</p>	O sistema de aderência à tampa do vidro foi inspirado no Udins " Superfície texturizada " (Apêndice H.8).., que facilita a abertura e evita o escorregamento do equipamento. A superfície ajustável foi inspirada no cartão " tornar ajustável " (Apêndice H.7). A alavanca rígida possui formato assimétrico, que foi inspirada no Udins " assimetria parcial " (Apêndice H.8) e confere maior conforto na utilização do produto. O

	Ideia	Funções	Características	Inspirador Universal	Relação da ideia com o conteúdo do Udins
	superfície texturizada tem-se uma lâmina, que permite executar a abertura de enlatados encaixando a lamina na lata, e executando o mesmo movimento giratório.		5. Lâmina para abrir lata	Funções adicionais	movimento de giro, assim como seu formato, da alavanca foi inspirado no Udins " Superfícies curvas " (Apêndice H.8). A lâmina posicionada na parte inferior permite que o produto seja utilizado para abrir latas, cuja característica foi inspirada no Udins " funções adicionais " (Apêndice H.7).
F	 <p>O vidro com tampa metálica é posicionado sobre a base (2) e a parte superior entra em contato com a tampa por meio do acionamento dos botões (4) e se molda ao formato da mesma, mantendo a tampa estática. O sistema é acionado e a base gira, fazendo a abertura do vidro com tampa metálica. O usuário é notificado visual e sonoramente quando o processo acaba.</p>	<p>Abrir a lata</p> <p>Pressionar o pote</p> <p>Rotacionar base e tampa</p> <p>Ajustar ao tamanho (altura do pote)</p>	<p>1. Parte moldável com elemento flexível e ajustável ao pote</p> <p>2. Agarras para segurar o pote e rotacionar</p> <p>3. Led para indicar o funcionamento</p> <p>5. Som indicativo de término da função</p> <p>4. Botões para ajustar a altura</p>	<p>Materiais moldáveis</p> <p>Superfície texturizada</p> <p>Retroalimentação</p>	<p>A característica do componente do topo ser moldável para se adequar à tampa de vidro e flexível para se ajustar à altura do pote foi inspirada pelos Udins "Componentes flexíveis" e "Materiais moldáveis" (Apêndice H.7). As agarras do pote foram inspiradas pelo Udins "Superfície texturizada" (Apêndice H.8) conferindo aderência à base do pote de vidro para abertura da tampa. Já os sinais visuais e sonoros utilizados pra indicar o final do processo de abertura, facilitando a utilização para pessoas com limitações em suas capacidades sensoriais (i.e., visão e audição).</p>
G	 <p>A parte cônica que é constituída de um material texturizado é encaixada na tampa metálica. A cinta permite ajustar a aderência a diferentes diâmetros. O usuário gira a parte cônica por meio de uma haste horizontal, permitindo a abertura da tampa. A haste removível, por sua vez, possui uma lâmina em uma de suas extremidades,</p>	<p>Reduzir o esforço</p> <p>Abrir embalagens plásticas</p> <p>Abrir tampas de embalagens de vidro</p>	<p>1. Superfície de borracha texturizada para aderir a tampa de lata do vidro de conserva</p> <p>2. Cinta para ajustar diferentes diâmetros de tampa de vidro</p> <p>3. Alavanca para girar a tampa de vidro, diminuindo o esforço</p> <p>4. Lâmina na haste removível de uma alavanca com mini-haste com lâmina que corta embalagens plásticas (tipo haste da tampa de caneta)</p>	<p>Superfície texturizada</p> <p>Componentes flexíveis</p> <p>Superfícies curvas</p> <p>Funções adicionais</p>	<p>A superfície emborrachada para aderir ao vidro e a tampa de lata do vidro foram inspiradas no Udins "Superfície texturizada" (Apêndice H.8), que inspira características de aderência para redução do esforço físico e maior conforto no uso. A cinta flexível para ajustar o diâmetro do abridor foi inspirada no Udins "componentes flexíveis" (Apêndice H.7) que permite uma maior flexibilidade de uso dos produtos, neste caso, flexibilidade de abrir tampas de diferentes diâmetros. A haste removível com lâmina acrescenta uma função ao produto, sendo inspirada pelo cartão "Funções</p>

	Ideia	Funções	Características	Inspirador Universal	Relação da ideia com o conteúdo do Udins
	que permite o usuário abrir produtos enlatados.		5. Superfície de borracha para aderir ao vidro evitando que escorregue ao usar a alavanca. Pode ser colocada na mesa ou pia	Superfície texturizada	adicionais " (Apêndice H.7). O formato cilíndrico e cônico foi inspirado pelo UDins " Superfícies curvas " (Apêndice H.8), que proporciona maior conforto no movimento de girar para abrir a tampa.
H	 <p>Este sistema possui um gancho para auxiliar a abertura de enlatados com lacre em forma de anel, onde o usuário pode encaixar e puxar para remover a tampa do enlatado. O sistema possui uma parte móvel, que quando na posição fechado cobre uma lâmina. Para utilizar a lâmina na abertura de embalagens plásticas o usuário deve abrir a parte móvel. Para isso o usuário aciona um botão texturizado (1) que despende a tampa.</p>	Retirar vácuo em vidros	1. Botão acionador da lâmina ajustável e texturizado para facilitar acionamento	Superfície texturizada	O botão acionado texturizado foi inspirado no Udins " Superfície texturizada " (Apêndice H.8) que estimula a geração de ideias com o atributo de texturas para melhoria do conforto do usuário. A multifuncionalidade da ideia, como o gancho para abrir latas com argola facilitadora foi inspirada pelo UDins " Funções adicionais " (Apêndice H.7), acrescentando mais funções à ideia. A adaptação do produto para diferentes modos de uso (i.e. abrir lata com lâmina ou utilizar gancho para abrir latas com argola) foi inspirada pelo UDins " modo de operação reconfigurável " (Apêndice H.7), que inspira a configuração do produto para diferentes modos de uso.
		Recolher lâmina	2. Lâmina ejetável que corta a embalagem plástica	Modo de operação configurável Funções adicionais	
		Ejetar lâmina de corte	3. Gume de corte da lâmina 4. Gancho adicional para facilitar alavanca em latas com argola facilitadora. Também serve para retirar o vácuo em cidros de conserva facilitando a abertura 5. Superfície que encaixa a lâmina para a segurança		

Em cada uma das ideias há características e princípios de solução que se baseiam em analogia ao conteúdo dos Inspiradores Universais, explicitando a utilidade dos cartões durante o *brainstorming*, auxiliando a geração de ideias com características mais universais.

Após a execução da etapa 4, os participantes utilizaram a matriz de demanda de capacidade do usuário para avaliar as ideias geradas (etapa 5) durante o *brainstorming*. O resultado da avaliação das ideias é apresentado na Figura 5.19.

Figura 5.19 - Avaliação das ideias geradas para o estudo de caso.

	Visão	Audição	Cognição	Alcance e destreza	Mobilidade	Total (Si)
Ideia B	2	0	1	2	0	5
Ideia E	2	0	2	2	0	6
Ideia G	1	0	2	3	0	6
Ideia F	2	1	3	1	0	7
Ideia A	3	0	3	2	0	8
Ideia H	3	0	3	4	0	10
Ideia D	3	0	4	4	0	11
Ideia C	4	0	4	5	0	13

Conforme apresentado na Figura 5.19, a avaliação realizada pelos participantes obteve como ideia mais universal a ideia “B” seguido da ideia “E” e “G”. Durante a avaliação, a equipe estimou com base nas características e funções das ideias geradas os valores de demanda de capacidade do usuário de cada ideia.

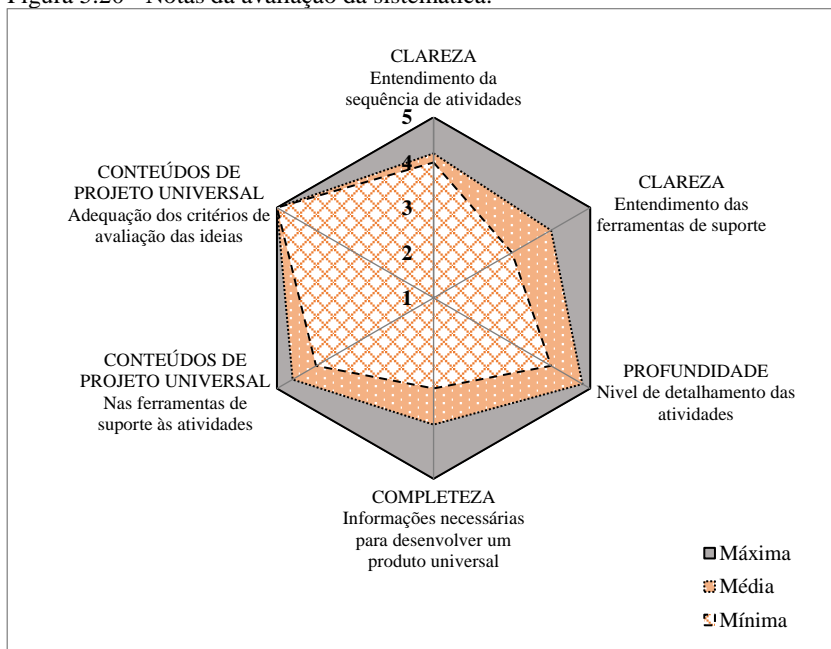
5.3.3 Avaliação da sistemática SPIU por especialistas em desenvolvimento de produtos.

O questionário para avaliação final da sistemática, que se encontra no apêndice G1, foi elaborado com base nos critérios de avaliação de modelos de referência citado por Vernadat (1996) e o modelo de questionário utilizado por Romano (2003). Os critérios de **Clareza, Completeza, Profundidade e adequação aos conteúdos de projeto universal** foram utilizados para verificar a sistemática proposta. A explicação de cada critério é apresentada no apêndice F.

Os resultados do questionário são apresentados na Figura 5.20, onde encontram-se as notas máxima, mínima e média da avaliação para cada questão em forma de gráfico radar. A avaliação em forma detalhada encontra-se no apêndice F2.

As possíveis respostas às questões são: 0-Sem respostas; 1 – Não atende; 2 – Atende em poucos aspectos; 3 – Atende parcialmente; 4 – Atende em muitos aspectos; 5 – Atende totalmente. Os avaliadores atribuíram um valor de 0 a 5 para cada questão, sendo 5 a melhor avaliação possível.

Figura 5.20 - Notas da avaliação da sistemática.



Quanto à **clareza da seqüência das atividades** da sistemática, isto é, a facilidade de entendimento quanto ao sequenciamento lógico alcançou nota média de 4,2. Já **clareza das ferramentas de suporte** às atividades, ou seja, a facilidade de compreensão para uso destas ferramentas atende em muitos aspectos ao critério (nota média de 4,0). De modo geral, a clareza do sequenciamento das atividades e das ferramentas de suporte às atividades apresentaram notas próximas (4,0 e 4,2), evidenciando a sua facilidade de entendimento e utilização.

Quanto ao critério de **profundidade** das atividades, ou seja, o nível de detalhamento das atividades, obteve-se uma nota média de 4,8, atendendo quase que totalmente ao critério avaliado. Este valor evidencia que a sistemática apresenta o nível de detalhamento de suas atividades adequados para sua descrição e representação.

O critério de **completeza** avalia se a sistemática, de um modo geral, possui todas as informações necessárias para gerar ideias de um produto universal na fase de planejamento. Para este critério obteve-se a nota média de 3,8, sendo a nota mínima atribuída 3,0 e a máxima 5,0. Apesar de poder-se estimar que a sistemática atende em muitos aspectos (nota média próxima de 4,0) à **completeza** de suas informações, a complexidade inerente do desenvolvimento de produtos universais exige informações mais detalhadas que não podem ser obtidas durante a etapa de planejamento. Como exemplo tem-se realização de testes dos usuários com protótipos, dimensionamento e geração de diferentes leiautes para tornar o produto mais universal, que são desenvolvidas em outras etapas do desenvolvimento de produtos. Em consequência disso, alguns avaliadores julgaram que a sistemática atende parcialmente ao critério (nota 3,0).

Para o critério de **conteúdo de projeto universal**, quanto à sua contemplação nas ferramentas de suporte às atividades, obteve-se a nota média de 4,6. Já para a adequação dos critérios de avaliação das ideias (i.e. demanda de capacidades) obteve-se nota média de 5,0. Ambas as notas evidenciam que as ferramentas de suporte às atividades contemplam os conteúdos de projeto universal, se mostrando adequadas para o propósito da sistemática. Os participantes declaram que o uso da matriz de demanda de capacidades dos usuários auxiliou a identificar ideias que demandam menor capacidade dos usuários, sendo uma ferramenta fácil, prática e efetiva para identificar ideias mais promissoras para o projeto universal.

De modo geral, os participantes consideraram positiva a utilização da sistemática e suas ferramentas para gerar ideias de produtos mais universais. O uso da sistemática em conjunto com os inspiradores universais contribui para gerar soluções com diferentes atributos que atendam à uma maior variedade de usuários. Todas as questões obtiverem ao menos uma nota máxima (5,0) dos especialistas e notas médias próximas a 4,0 e 5,0.

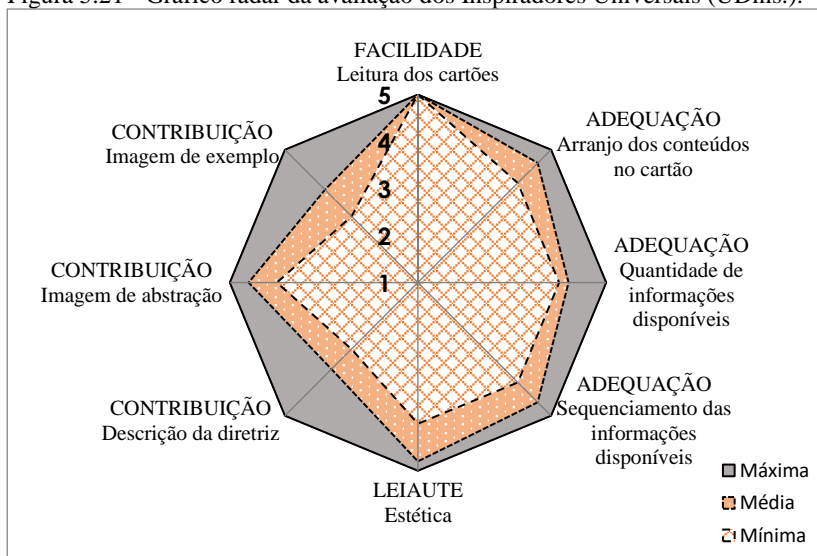
5.3.4 Avaliação do uso da ferramenta Inspiradores Universais (UDins).

Os resultados da avaliação das ferramentas Inspiradores Universais (UDins) são agrupados em quatro classes: Adequação; Facilidade; Contribuição e Estética. A avaliação do uso dos UDins foi realizada por meio do questionário apresentado no apêndice F3, cujo

resultado é exposto no gráfico radar da Figura 5.21, e em forma detalhada no apêndice G3.

De modo geral, a avaliação do uso das ferramentas se mostrou positiva, obtendo ao menos uma nota máxima (5,0) em cada um dos critérios. Com exceção da contribuição da descrição da diretriz e da imagem de exemplo, todos os critérios obtiveram nota média próxima à 5,0.

Figura 5.21 - Gráfico radar da avaliação dos Inspiradores Universais (UDIns.).



Quanto ao critério de **contribuição**, a **imagem de exemplo** obteve uma nota média de 3,8 e a **descrição da diretriz** obteve uma nota média de 3,6. A descrição da diretriz, apesar de contribuir em partes para gerar ideias, foi descrita pela maioria dos participantes como razoavelmente adequada (nota 3) pelo fato de apresentar, eventualmente, palavras complexas.

Apesar de a imagem de exemplo contribuir para estimulação de ideias, os participantes julgaram que o exemplo pode influenciar no entendimento da diretriz, e em alguns casos pode não ser o mais adequado para representar a diretriz. Além disso, nos casos em que o exemplo possui pouca relação com o contexto do problema pode, eventualmente, haver dificuldades para utilizá-lo como fonte de inspiração.

Quanto à contribuição da imagem de abstração, os participantes julgaram adequadas para estimular a geração de ideias, obtendo nota

média de 4,6. No restante dos critérios, os participantes julgaram notas altas sobre a facilidade de leitura dos cartões, arranjo dos conteúdos, quantidade e sequenciamento de informações presentes, obtendo-se notas médias próximas à 5,0.

5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sequenciamento das atividades prevista na sistemática SPIU sugere sistematicamente como inserir e utilizar os inspiradores universais no Planejamento de produtos fazendo o uso do mapa tecnológico, cuja problemática é levantada na Figura 5.1. A solução para esta problemática é abordada com o conjunto de cinco atividades, descritas na seção 5.2 deste capítulo, cuja avaliação qualitativa se deu junto à sua aplicação com especialistas em desenvolvimento de produtos.

Os resultados obtidos a partir dos questionários de avaliação preenchido pelos participantes da avaliação e suas ideias geradas evidenciam que a sistemática atende satisfatoriamente ao objetivo geral desta dissertação: “desenvolver uma sistemática para orientar o planejamento de produtos usando uma ferramenta de inspiração de projeto universal, que auxilie na geração de ideias de produtos universais”. As ideias geradas pelos participantes utilizando a sistemática SPIU para auxiliar a tarefa de abrir embalagens possuem características baseadas no conteúdo dos inspiradores universais e maior universalidade, isto é, demandam menor capacidade dos usuários frente aos produtos existentes no mercado, segundo a opinião dos avaliadores especialistas com base em suas experiências.

De modo geral, este capítulo teve como objetivo explorar os dois últimos objetivos específicos “Organizar atividades de planejamento de produtos para uso da ferramenta de inspiração de projeto universal proposta por meio de uma sistemática”, abordado na seção 5.2, e “aplicar e avaliar a ferramenta proposta com uma sessão de brainstorming em situação de planejamento de produtos” abordado nas seções 5.3 e 5.4.

Por meio do resultado da avaliação da sistemática pelos avaliadores, foi identificado que a sistemática atende aos critérios de clareza, completeza, profundidade e conteúdo de projeto universal.

Os resultados das questões 2.1 e 2.2 indicam que a sistemática apresentada se mostra de fácil entendimento e aplicação, tanto no sequenciamento de suas atividades quanto no uso das ferramentas de suporte às atividades. Da mesma forma, a questão 2.3 indica que a sistemática atende ao critério profundidade, ou seja, o nível de detalhamento das atividades da sistemática é adequado para sua

aplicabilidade. Estes dados explicitam que a forma como as atividades foram apresentadas foram suficientemente claras e adequadas para o desenvolvimento do experimento.

Quanto ao critério de conteúdo de projeto universal, abordado nas questões 2.5 e 2.6, os resultados apresentados evidenciam que as ferramentas são adequadas para abordar e orientar o planejamento de produtos com foco no projeto universal. A matriz de demanda de capacidade dos usuários foi julgada pelos avaliadores como uma ferramenta simples, prática e eficaz, que permite por meio dos seus critérios julgar e identificar ideias com maior universalidade. Logo, a avaliação das ideias se mostra como uma atividade importante para identificar ideias com maior potencial enquanto produto universal.

A avaliação da quantidade de informações necessárias para desenvolver um produto universal abordada na sistemática (questão 2.4) resultou na menor nota média entre os critérios avaliados. Dois cinco avaliadores, dois julgaram atender razoavelmente ao critério (nota 3,00), dois julgaram atender em muitos aspectos (nota 4,00) e um julgou atender completamente (5,00).

Neste aspecto, a dispersão entre notas atribuídas pelos avaliadores para o critério de completeza é influenciada pelas diferentes percepções quanto à complexidade de produtos universais. Para as avaliações que remetem a parcialidade no atendimento do critério, a complexidade de produtos universais exige informações mais aprofundadas e específicas, como por exemplo requisitos específicos associados à capacidade do usuário, especificações de projeto e testes de protótipos envolvendo usuário.

Os questionários aplicados sobre a ferramenta Inspiradores Universais (UDins) mostraram que de modo geral, o do cartão foi avaliado como adequada pelos participantes, contribuindo positivamente para geração de ideias mais universais. Quanto às informações presentes no estimulador, o uso da abstração teve maior utilidade durante a geração de ideias comparado ao exemplo e a descrição da diretriz, tendo sua avaliação muito positiva. Quanto à descrição da diretriz, os avaliadores expõem a necessidade de utilizar palavras mais simples para facilitar o seu entendimento. Da mesma forma, dois dos cinco avaliadores julgaram a imagem de exemplo não possuía relação com o contexto do problema, o que dificultou sua utilização como fonte de inspiração.

Com isso, infere-se que a utilização do exemplo é condicionada à percepção e experiência dos avaliadores, que afeta o entendimento de como o exemplo pode ser relacionado com o contexto do problema, visto que dois avaliadores atribuíram nota máxima para este item. Entretanto,

de modo geral, os avaliadores conseguiram extrair informações dos conteúdos dos cartões, tendo como suporte a imagem de abstração, que facilitou a adequação das informações ao problema.

Embora existam sugestões de melhoria tanto para condução da sistemática, quando para elaboração dos cartões, é possível concluir por meio dos resultados do experimento que existe uma resposta qualitativa muito positiva tanto sobre a sistemática SPIU e os cartões em seus desempenhos.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS

O presente capítulo tem como objetivo apresentar as conclusões gerais do trabalho e, ao final, as recomendações de trabalhos futuros.

6.1 CONCLUSÕES

Conforme apresentado no primeiro capítulo, a presente pesquisa teve como objetivo apresentar a proposta de uma sistemática para o planejamento de produtos orientada por uma ferramenta de inspiração de projeto universal.

Para atender o objetivo estabelecido, primeiramente foi realizada a etapa de revisão teórica da literatura visando contextualizar a fase de planejamento de produtos e o uso do mapeamento tecnológico no processo de desenvolvimento de produtos. Foram identificando as principais etapas, benefícios e limitações do mapeamento tecnológico. Além disso, foram revisados os conteúdos de criatividade, abordando métodos e técnicas de suporte ao processo criativo. Por fim, foi feita a revisão dos conteúdos de projeto universal, apresentando métodos e ferramentas utilizadas para aplicar este conceito no desenvolvimento de produtos.

Durante a pesquisa bibliográfica deste trabalho, foi constatado nesta etapa da pesquisa que o Mapeamento Tecnológico é um método bastante consolidado e referenciado na literatura. Entretanto, percebe-se que há lacunas no que tange à geração de ideias de produtos para o preenchimento da camada produto. Neste aspecto, a revisão sobre criatividade mostra que o uso de ferramentas de estímulo e analogias no processo criativo influencia positivamente a geração de ideias, contribuindo para geração de ideias mais inovadoras e úteis para o preenchimento da camada produto.

A revisão da literatura sobre projeto universal, apresentada no capítulo 3, mostrou o quão promissor e benéfico é o projeto universal quando aplicado ao desenvolvimento de produto. Tanto do ponto de vista social, por promover maior inclusão social e bem-estar para a sociedade, quanto do ponto de vista comercial, que fornece uma alternativa para as empresas ampliarem sua escala de mercado e aumentar a satisfação dos seus clientes. Além disso, evidenciou-se que de produtos universais demandam de soluções criativas e inovadoras para atender à maior quantidade de tipos de usuários possíveis.

Entretanto, observou-se que são poucos os métodos e ferramentas desenvolvidos para aplicar os princípios de projeto universal desde as fases iniciais do desenvolvimento de produtos. Este cenário revela a necessidade de se desenvolver ferramentas mais práticas e eficazes, que orientem, por meio de conhecimentos já consolidados, a aplicação dos princípios de projeto universal e que possam ser aplicadas desde as fases iniciais do desenvolvimento de produtos.

Desta forma, considerando-se as oportunidades e subsídios identificados na fundamentação teórica, foi elaborada a “sistemática para o planejamento de produtos orientado pelos inspiradores universais (SPIU)”.

A ferramenta Inspiradores Universais (UDins) é apresentada no capítulo 4. Os UDins foram criados sob as hipóteses de aumentar a quantidade de ideias, utilidade, abrangência de mercado e usabilidade das ideias. Estas duas últimas hipóteses foram construídas com base no conceito de projeto universal e ao seu propósito no desenvolvimento de produtos, conforme revisado no capítulo 3. Para fins desta pesquisa, a usabilidade das ideias foi avaliada somente em função dos atributos presentes nas ideias. Para testar as hipóteses foram conduzidos dois experimentos junto aos alunos da quarta fase do curso de engenharia mecânica da UFSC, cujos resultados foram:

- **Quantidade:** estatisticamente não houve evidências de melhoria nos dois experimentos. Estima-se que esta pode ser influenciada pelo próprio processo (e.g. interação entre os membros da equipe e inibição, e outros fatores não controlados no experimento) e também pela frequência do uso dos cartões.
- **Utilidade:** foi evidenciada a melhoria da utilidade no primeiro experimento, enquanto no segundo experimento não houve evidências de melhoria da mesma. Foi observado que as funções acabam sendo utilizadas para explicar o porque dos princípios de solução incorporados nas ideias, ou seja, qual a função de determinado princípio de solução. Neste caso, em grande parte são utilizadas as próprias funções descritas nos cartões.
- **Abrangência de mercado:** para ambos os experimentos foi constatada o aumento da abrangência de mercado das ideias. As ideias geradas utilizando os UDins atendem à

maior quantidade de usuários com diferentes limitações de capacidades.

- **Usabilidade:** foi constatado estatisticamente que o uso dos UDins favorece a geração de ideias com maior quantidade de atributos com foco no conforto e facilidade de uso, que contribui para a melhoria da usabilidade das ideias geradas.

De modo geral, a ideia gerada com o uso dos UDins contém mais características e princípios de solução de produtos universais. Ou seja, estas ideias possuem atributos diferenciados derivados dos conteúdos dos inspiradores universais, explicitando a estimulação cognitiva, resultado tanto da exposição aos cartões quanto do trabalho em equipe.

Já a sistemática para o planejamento de produtos orientado pelos inspiradores universais (UDins), apresentado no capítulo 5, organiza sistematicamente 5 atividades para incorporar os princípios de projeto universal dentro da fase de planejamento de produtos. Estas atividades são detalhadas explicitando o fluxo de informações, desde a formulação do problema de ideação até o mapeamento das ideias de produtos universais no mapa tecnológico. Além disso, são indicadas orientações e ferramentas para a realização de cada atividade.

De um modo geral, a avaliação da sistemática mostrou que a mesma atende bem sua proposta, apresentando uma sequência lógica e clara de suas atividades e ferramentas de suporte, que geram ideias de produtos universais dado suas características inspiradas nos conteúdos dos UDins. Como principal vantagem da sistemática, destaca-se o potencial para desenvolver produtos universais utilizando os Inspiradores Universais. Além disso, a atividade 4, de avaliação, possibilita identificar ideias com maior abrangência de mercado em função da demanda de capacidade dos usuários, de forma prática, fácil e eficaz, orientando a prioridade de implementação das ideias mais universais.

Tendo em vista estas observações, o objetivo geral de propor uma sistemática para o planejamento de produtos orientada por uma ferramenta de inspiração de projeto universal foi atendido.

Além disso, considerando os objetivos específicos é possível concluir que:

- A revisão bibliográfica permitiu identificar as lacunas do planejamento de produtos, assim como dos métodos de projeto de produtos universais, concluindo que esta técnica de

criatividade tem potencial para aplicação nesta fase do processo de desenvolvimento de produtos.

- A revisão bibliográfica também auxiliou na proposição de uma ferramenta de inspiração de projeto universal, que abordam os conteúdos dos princípios de projeto universal, que pode ser aplicada no processo criativo. Além disso, a contribuição desta ferramenta também foi verificada quanto à abrangência de mercado e usabilidade das ideias geradas.
- A sistemática desenvolvida arranja as atividades de planejamento de produtos usando os inspiradores universais como estímulo criativo na geração de ideias de produtos universais ao longo do tempo.
- A sistemática SPIU foi avaliada de forma positiva pelos especialistas em desenvolvimento de produtos, sendo considerada aplicável e com potencial contribuição para o planejamento de produtos universais.
- A ferramenta Inspiradores Universais foi julgada pelos especialistas como sendo prática, simples e com potencial de contribuição para a SPIU.

De modo geral, conclui-se que a sistemática proposta resulta ser apropriada e possui potencial de aplicação para ideação de produtos universais, potencializando o planejamento de produtos com maior abrangência de mercado.

6.2 RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Tendo em vista a importância de ampliar os conhecimentos sobre o projeto universal no desenvolvimento de produtos, a seguir são propostas algumas recomendações para pesquisas futuras na área.

Primeiramente, identifica-se como possibilidade o desenvolvimento de um sistema computacional para armazenamento e disponibilização virtual dos Inspiradores Universais, que irá permitir estimular a criatividade de uma forma mais dinâmica e interativa.

Como segunda recomendação é sugerido também, a aplicação da sistemática e da ferramenta Inspiradores Universais em empresas de estudo de caso específico.

É também sugerido criar protótipos físicos das ideias geradas com o uso dos estimuladores e realizar testes de usabilidade destes protótipos junto aos usuários.

Além disso, é também sugerido aplicar os estimuladores em etapa de projeto preliminar, e avaliar sua contribuição no auxílio à geração de leiautes de produtos com foco na universalidade.

É proposto criar e testar leiautes alternativos dos Inspiradores Universais, acrescentando maior quantidade de exemplos e avaliar efeito no processo criativo.

Por último, é sugerido desenvolver métodos e ferramentas para considerar e avaliar sistematicamente os efeitos do contexto de uso, isto é, possíveis cenários e ambientes de uso do produto, identificando como a universalidade do produto é afetada pelas condições do meio (e.g., utilização do produto em locais de baixa temperatura, locais de alta temperatura, ambientes pouco iluminados, entre outros.).

Por fim, é esperado que o conteúdo apresentado nesta dissertação possa contribuir de fato para as empresas, tornando o planejamento de produtos orientado pelos inspiradores universais uma forma das empresas ampliarem sua abrangência de mercado, auxiliando na tomada de decisão quanto aos produtos mais universais a serem desenvolvidos.

REFERÊNCIAS

- A MALAGA, Ross. The effect of stimulus modes and associative distance in individual creativity support systems. **Decision Support Systems**, [s.l.], v. 29, n. 2, p.125-141, ago. 2000. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0167-9236\(00\)00067-1](http://dx.doi.org/10.1016/s0167-9236(00)00067-1).
- A NIJSTAD, Bernard; STROEBE, Wolfgang; LODEWIJKX, Hein F.m. Cognitive stimulation and interference in groups: Exposure effects in an idea generation task. **Journal Of Experimental Social Psychology**, [s.l.], v. 38, n. 6, p.535-544, nov. 2002. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0022-1031\(02\)00500-0](http://dx.doi.org/10.1016/s0022-1031(02)00500-0).
- ALIPOUR, Leyla et al. The impact of designers' goals on design-by-analogy. **Design Studies**, [s.l.], v. 51, p.1-24, jul. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.destud.2017.04.001>.
- ANDION, Maria Carolina; FAVA, Rubens. Planejamento estratégico. **Coleção gestão empresarial**, v. 2, n. 3, p. 27-38, 2002.
- BABBAR, Sunil; BEHARA, Ravi; WHITE, Edna. Mapping product usability. **International Journal Of Operations & Production Management**, [s.l.], v. 22, n. 10, p.1071-1089, out. 2002. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/01443570210446315>.
- BACK, Nelson; OGLIARI, André; DIAS, Acires; SILVA, Jonny Carlos da. **Projeto integrado de produto: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri, SP: Manole, 2008. 601p
- BAER, John; MCKOOL, Sharon S.. The Gold Standard for Assessing Creativity. **International Journal Of Quality Assurance In Engineering And Technology Education**, [s.l.], v. 3, n. 1, p.81-93, jan. 2014. IGI Global. <http://dx.doi.org/10.4018/ijqaete.2014010104>.
- BEECHER, Valerie; PAQUET, Victor. Survey instrument for the universal design of consumer products. **Applied Ergonomics**, [s.l.], v. 36, n. 3, p.363-372, maio 2005. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2004.10.014>.
- BLOHM, Ivo et al. Does collaboration among participants lead to better ideas in IT-based idea competitions? An empirical investigation. **International Journal of Networking and Virtual Organisations**, v. 9, n. 2, p. 106-122, 2011.

BOHM, Matt R.; VUCOVICH, Jayson P.; STONE, Robert B. Capturing creativity: Using a design repository to drive concept innovation. In: **ASME 2005 International Design Engineering Technical Conferences and Computers And Information in Engineering Conference**. American Society of Mechanical Engineers, 2005. p. 331-342.

BRISCHETTO, Alessia; TOSI, Francesca. Improving Learning Technologies and Social Inclusion Through Human Centred Design and Universal Design Approaches: Novel Designing Scenarios. In: **Advances in Design for Inclusion**. Springer, Cham, 2016. p. 39-50.

CANIÉLS, Marjolein C.j.; RIETZSCHEL, Eric F.. Organizing Creativity: Creativity and Innovation under Constraints. **Creativity And Innovation Management**, [s.l.], v. 24, n. 2, p.184-196, 8 maio 2015. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/caim.12123>.

CASAKIN, Hernan; GOLDSCHMIDT, Gabriela. Expertise and the use of visual analogy: implications for design education. **Design Studies**, [s.l.], v. 20, n. 2, p.153-175, mar. 1999. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0142-694x\(98\)00032-5](http://dx.doi.org/10.1016/s0142-694x(98)00032-5).

CENTER FOR UNIVERSAL DESIGN. **A Guide to Evaluating the Universal Design Performance of Products**. The Center for Universal Design, N.C. State University, 2003.

CENTER FOR UNIVERSAL DESIGN. **The principles of universal design**. v.2, 1997. Disponível em: <https://projects.ncsu.edu/design/cud/pubs_p/docs/poster.pdf>. Acesso em: 03 mar. de 2017.

CLAPHAM, Maria M.. The Development of Innovative Ideas Through Creativity Training. **The International Handbook On Innovation**, [s.l.], p.366-376, 2003. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-008044198-6/50025-5>.

CLARKSON, P. J. et al. **Inclusive design toolkit**. Engineering Design Centre, University of Cambridge, UK, 2007.

CLARKSON, P. John; WALLER, Sam; CARDOSO, Carlos. Approaches to estimating user exclusion. **Applied Ergonomics**, [s.l.], v. 46, p.304-310, jan. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2013.03.001>.

CONNEL, B., JONES, M., MACE, R., MUELLER, J., MULICK, A., Ostroff, E., et al., **The Center for Universal Design e Universal Design Principles**, 1997. Disponível em: <http://www.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about_ud/udprinciplestext.htm> Acesso em 25 novembro 2016

DEAN, Douglas L; HENDER, Jill and Rodgers, Tom and Santanen, Eric, Identifying Good Ideas: Constructs and Scales for Idea Evaluation. **Journal of Association for Information Systems**, Vol. 7, No. 10, pp. 646-699, 2006. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1413393>

DONG, Hua et al. Designing for designers: Insights into the knowledge users of inclusive design. **Applied Ergonomics**, [s.l.], v. 46, p.284-291, jan. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2013.03.003>.

DUBITZKY W., KÖTTER T., SCHMIDT O., BERTHOLD M.R. Towards Creative Information Exploration Based on Koestler's Concept of Bisociation. In: **Berthold M.R. (eds) Bisociative Knowledge Discovery**. Lecture Notes in Computer Science, vol 7250, 2012. Springer, Berlin, Heidelberg

ELTON, Edward; NICOLLE, Colette. Inclusive Design and Design for Special Populations. In: WILSON, John R.; SHAPLES, Sarah. **Evaluation of human Work**. 4. ed. Boca Raton: Crc Press, 2015. Cap. 11. p. 300-326.

EPPINGER, S.; ULRICH, K. **Product design and development**. McGraw-Hill Higher Education, 2015.

EVASTINA, Björk. Why did it take four times longer to create the Universal Design solution? **Technology And Disability**, [s.l.], v. 21, n. 4, p.159-170, 2009. IOS Press. <http://dx.doi.org/10.3233/TAD-2009-0292>.

FARID, Foad; EL-SHARKAWY, Ahmed R.; AUSTIN, L. Kevin. Managing for Creativity and Innovation in A/E/C Organizations. **Journal Of Management In Engineering**, [s.l.], v. 9, n. 4, p.399-409, out. 1993. American Society of Civil Engineers (ASCE). [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)9742-597x\(1993\)9:4\(399\)](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)9742-597x(1993)9:4(399)).

FERNANDES, Rodrigo Bastos. **Metodologia para o planejamento de novos produtos por meio de estimuladores biológicos**. 2016. 274 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

FIALHO, F. **Psicologia das Atividades Mentais – Introdução às ciências da cognição**. 1. ed. Florianópolis: Insular, 2011. 344 p

FU, Katherine et al. The meaning of “near” and “far”: the impact of structuring design databases and the effect of distance of analogy on design output. **Journal of Mechanical Design**, v. 135, n. 2, p. 021007, 2013.

GASSMANN, Oliver; REEPMAYER, Gerrit. Universal Design–Innovations for All Ages. In: **The silver market phenomenon**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2008. p. 125-140.

GEISLER, Lisiane. **Sistematização do Planejamento de Produtos Orientado pela Evolução do Mercado**. 2011. 206 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

GERDSRI, N.. AN ANALYTICAL APPROACH TO BUILDING A TECHNOLOGY DEVELOPMENT ENVELOPE (TDE) FOR ROADMAPPING OF EMERGING TECHNOLOGIES. **International Journal Of Innovation And Technology Management**, [s.l.], v. 04, n. 02, p.121-135, jun. 2007. World Scientific Pub Co Pte Lt. <http://dx.doi.org/10.1142/s0219877007001004>.

GERDSRI, Nathasit; KOCAOGLU, Dundar F.. Applying the Analytic Hierarchy Process (AHP) to build a strategic framework for technology roadmapping. **Mathematical And Computer Modelling**, [s.l.], v. 46, n. 7-8, p.1071-1080, out. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mcm.2007.03.015>.

GEUM, Youngjung et al. Development of dual technology roadmap (TRM) for open innovation: Structure and typology. **Journal Of Engineering And Technology Management**, [s.l.], v. 30, n. 3, p.309-325, jul. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jengtecman.2013.06.001>.

GOLDSCHMIDT, Gabriela; SEVER, Anat Litan. Inspiring design ideas with texts. **Design Studies**, [s.l.], v. 32, n. 2, p.139-155, mar. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.destud.2010.09.006>.

GOLDSMITH, Selwyn. **Universal design**. Routledge, 2007.

GONÇALVES, Milene; CARDOSO, Carlos; BADKE-SCHAUB, Petra. Inspiration choices that matter: the selection of external stimuli during ideation. **Design Science**, v. 2, 2016.

GONÇALVES, Milene; CARDOSO, Carlos; BADKE-SCHAUB, Petra. What inspires designers? Preferences on inspirational approaches during idea generation. **Design Studies**, [s.l.], v. 35, n. 1, p.29-53, jan. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.destud.2013.09.001>.

GONZALEZ, I.; MORER, P.. Ergonomics for the inclusion of older workers in the knowledge workforce and a guidance tool for designers. **Applied Ergonomics**, [s.l.], v. 53, p.131-142, mar. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2015.09.002>.

HICKS, B.j. et al. A framework for the requirements of capturing, storing and reusing information and knowledge in engineering design. **International Journal Of Information Management**, [s.l.], v. 22, n. 4, p.263-280, ago. 2002. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0268-4012\(02\)00012-9](http://dx.doi.org/10.1016/s0268-4012(02)00012-9).

HOWARD, T. J.; DEKONINCK, E. A.; CULLEY, S. J.. The use of creative stimuli at early stages of industrial product innovation. **Research In Engineering Design**, [s.l.], v. 21, n. 4, p.263-274, 27 abr. 2010. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s00163-010-0091-4>.

HOWARD, Thomas James. **Information management for creative stimuli in engineering design**. 2008. Tese de Doutorado. University of Bath.

IBARRA GONZÁLEZ, Cindy J.. **Metodologia para mapeamento tecnológico de produtos auxiliado pelas tendências de evolução da TRIZ**. 2015. 234 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica.

ILEVBARE, Imoh et al. Integration of TRIZ and roadmapping for innovation, strategy, and problem solving. **Centre for Technology Management**, 2011.

KEATES, Simeon; CLARKSON, P. John. Combining utility, usability and accessibility methods for universal access. In: **ACM CHI Workshop on Universal Design**. Association for Computing Machinery, 2001.

KIM, Yong Se et al. A Framework of Design for Affordances Using Affordance Feature Repositories. **Volume 7: 9th International Conference on Design Education; 24th International Conference on Design Theory and Methodology**, [s.l.], p.307-323, 12 ago. 2012. ASME. <http://dx.doi.org/10.1115/detc2012-71017>.

KO, Yao-tsung. Modeling a hybrid-compact design matrix for new product innovation. **Computers & Industrial Engineering**, [s.l.], v. 107,

p.345-359, maio 2017. Elsevier BV.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2016.04.016>.

KOHLBACHER, Florian; HERSTATT, Cornelius. The Silver Market Phenomenon. **Springer**, [s.l.], p.5-8, 2011. Springer Berlin Heidelberg.
<http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-14338-0>.

KOHN, Nicholas W.; SMITH, Steven M. Collaborative fixation: Effects of others' ideas on brainstorming. **Applied Cognitive Psychology**, v. 25, n. 3, p. 359-371, 2011.

KOSTOFF, R et al. Power source roadmaps using bibliometrics and database tomography. **Energy**, [s.l.], v. 30, n. 5, p.709-730, abr. 2005. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2004.04.058>.

KUROSU, Masaaki; KASHIMURA, Kaori. Apparent usability vs. inherent usability: experimental analysis on the determinants of the apparent usability. In: **Conference companion on Human factors in computing systems**. ACM, 1995. p. 292-293.

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

LAGATTA, Jessica; NICOLATONIO, Massimo di; VALLICELLI, Andrea. Design for Inclusion. Differences and Similarities between DfA and UD in the Field of Sailing Yacht Design. **Procedia Manufacturing**, [s.l.], v. 3, p.2714-2721, 2015. Elsevier BV.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.675>.

LAW, Chris M. et al. Unresolved problems in accessibility and universal design guidelines. **Ergonomics in Design**, v. 15, n. 3, p. 7-11, 2007

LEE, Sungjoo et al. Using patent information for designing new product and technology: keyword based technology roadmapping. **R&D Management**, [s.l.], v. 38, n. 2, p.169-188, mar. 2008. Wiley.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9310.2008.00509.x>.

LENKER, J. A., NASARWANJI, M., PAQUET, V., Feathers, D. A tool for rapid assessment of product usability and universal design: Development and preliminary psychometric testing. **Work**, [s.l.], v. 39, n. 2, p.141-150, 2011. IOS Press. <http://dx.doi.org/10.3233/WOR-2011-1160>.

LEONEL, Carlos Eduardo Lozano. **Sistematização do processo de planejamento da inovação de produtos com enfoque em empresas de**

pequeno e médio porte. 2006. 253 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Mecânica, Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

LIN, Kai-chieh; WU, Chih-fu. Practicing universal design to actual hand tool design process. **Applied Ergonomics**, [s.l.], v. 50, p.8-18, set. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2014.12.008>.

LINSEY, J. S. et al. Representing analogies: Increasing the probability of innovation. In: **ASME 2006 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference**. American Society of Mechanical Engineers, 2006. p. 265-282.

LINSEY, J.; LAUX, J.; CLAUSS, E.; WOOD, K.; MARKMAN, A. Effects of analogous product representation on design-by-analogy. In: **Proc. Int. Conf. Engineering Design, ICED**. [S.l.: s.n.], 2007

LIU, Peng. Creative Design support framework for Universal Product development. **2012 3rd International Conference On System Science, Engineering Design And Manufacturing Informatization**, [s.l.], p.242-246, out. 2012. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/icssem.2012.6340718>.

LIU, Thu-Hua et al. Applying TRIZ Principles to Construct Creative Universal Design. **International Journal of Systematic Innovation**, v. 1, n. 1, 2010.

MCADAMS, Daniel A.; KOSTOVICH, Vincent. A framework and representation for universal product design. **International Journal of Design**, v. 5, n. 1, 2011.

MILLIKEN, Frances J.; BARTEL, Caroline A.; KURTZBERG, Terri R. Diversity and creativity in work groups. **Group creativity: Innovation through collaboration**, p. 32-62, 2003.

MUSTAQUIM, Moyon M.. A Study of Universal Design in Everyday Life of Elderly Adults. **Procedia Computer Science**, [s.l.], v. 67, p.57-66, 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2015.09.249>.

NEWELL, A.f.; GREGOR, P.. Design for older and disabled people: where do we go from here?. **Universal Access In The Information Society**, [s.l.], v. 2, n. 1, p.3-7, nov. 2002. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s10209-002-0031-9>.

NULL, Roberta (Ed.). **Universal design: Principles and models**. CRC Press, 2013.

NYSTRÖM, Tobias; MUSTAQUIM, Moyen M.. Universal design as a cause of triggering innovation levels for sustainability—a deliberative concept. **Proceedings Of The 19th International Academic Mindtrek Conference On - Academicmindtrek '15**, [s.l.], p.114-121, 2015. ACM Press. <http://dx.doi.org/10.1145/2818187.2818279>.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Relatório Mundial sobre a Deficiência**. São Paulo: Lexicus Serviços Linguísticos, 2011. 334 p. Disponível em: <http://www.pessoacomdeficiencia.sp.gov.br/usr/share/documents/RELATORIO_MUNDIAL_COMPLETO.pdf>. Acesso em: 11 out. 2016.

PASSEY, S. J.; GOH, N.; KIL, P. Targeting the innovation roadmap event horizon: Product concept visioning & scenario building. In: **Management of Innovation and Technology**, 2006 IEEE International Conference on. IEEE, 2006. p. 604-607.

PAULUS, Paul B; YANG, Huei-chuan. Idea Generation in Groups: A Basis for Creativity in Organizations. **Organizational Behavior And Human Decision Processes**, [s.l.], v. 82, n. 1, p.76-87, maio 2000. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1006/obhd.2000.2888>

PEREIRA, Luís Quental. Divergent thinking and the design process. In: Roberts, P.H. and Norman, E.W.L. (eds). **IDATER 99: International Conference on Design and Technology Educational Research and Curriculum Development**. Loughborough: Loughborough University, p. 224-229, 1999.

PERSAD, U., Langdon, P.M., Clarkson, P.J., 2007. **A framework for analytical inclusive design evaluation**. In: 16th International Conference on Engineering Design, Paris, France, pp. 817–818.

PERSSON, Hans et al. Universal design, inclusive design, accessible design, design for all: different concepts—one goal? On the concept of accessibility—historical, methodological and philosophical aspects. **Universal Access In The Information Society**, [s.l.], v. 14, n. 4, p.505-526, 7 maio 2014. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s10209-014-0358-z>.

PERTTULA, Matti Kalevi. **Idea Generation in Engineering Design: Application of a Memory Search Perspective and Some Experimental Studie**. 2006. 64 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engineering Design And

Cognitive Psychology, Mechanical Engineering, Helsinki University Of Technology, Helsinki, 2006.

PHAAL, R.; FARRUKH, C.J.P.; PROBERT, D.R.. Developing a technology roadmapping system. A Unifying Discipline For Melting The Boundaries Technology Management, Portland, p.99-111, 2005. **IEEE**. <http://dx.doi.org/10.1109/picmet.2005.1509680>.

PHAAL, Robert; FARRUKH, Clare J. P.; PROBERT, David R. Technology Roadmapping - a planning framework for evolution and revolution. **Technological Forecasting & Social Change**,[s.l.], v. 5, n. 71, p.5-26, 2004.

PREISER, Wolfgang FE. Universal design: From policy to assessment research and practice. **International Journal of Architectural Research: ArchNet-IJAR**, v. 2, n. 2, p. 78-93, 2008.

REEVES, Loretta M.; WEISBERG, Robert W.. On the Concrete Nature of Human Thinking: content and context in analogical transfer. **Educational Psychology**, [s.l.], v. 13, n. 3-4, p.245-258, jan. 1993. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/0144341930130303>.

REINERT, Fabíola. **Planejamento de produtos orientado pela atratividade ao usuário**. 2013. 190 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

RODRIGUEZ, Salvador M. et al. Guidelines for engineering design creativity: design of experiments. In: **ASME 2011 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference**. American Society of Mechanical Engineers, 2011. p. 773-782.

ROMANO, Leonardo Nabaes, **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas**. Florianópolis, 2003. 266f. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, UFSC.

SANGELKAR, Shraddha; MCADAMS, Daniel A. Formalizing User Activity–Product Function Association Based Design Rules for Universal Products. In: **ASME 2011 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference**. American Society of Mechanical Engineers, 2011. p. 539-556

SARKAR, Prabir; CHAKRABARTI, A.; CHAKRABARTI, Amaresh. STUDYING ENGINEERING DESIGN CREATIVITY: Developing a Common Definition and Associated Measures. Em: INTERNATIONAL WORKSHOP ON STUDYING DESIGN CREATIVITY, 1., 2008, Provence. **Proceedings of the NSF International Workshop on Studying Design Creativity**. S.l: Ed, 2008. p. 1 – 20

SARKAR, Prabir; CHAKRABARTI, Amaresh. Assessing design creativity. **Design Studies**, [s.l.], v. 32, n. 4, p.348-383, jul. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.destud.2011.01.002>.

SERRAT, Olivier. The SCAMPER technique. In: **Knowledge Solutions**. Springer, Singapore, 2017. p. 311-314.

SHAH, Jami J.; KULKARNI, Santosh V.; VARGAS-HERNANDEZ, Noe. Evaluation of Idea Generation Methods for Conceptual Design: Effectiveness Metrics and Design of Exp. **Journal Of Mechanical Design**, Asme, v. 122, p.377-384, 01 dez. 2000.

SHAH, Jami J.; SMITH, Steve M.; VARGAS-HERNANDEZ, Noe. Metrics for measuring ideation effectiveness. **Design Studies**, [s.l.], v. 24, n. 2, p.111-134, mar. 2003. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0142-694x\(02\)00034-0](http://dx.doi.org/10.1016/s0142-694x(02)00034-0).

SILVA, E. L. da; **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4 Ed. Florianópolis, UFSC, 2005.

SILVEIRA, L. F. G. da. **Sistemática de mapeamento de ideias de novos produtos: um estudo de caso na indústria eletroeletrônica**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Florianópolis, Santa Catarina, Dezembro 2010.

SIO, Ut na; KOTOVSKY, Kenneth; CAGAN, Jonathan. Fixation or inspiration? A meta-analytic review of the role of examples on design processes. **Design Studies**, [s.l.], v. 39, p.70-99, jul. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.destud.2015.04.004>.

STEINFELD, Edward; MAISEL, Jordana. **Universal design: Creating inclusive environments**. John Wiley & Sons, 2012.

STORY, M.; MUELLER, J.; MONTOYA-WEISS, M. Evaluating the universal design performance of products. **Retrieved March**, v. 29, p. 2010, 2002.

STORY, Molly Follette. Maximizing Usability: The Principles of Universal Design. **Assistive Technology**, [s.l.], v. 10, n. 1, p.4-12, 30 jun. 1998. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/10400435.1998.10131955>.

TOH, Christine A.; MILLER, Scarlett R.. The Preferences for Creativity Scale (PCS): Identifying the Underlying Constructs of Creative Concept Selection. **Volume 7: 28th International Conference on Design Theory and Methodology**, [s.l.], p.1-10, 21 ago. 2016. ASME. <http://dx.doi.org/10.1115/detc2016-60414>.

VATANANAN, Ronald S.; GERDSRI, Nathasit. THE CURRENT STATE OF TECHNOLOGY ROADMAPPING (TRM) RESEARCH AND PRACTICE. **International Journal Of Innovation And Technology Management**, [s.l.], v. 09, n. 04, p.1-10, ago. 2010. World Scientific Pub Co Pte Lt. <http://dx.doi.org/10.1142/s0219877012500320>.

WARE, Colin. **Visual thinking: For design**. Elsevier, 2010.

WILLYARD, Charles H.; MCCLEES, Cheryl W.. Motorola's Technology Roadmap Process. *Research Management*, [s.l.], v. 30, n. 5, p.13-19, set. 1987. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/00345334.1987.11757057>.

YILMAZ, Seda et al. Evidence-based design heuristics for idea generation. **Design Studies**, [s.l.], v. 46, p.95-124, set. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.destud.2016.05.001>.

YOON, Byungun; PHAAL, Rob; PROBERT, David. Morphology analysis for technology roadmapping: application of text mining. **R&d Management**, [s.l.], v. 38, n. 1, p.51-68, 21 dez. 2007. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9310.2007.00493.x>.

ZHANG, Tao et al. A method of technology roadmapping based on TRIZ. **2010 Ieee International Conference On Management Of Innovation & Technology**, [s.l.], p.51-54, 2010. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/icmit.2010.5492841>.

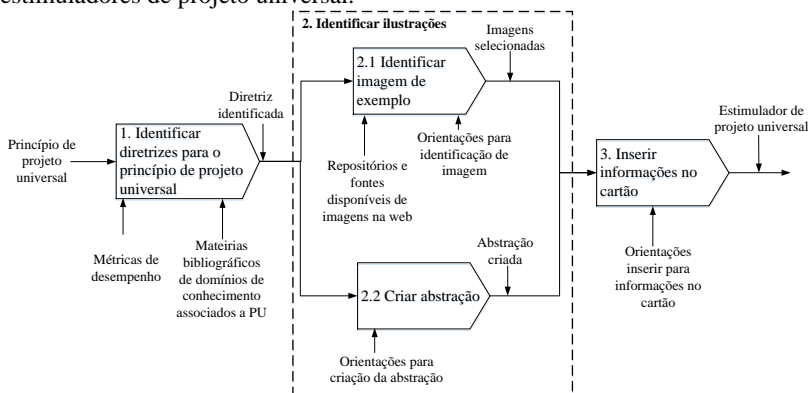
ZITKUS, Emilene; LANGDON, Patrick; CLARKSON, P. John. Gradually including potential users: A tool to counter design exclusions. **Applied Ergonomics**, [s.l.], v. 66, p.105-120, jan. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2017.07.015>.

APÊNDICE A - ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO PRELIMINAR DOS UDINS

A.1 - PROCESSO DE ELABORAÇÃO PRELIMINAR DE UDINS

Com o objetivo de desenvolver estimuladores de projeto universal para posterior avaliação da sua influência no processo de ideação, seguiu-se o processo mostrado na Figura A.1.

Figura A.1 - Fluxograma de atividades para o desenvolvimento de estimuladores de projeto universal.



Como pode-se observar na Figura A.1 um conjunto de quatro atividades é proposto para o desenvolvimento dos estimuladores. Como informação de entrada tem-se os princípios de projeto universal, apresentados no Quadro 3.1, Capítulo 3. O título do princípio de projeto universal e de sua descrição são inseridas no cabeçalho do cartão estimulador.

Conforme o fluxograma, a primeira atividade (1) consiste em identificar as diretrizes para o princípio de projeto universal, que consiste na descrição de atributos de produto que podem orientar a aplicação do princípio de projeto universal nas soluções. Para isso, utiliza-se as métricas de desempenho de projeto universal de produtos como fonte de palavras-chave para a busca por diretrizes, que é apresentado na íntegra no apêndice B.2.

Um exemplo de identificação de palavras chave a partir desta ferramenta é apresentado na Figura 4.4, Capítulo 4. Uma vez identificada

as palavras-chave, a busca por conteúdo é feita em materiais bibliográficos de conteúdos de usabilidade, ergonomia, fatores humanos e TRIZ, conforme já discutido no capítulo 3. Exemplos de bibliografias para busca por diretrizes são apresentados no Quadro B.1.

Após identificada a diretriz, a próxima atividade (2) consiste em identificar as ilustrações que irão representar a diretriz na forma de exemplo aplicado a produtos (2.1) e na forma abstrata (2.2).

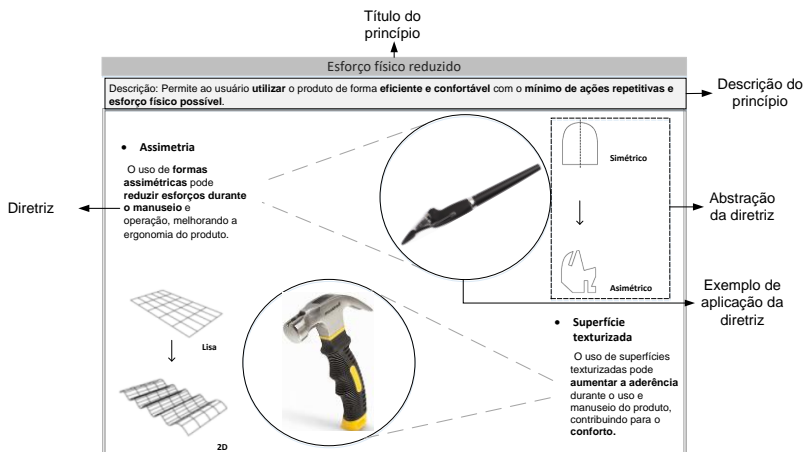
A imagem de exemplo é selecionada de acordo com o atributo descrito na diretriz. Para busca por imagens, é recomendado as plataformas de busca e repositórios de imagens. Exemplos de sites de plataforma para busca de imagens e repositórios são apresentados no Quadro B.2.

A imagem de abstração tem por objetivo auxiliar o projetista na abstração da diretriz, facilitando a generalização do conteúdo e adaptação para o contexto do problema. Para formular a abstração é recomendado a utilização de formas geométricas genéricas para representar a diretriz na forma gráfica abstrata.

Por fim, a última atividade (3) é destinada à configuração dos estimuladores, onde as informações obtidas nas etapas anteriores são arranjadas no modelo proposto na Figura A2. Após a conclusão desta etapa, a configuração utilizada para os estimuladores pode ser vista na Figura A.2.

Cada estimulador foi configurado para conter duas diretrizes com suas respectivas representações gráficas. Na parte superior do cartão tem-se o princípio de projeto universal e sua descrição. Na sequencia, tem-se o campo das diretrizes. Primeiramente, tem-se o título da diretriz com sua respectiva descrição, seguido do seu respectivo exemplo de aplicação a produtos (imagem contida dentro do círculo). Externo ao círculo, tem-se a imagem de abstração. Na parte inferior, a segunda diretriz com suas respectivas representações gráficas são dispostas de modo oposto à primeira diretriz.

Figura A.2 - Configuração dos estimuladores baseados em princípios de projeto universal.



A.2 - MATERIAIS E MÉTODOS DA AVALIAÇÃO PRELIMINAR.

Para avaliar os estimuladores desenvolvidos, foi realizado um experimento com os alunos da 4ª fase do curso de engenharia mecânica da UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina, utilizando um conjunto inicial de cartões estimuladores, disponíveis no Apêndice C. A turma foi dividida aleatoriamente em dez equipes contendo 3 integrantes cada, que foram divididas em dois grupos (5 equipes cada), de teste (Grupo A) e de controle (Grupo B). A estruturação do experimento se deu conforme o Quadro A.1

Quadro A.1 - Estrutura do experimento 1.

	Grupo A (Grupo de teste)	Grupo B (Grupo de controle)
Problema 1	Sem estimulador	Sem estimulador
Problema 2	Com estimulador	Sem estimulador

O problema 1 consistiu na proposição de ideias de produtos para auxiliar os usuários na ingestão diária de medicamentos. Para esse problema foi preparado previamente um mapa tecnológico parcial hipotético para apresentar o problema de planejamento levando em conta informações de mercado e tecnologia. A delimitação dos usuários foi feita considerando três segmentos de mercado: (1) idosos sem deficiência, (2) idosos com perda de agilidade nas mãos (3) idosos com deficiência visual.

Já o problema 2 consistiu na proposição de ideias de produtos que auxiliasse os usuários a abrir produtos enlatados. Da mesma forma que o problema 1, foi preparado previamente um mapa tecnológico parcial hipotético para apresentar o problema de planejamento levando em conta informações de mercado e tecnologia. Para este problema, foram considerados cinco segmentos de mercado: (1) Jovens, (2) Adultos, (3) Idosos, (4) Pessoas com perda de agilidade e nas mãos e (5) Pessoas com deficiência visual.

Tendo em vista estas informações, o experimento, cuja estrutura de atividades foi organizada conforme o Quadro A.2 foi conduzido em dois dias.

Quadro A.2 - Atividades do experimento.

Atividades	Tempo (min)	Programação
Apresentação do experimento	20	Dia 1
Sorteio das equipes	10	
Organização dos grupos em diferentes salas	5	
Apresentação do escopo do problema	5	Dia 1 e 2
Seção de brainstorming	50	
Aplicação do questionário de avaliação	10	Dia 2

Como pode ser visto Quadro A.2, primeiramente o foi apresentado o experimento aos alunos, com uma duração de vinte minutos, onde foram brevemente contextualizados os conceitos de mapeamento tecnológico e projeto universal, além de orientações para o preenchimento do formulário. Após, os grupos e equipes foram formados por meio de um sorteio aleatório utilizando uma planilha contendo os nomes dos participantes. Após definidos os grupos e equipes, o Grupo A permaneceu na sala enquanto o Grupo B foi conduzido para outra sala, de forma a evitar a troca de informações entre os grupos. Após alocados, foi feita a apresentação do problema para cada grupo (e.g. leitura do problema) e a entrega de formulários para cada equipe.

Após apresentação, foi iniciada a sessão de brainstorming, com duração de 50 minutos, onde no primeiro dia ambos os grupos não utilizaram os cartões estimuladores durante a sessão de ideação, com objetivo de avaliar a homogeneidade dos grupos. Já no segundo dia, o problema foi apresentado aos alunos, e novamente iniciou-se a sessão de ideação. No segundo dia, o grupo A utilizou os estimuladores durante a sessão enquanto o grupo B não, com o objetivo de avaliar a contribuição criativa dos estimuladores.

Para a realização das sessões de brainstorming, cada equipe recebeu um conjunto de materiais, apresentados no Apêndice B: um mapa tecnológico contendo o problema de planejamento para cada atividade, formulários, estimuladores (somente para a equipe A, no segundo dia) e um questionário para avaliação das atividades (somente no segundo dia). Quanto ao formulário para preenchimento das ideias, o mesmo contém três campos: (D) campo utilizado para o desenho da ideia; (F) campo para descrição das funções da ideia e (C) campo para descrição das características/atributos das ideias. Um exemplo de um formulário preenchido é apresentado na Figura A.3.

Figura A.3 - Exemplo de formulário preenchido.

Formulário de preenchimento das ideias

Formulário de preenchimento das ideias		Funções
<p> D = desenho da ideia F = funções presentes C = características </p>	<p> D - Prensa com aresta cortante para estampagem E - Base fixa com anti-derrapante B - Speaker para informar com sinais sonoros a etapa de processo A - Botão de parada de emergência C - Botão para dar o comando de início do processo F - Botão liga-desliga G - Castanhas ajustáveis para fixação </p>	<p> Funções 1. Cortar latas diferentes (prensa intercambiável) 2. Possuir parada de emergência 3. Ser utilizável por cegos 4. Utilizar a força correta para as latas 5. Ter fácil operação </p>
	<p> Características 1. Prensa com aresta cortante para estampagem 2. Base fixa com anti-derrapante 3. Speaker para informar com sinais sonoros a etapa do processo 4. Botão parada de emergência 5. Botão para dar o comando de início do processo 6. Botão liga-desliga 7. Castanhas ajustáveis para a fixação </p>	

Para avaliar a contribuição criativa dos estimuladores na geração de ideias de produtos universais é feita comparação do método de brainstorming tradicional (BRt) com o brainstorming estimulado (BRUDins).

Quanto às hipóteses, Rodriguez et al (2011) afirmam que as mesmas devem possuir relação com o objetivo do experimento, que neste caso é o uso de estimuladores para orientar a ideação de produtos universais. Consequentemente, as hipóteses também devem possuir relação com as variáveis avaliadas no experimento. Desta forma os critérios para aplicação dos testes estatísticos, também utilizados no experimento 2 são apresentados no Quadro A.3.

Quadro A.3 - Métricas e hipóteses para os experimentos com os inspiradores universais (UDins).

Métrica considerada	Hipótese
Número de ideias	<ul style="list-style-type: none"> - Definição: o número de ideias (NI) é definido pelo somatório total do número de ideias geradas pelos grupos. - Resultado esperado: espera-se que o número de ideias (NI) geradas com o uso dos estimuladores seja maior quando comparado ao não uso dos estimuladores. - Justificativa: Devido ao maior potencial de analogias durante as sessões de ideação através da informação presente nos cartões de estímulos, espera-se uma maior quantidade de ideias. o número de ideias produzidas tende a ser maior quando na presença de estímulos externos (NIJSTAD et al, 2002)
Utilidade	<ul style="list-style-type: none"> - Definição: a utilidade é medida por meio do número de funções presentes na ideia, quanto maior o número de funções, maior a utilidade da ideia. - Resultado esperado: espera-se que as ideias geradas com o uso dos estimuladores apresentem maior número de funções (NF) por apresentarem descrições de atributos de produto e suas funções. - Justificativa: a maior utilidade é desejada em produtos universais dado que produtos com uma maior quantidade de funções apresentam maior os benefícios para o usuário e maior a chance de atender diferentes usuários. (WALLER, 2015).
Abrangência de mercado	<ul style="list-style-type: none"> - Definição: a abrangência de mercado é medida em função do número total de segmentos de mercado que a ideia atende. - Resultado esperado: espera-se que as ideias geradas usando estimuladores sirvam a mais segmentos de mercado quando comparadas ao brainstorming sem o uso de estímulos, dado que os estimuladores apresentarem princípios de projeto universal e diretrizes objetivas para atender diferentes segmentos de mercado. - Justificativa: o projeto universal é baseado no conceito de inclusão e visa desenvolver produtos que atendam diferentes segmentos de mercado (STORY, 1998 ; GASSMANN, REEPMAYER, 2008)
Usabilidade	<ul style="list-style-type: none"> - Definição: a usabilidade é estimada pelo número total de atributos (NA) que atendem às necessidades físicas, cognitivas e sensoriais do usuário. Para os fins desta pesquisa, serão considerados os atributos descritos nas diretrizes dos estimuladores. - Resultado esperado: espera-se que as ideias geradas apresentem maior usabilidade quando comparado ao não uso dos estimuladores, por acrescentarem informações de atributos de produtos que buscam maximizar o conforto e facilidade de uso. - Justificativa: a usabilidade é desejada em produtos universais pois promove a melhoria da qualidade do produto, proporcionando maior conforto e facilidade de uso para diferentes tipos de usuário (BABBAR ; BEHARA ; WHITE, 2002)

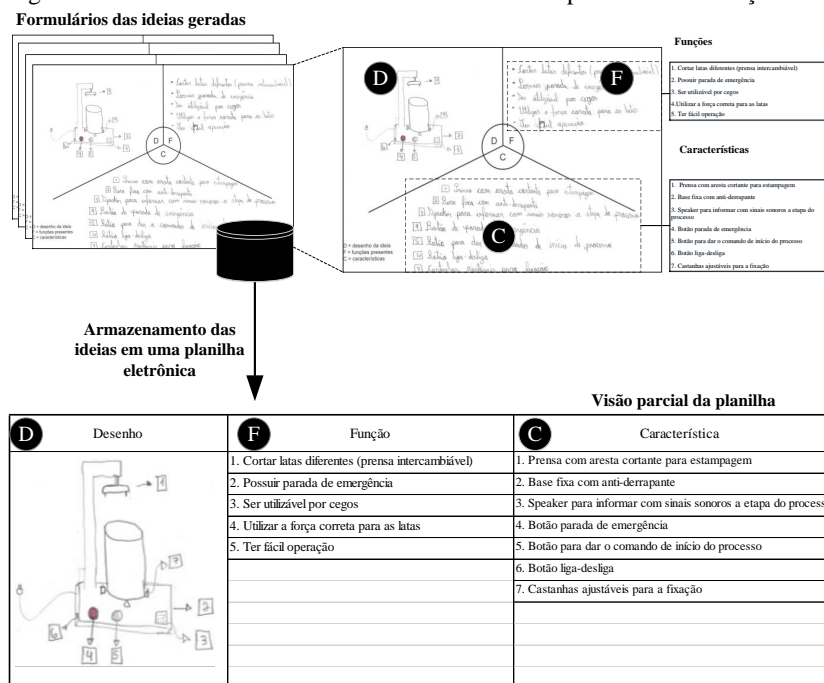
Para a avaliar as ideias geradas utilizou-se um painel com três especialistas com experiência em desenvolvimento de produtos, conforme recomendado por Amabile (1996) apud Sarkar e Chakrabati (2008). O perfil dos especialistas é apresentado no Quadro A.4.

Quadro A.4 - Perfil dos avaliadores

Especialista	Perfil
Especialista 1	Graduado em engenharia mecânica, 4 anos de experiência em desenvolvimento de produtos.
Especialista 2	Doutor em engenharia mecânica, pesquisador em desenvolvimento de produtos.
Especialista 3	Mestre em engenharia mecânica com 4 anos de experiência em desenvolvimento de produtos.

Para o processo de avaliação, primeiramente as ideias geradas foram armazenadas em uma planilha, conforme é apresentado na Figura A.4.

Figura A.4 - Processo de armazenamento das ideias na planilha de avaliação.

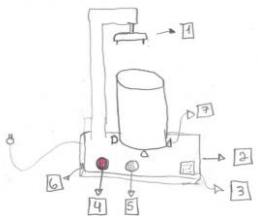


Uma vez armazenadas todas as ideias, os especialistas avaliaram as ideias com base das descrições textuais e no esboço gerado pelos participantes e registraram suas avaliações na seção correspondente à ideia na planilha, como é apresentado na Figura A.5. Para o preenchimento do campo correspondente ao número de ideias (1), cada

ideia contabilizou uma unidade. O número de funções foi contabilizado de acordo com o total de funções descritas no respectivo campo (F) da planilha. Quanto à avaliação da abrangência de mercado, os avaliadores julgaram, com base nas suas experiências e nas características descritas pelos participantes (C), se as ideias atendiam ou não aos segmentos de mercados propostos nos problemas, obtendo no final da avaliação o total de segmentos atendidos por cada ideia.

Para avaliar a usabilidade das ideias, comparou-se as características descritas nos formulários com os estimuladores utilizados no experimento, e por meio da identificação de similaridade, os avaliadores atribuíram, no respectivo campo da planilha, se a diretriz contida no cartão foi ou não utilizado como fonte de analogia para geração da ideia. Uma vez que os conceitos foram criados com base nos atributos de usabilidade, quanto maior a quantidade de diretrizes utilizadas, maior a usabilidade da ideia.

Figura A.5 - Processo de avaliação das ideias.

Ideia	Característica	Função
	1. Prensa com aresta cortante para estampagem	Cortar latas diferentes (prensa intercambiável)
	2. Base fixa com anti-derrapante	Possuir parada de emergência
	3. Speaker para informar com sinais sonoros a etapa do processo	Ser utilizável por cegos
	4. Botão parada de emergência	Utilizar a força correta para as latas
	5. Botão para dar o comando de início do processo	Ter fácil operação
	6. Botão liga-desliga	
	7. Castanhas ajustáveis para a fixação	

NÚMERO DE IDEIAS	ANÁLISE DA UTILIDADE	ANÁLISE DA ABRANGÊNCIA DE MERCADO	ANÁLISE DA USABILIDADE
<p>O número de ideias é definido contando cada unidade. Ou seja, cada ideia equivale a 1 unidade.</p> <p>A soma de todas as ideias geradas por cada equipe contabiliza o número de ideias total gerados por equipe</p>	<p>A utilidade é definida pelo número de funções presente na ideia. O número de funções foi definido pela contabilização do número de funções descritas no campo "Função" do formulário da ideia.</p>	<p>Julgamento dos especialistas com base nas suas experiências se a ideia atende ou não aos segmentos de mercado propostos. Quando a ideia atende ao segmento é assinalado com "sim" na respectiva linha da planilha, quando não atende é assinalado com "não". A abrangência total de mercado da ideia é contabilizada pelo somatório total dos segmentos assinalados com "Sim"</p>	<p>Busca por similaridade entre os atributos das diretrizes propostas nos estimuladores e os atributos da ideia gerada. Quando há similaridade, indica que a diretriz foi utilizada como fonte de analogia, então é marcado com "Sim" na respectiva linha da diretriz na planilha, quando não há similaridade é assinalado "não". O somatório total de "sim" corresponde à usabilidade total da ideia.</p>

Número de ideias	Número de funções	Abrangência de mercado		Usabilidade	
1	5	Perda de agilidade e mobilidade	Sim	Simplificar tarefas	Não
		Perda total de visão	Sim	Controladores visíveis	Não
		Idosos	Sim	Retroatualimentação	Sim
		Jovens	Sim	Hierarquia de funções	Sim
		Adultos	Sim	Aumento do uso dos sentidos	Não
		Total de segmentos de mercado	5	Uso da cor	Sim
				Segmentação do espaço	Não
				Redução do envolvimento humano nas atividades	Sim
				Assimetria	Não
				Superfície segmentada	Sim
		Número total de atributos (NA)	5		

A.3 - RESULTADOS DO EXPERIMENTO 1

A organização dos dados obtidos a partir das ideias geradas no experimento se dá em função das métricas inicialmente propostas, sendo quantidade de ideias, utilidade, usabilidade e abrangência de mercado. Na Tabela A.1, Tabela A.2, Tabela A.3 e Tabela A.4 tem-se os dados obtidos do problema 1 e problema 2, cujas instruções de leitura são apresentadas da Figura A.6.

Figura A.6 - Instruções de leitura da tabela de dados.

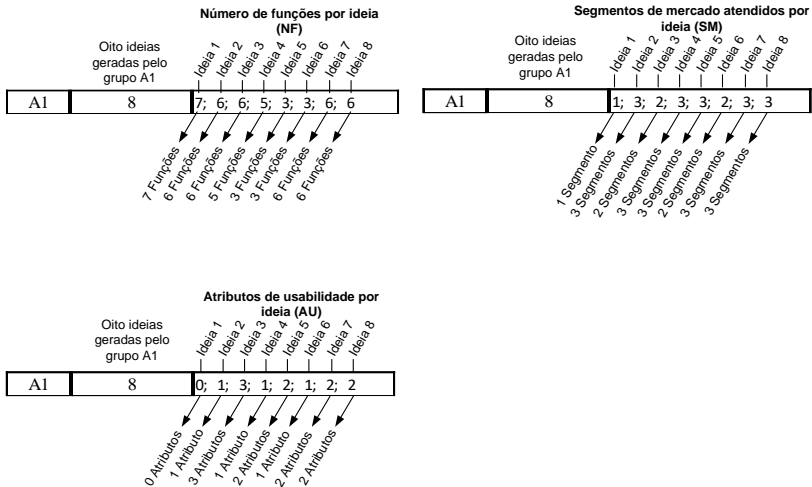


Tabela A.1 - Resultado da avaliação para o problema 1, avaliador 1.

				Especialista 1	
Grupo - Método	Equipe	Número de ideias (NI)	Número de funções por ideia (NF)	Segmentos de mercado atendidos por ideia (SM)	Atributos de usabilidade por ideia (AU)
Grupo A - BRt	A1	8	7;6;6;5;3;3;6;6	1;3;2;3;3;2;3;3	0;1;3;1;2;1;2;2
	A2	2	5;6	3;3	2;2
	A3	10	1;1;1;1;1;1;1;1;1;1	3;2;2;3;1;3;3;3;2;3	1;1;1;2;0;1;1;1;1;2
	A4	6	3;6;5;4;6;5	1;3;2;3;3;3	1;2;2;3;2;2

				Especialista 1	
Grupo - Método	Equipe	Número de ideias (NI)	Número de funções por ideia (NF)	Segmentos de mercado atendidos por ideia (SM)	Atributos de usabilidade por ideia (AU)
	A5	6	3;4;4;3;6;5	3;1;1;1;3;2	3;1;1;2;1;1
Grupo B - BRt	B1	4	3;3;3;3	3;2;3;3	4;2;2;3
	B2	3	7;4;3	2;3;3	3;3;2
	B3	2	5;4	3;3	3;2
	B4	10	2;2;2;2;2;2;1;2;2	1;3;2;1;2;2;2;1;1;1	2;1;0;0;0;1;0;0;0;1
	B5	6	4;6;3;3;2;3	3;3;3;3;2;3	2;1;3;1;2;2

Tabela A.2 - Resultado da avaliação para o problema 1, avaliador 2 e 3.

		Especialista 2		Especialista 3	
Grupo - Método	Equipe	Segmentos de mercado atendidos por ideia (SM)	Atributos de usabilidade por ideia (AU)	Segmentos de mercado atendidos por ideia (SM)	Atributos de usabilidade por ideia (AU)
Grupo A - BRt	A1	1;1;2;1;1;1;1;1;1	3;5;4;5;3;3;4;4	1;3;2;3;3;2;3;3	0;2;4;2;2;1;3;2
	A2	1;3	4;5	3;3	3;4;
	A3	1;2;1;3;1;2;3;3;1;3	2;2;1;5;2;1;3;3;3;4	3;1;2;2;2;3;3;2;3	2;1;1;3;0;2;1;1;1;2
	A4	1;3;1;2;1;1	1;5;4;2;2;2	1;3;2;3;3;3	1;2;3;3;2;2
	A5	1;1;1;3;1;3	4;2;3;4;2;4	3;1;1;1;3;2	3;1;2;4;1;0
Grupo B - BRt	B1	1;1;3;1	3;3;4;4	3;2;2;3	4;2;2;3
	B2	1;1;1	3;3;3	2;3;3	3;4;2
	B3	1;1	4;3	3;2	3;2
	B4	3;3;0;1;0;1;0;1;1;1	2;2;2;2;2;2;1;1;2;2	1;3;2;1;2;2;2;1;1;1	2;1;0;1;1;1;1;0;0;1

		Especialista 2		Especialista 3	
Grupo - Método	Equipe	Segmentos de mercado atendidos por ideia (SM)	Atributos de usabilidade por ideia (AU)	Segmentos de mercado atendidos por ideia (SM)	Atributos de usabilidade por ideia (AU)
	B5	1;3;1;1;1;1	3;3;3;3;3;2	3;3;3;3;2;3	3;1;3;1;2;2

Tabela A.3 - Resultado da avaliação para o problema 2, avaliador 1

		Especialista 1			
Grupo - Método	Equipe	Número de ideias (NI)	Número de funções por ideia (NF)	Abrangência de mercado (SM)	Atributos de usabilidade por ideia (AU)
Grupo A - BRUdins	A1	7	3;5;3;4;4;5;4	4;3;4;3;3;3;3	2;0;3;1;2;2;1
	A2	9	3;5;5;4;3;7;6;5;4	4;5;3;5;4;3;4;4;3	2;5;2;4;3;1;1;2;0
	A3	10	1;1;3;1;4;3;1;2;1;1	3;3;4;3;4;5;3;3;3;4	1;1;1;1;2;2;1;1;1;2
	A4	5	6;4;5;5;5	5;5;4;5;3	3;2;0;2;1
	A5	8	6;5;3;4;4;4;3;4	4;5;4;5;5;5;4;5	4;3;2;3;3;3;1;3
Grupo B - BRt	B1	9	3;3;5;3;4;5;5;3;2	3;3;3;3;3;4;3;3;3	0;1;1;0;0;1;0;0;0
	B2	3	3;4;4	3;3;4	1;1;1
	B3	3	5;3;2	3;3;3	1;1;1
	B4	10	2;3;2;3;2;1;3;5;2;3	3;3;3;3;4;4;3;4;3;5	0;1;0;1;2;1;1;1;1;1
	B5	7	3;3;4;4;3;3;4	3;3;3;3;3;3;4	0;1;0;1;1;0;1

Tabela A.4 - Resultado da avaliação para o problema 1, avaliador 2 e 3.

		Especialista 2		Especialista 3	
Grupo - Método	Equipe	Abrangência de mercado (SM)	Atributos de usabilidade por ideia (AU)	Abrangência de mercado (SM)	Atributos de usabilidade por ideia (AU)
Grupo A - BRUdins	A1	3;4;4;3;4;3;3	3;2;6;3;2;4;2	4;3;4;3;3;3	2;0;3;1;2;3;2
	A2	3;4;3;2;3;2;1;3;3	4;5;2;2;3;3;4;3;2	4;5;3;0;3;3;4;4;3	3;7;4;5;3;2;3;3;1
	A3	2;2;5;2;4;3;2;2;2;4	1;1;4;2;5;3;1;1;1;2	3;3;4;3;4;5;3;3;3;4	1;2;1;1;3;3;1;2;1;2
	A4	3;2;2;3;2	3;2;2;3;2	5;4;4;5;3	4;2;1;4;1
	A5	3;4;2;3;3;3;3;3	4;4;2;3;2;4;2;2	4;5;4;5;0;5;4;5	5;5;3;3;3;3;1;3
Grupo B - BRt	B1	2;2;3;2;2;3;3;3;3;2	2;2;3;2;2;2;3;2;0	3;3;3;3;3;4;3;3;3	0;1;1;0;0;1;0;0;0
	B2	3;2;3	3;2;3	3;3;4	1;1;2
	B3	3;3;2	2;2;1	3;3;3	1;1;1
	B4	2;3;3;3;4;4;2;4;3;4	1;2;2;2;3;2;2;3;2;2	3;3;3;3;0;4;3;4;3;5	0;1;1;1;2;1;1;1;1;2
	B5	2;3;3;3;2;2;2	2;2;2;2;1;1;2	3;3;3;3;3;3;4	0;1;0;2;1;0;1

A.4 - DISCUSSÃO DOS TESTES ESTATÍSTICOS

Primeiramente, foi feita a aplicação do teste Anderson-Darling para verificar o tipo de distribuição dos dados obtidos para o Problema 1 e Problema 2, cujos resultados são apresentados na Tabela A.5.

Tabela A.5 - Resultados do teste de normalidade Anderson Darling para as métricas número de ideias (NI), número de funções (NF), abrangência de mercado (AB) e atributos de usabilidade (AU) do experimento 1.

Métrica	Problema	Valor de teste p	Tipo de distribuição	Teste indicado (Cresswell, 2009)
Quantidade de ideias (NI)	P1	BRt= 0,57 BRt= 0,43	Normal	Teste-t ou ANOVA
	P2	BRUdins= 0,26 BRt = 0,87		
Utilidade (NF)	P1	BRt <0,005 BRt <0,005	Não-normal	U de mann-whitney
	P2	BRUdins <0,005 BRt <0,005		
Abrangência de mercado (AB)	P1	BRt <0,005 BRt <0,005	Não-normal	U de mann-whitney
	P2	BRUdins <0,005 BRt <0,005		
Usabilidade (AU)	P1	BRt <0,005 BRt <0,005	Não-normal	Ude mann-whitney
	P2	BRUdins <0,005 BRt =0,01		

Fonte: do próprio autor.

Desta forma, com base no Quadro 4.3, dentre os testes estatísticos que se aplicam ao experimento, foram selecionados os testes de Análise de Variância (ANOVA) para as distribuições normais (Quantidade de ideias) e o Teste U de Mann-Whitney para as distribuições não normais (Utilidade, Abrangência de mercado e Usabilidade). Os testes empregados, as hipóteses e a análise dos resultados são mostrados na Tabela A.6, Tabela A.7 e Tabela A.8.

1. Análise da Quantidade de Ideias geradas

A hipótese de aumento na quantidade de ideias geradas parte do pressuposto de que a utilização dos UDins durante as sessões de brainstorming favorece o processo criativo dos participantes, contribuindo para geração de uma maior quantidade de ideias, que irão contribuir para o aumento do portfólio de produtos. Os resultados da

análise estatística desta métrica podem ser visualizados Tabela A.6, onde μ representa a média de valores de cada grupo.

Tabela A.6 - Resultado dos testes estatístico para a métrica quantidade de ideias.

Quantidade de ideias - número de ideias (NI)	$H_0 = \mu(NIta) - \mu(NItb) = 0$ $H_1 = \mu(NIta) - \mu(NItb) \neq 0$ Nível de significância $\alpha = 0,05$ Rejeita H_0 se $p < 0,05$	$H_0 = \mu(NItb) - \mu(NIUdins) = 0$ $H_1 = \mu(NItb) - \mu(NIUdins) < 0$ Nível de significância $\alpha = 0,05$ Rejeita H_0 se $p < 0,05$
Teste ANOVA	Atividade 1 $p = 0,491$	Atividade 2 $p = 0,435$
Análise do resultado	Aceita H_0: Não houve diferença significativa para o número de ideias geradas entre os grupos (Grupos homogêneos)	Aceita H_0: Não houve diferença significativa para número de ideias geradas utilizando os estimuladores quando comparado com o não uso.
Legenda : $NIta$ = número de ideias geradas pelo grupo A utilizando Brainstorming tradicional. $NItb$ = número de ideias geradas pelo grupo B utilizando Brainstorming tradicional. $NIUdins$ = número de ideias geradas pelo grupo A utilizando estimuladores.		

A quantidade de ideias geradas para durante a atividade 1 pelo grupo A foi de 32, enquanto o grupo B gerou 25 ideias, ambos utilizando o método de *brainstorming* tradicional. A partir do teste ANOVA ($\alpha = 0,05$) para o Problema 1, verifica-se que não há diferença significativa para a quantidade de ideias geradas entre os grupos ($p=0,491$), ambos com o método tradicional de brainstorming. Assim, é possível afirmar que os grupos são homogêneos, possibilitando a verificação da influência do uso dos estimuladores na quantidade de ideias geradas.

Na atividade 2, o Grupo A, que fez uso dos estimuladores Udins, gerou um total de 39 ideias, enquanto o Grupo B, que fez uso do método de *brainstorming* tradicional, gerou um total de 32 ideias. A partir do resultado do teste ANOVA, verifica-se que o uso dos estimuladores não contribuiu para a geração de maior quantidade de ideias ($p=0,435$).

Dentre os fatores que podem ter contribuído para o não aumento do número de ideias com o uso dos estimuladores, destacam-se:

- a aleatoriedade do sorteio dos integrantes de cada equipe que pode ter gerado dificuldade de alguns membros interagirem entre si em sessões de brainstorming, gerando inibição;
- dificuldade em gerenciar o tempo para a geração de ideias, de leitura dos cartões e discussão das ideias;
- dificuldade para assimilar as informações do problema, dado à sua natureza e a relação com o projeto universal.

2. Análise da utilidade das ideias geradas: número de funções.

A segunda hipótese, aumento da utilidade das ideias geradas, está associada com o número de funções presentes nas ideias geradas. Esta hipótese é construída tendo em vista conteúdo dos estimuladores. Uma vez que os mesmos apresentam diretrizes que descrevem atributos de produtos e suas respectivas funções no uso do produto. Os resultados para esta métrica são apresentados na Tabela A.7.

Tabela A.7 - Resultados estatísticos para a métrica utilidade (NF).

Utilidade número de funções (NF)	$H_0 = \mu(NFta) - \mu(NFtb) = 0$ $H_1 = \mu(NFta) - \mu(NFtb) \neq 0$ Nível de significância $\alpha = 0,05$ Rejeita H_0 se $p < 0,05$	$H_0 = \mu(NFtb) - \mu(NFUdins) = 0$ $H_1 = \mu(NFtb) - \mu(NFUdins) < 0$ Nível de significância $\alpha = 0,05$ Rejeita H_0 se $p < 0,05$
Teste U de Mann-Whitney	Atividade 1 $p = 0,288$	Atividade 2 $p = 0,039$
Análise do resultado	Aceita H_0: Não houve diferença significativa para o número de funções presente nas ideias geradas entre grupos (Grupos homogêneos)	Rejeita H_0: O uso dos estimuladores de projeto universal nas seções de brainstorming favorece significativamente a geração de ideias com maior número de funções quando comparado com o não uso dos estimuladores.

Legenda :

NFta = número de funções presente nas ideias geradas pelo grupo A utilizando Brainstorming tradicional.

NFtb = número de funções presente nas ideias geradas pelo grupo B utilizando Brainstorming tradicional.

NIUdins = número de funções presente nas ideias geradas pelo grupo A utilizando estimuladores.

A partir do teste U de Mann Whitney ($\alpha = 0,05$), que compara as medianas das funções geradas, é possível observar para a atividade 1, onde ambos grupos utilizaram o método de *brainstorming* tradicional, que não há diferença significativa entre o número de funções presentes nas ideias geradas entre os grupos A e B ($p=0,288$). Assim, estima-se que os grupos são homogêneos para a métrica em análise.

Na atividade 2 o grupo A utilizou os estimuladores durante a sessão de brainstorming, enquanto o grupo B utilizou o método de *brainstorming* tradicional. A partir do resultado do teste ($p=0,039$), é possível afirmar que o uso dos estimuladores durante as sessões de brainstorming favorece a geração de ideias com maior quantidade de funções quando comparado ao não uso dos estimuladores.

3. Análise de Abrangência de mercado: número de segmentos de mercado atendidos.

A terceira métrica analisada é a abrangência de mercado das ideias geradas, mensurada pelo número de segmentos de mercado que cada ideia atende. Esta métrica parte do pressuposto que, uma vez que o projeto

universal busca atender a maior quantidade de pessoas possíveis e os cartões foram desenvolvidos com base nessa premissa, espera-se que o uso dos cartões favoreça a geração de ideias que atendam a maior quantidade de segmentos de mercado. Esta métrica foi analisada utilizando um painel com 3 especialistas. Os resultados das avaliações são apresentados na Tabela A.8.

Tabela A.8 - Resultados estatísticos para a métrica abrangência de mercado (AB).

Abrangência de mercado: número de segmentos de mercado atendidos (AB)	$H_0 = \mu(ABta) - \mu(ABtb) = 0$ $H_1 = \mu(ABta) - \mu(ABtb) \neq 0$ Nível de significância $\alpha = 0,05$ Rejeita H_0 se $p < 0,05$	$H_0 = \mu(ABtb) - \mu(ABUdins) = 0$ $H_1 = \mu(ABtb) - \mu(ABUdins) < 0$ Nível de significância $\alpha = 0,05$ Rejeita H_0 se $p < 0,05$
Avaliador	1	
Teste U de Mann-Whitney	Atividade 1	Atividade 2
	$p = 0,682$	$p = 0,000$
Análise do resultado	Aceita Ho: Não houve diferença significativa para a abrangência de mercado das ideias geradas entre os grupos (Grupos homogêneos)	Rejeita Ho: O uso dos estimuladores durante a sessão de brainstorming favorece a geração de ideias com maior abrangência de mercado quando comparado ao não uso dos estimuladores.
Avaliador	2	
Teste U de Mann-Whitney	Atividade 1	Atividade 2
	$p = 0,083$	$p = 0,228$
Análise do resultado	Aceita Ho: Não houve diferença significativa para a abrangência de mercado das ideias geradas entre os grupos (Grupos homogêneos)	Aceita Ho: Não houve diferença significativa para a abrangência de mercado das ideias geradas utilizando os estimuladores quando comparado ao não uso dos estimuladores (Grupos homogêneos)
Avaliador	3	
Teste U de Mann-Whitney	Atividade 1	Atividade 2
	$p = 0,621$	$p = 0,003$
Análise do resultado	Aceita Ho: Não houve diferença significativa para a abrangência de mercado das ideias geradas entre os grupos (Grupos homogêneos)	Rejeita Ho: O uso dos estimuladores durante a sessão de brainstorming favorece a geração de ideias com maior abrangência de mercado quando comparado ao não uso dos estimuladores.)

Legenda :

ABta= número de segmentos de mercado atendido pelas ideias geradas pelo grupo A utilizando Brainstorming tradicional.

ABtb= número de segmentos de mercado atendido pelas ideias geradas pelo grupo B utilizando Brainstorming tradicional.

ABUdins= número de segmentos de mercado atendido pelas ideias geradas pelo grupo A utilizando estimuladores.

Para a atividade 1, os valores de teste U de Mann-Whitney ($\alpha = 0,05$) obtidos da avaliação do avaliador 1 ($p=0,682$), avaliador 2 ($p=0,083$) e avaliador 3 ($p=0,621$) mostra que, utilizando o método de brainstorming tradicional para ambos os grupos, não há diferença significativa entre a quantidade de segmentos de mercado atendidos pelas ideias geradas entre os grupos. Assim, estima-se que os grupos são homogêneos para a métrica em questão.

Já na Atividade 2, o grupo A utilizou os estimuladores durante a sessão de *brainstorming* enquanto o grupo B não. Para o avaliador 1, a partir do valor de $p=0,000$, é possível afirmar que o uso dos estimuladores em sessões de *brainstorming* favorece significativamente a geração de ideias com maior abrangência de mercado quando comparado ao não uso dos estimuladores. Já para o avaliador 2, o valor de $p=0,228$, aceita a hipótese nula de que o uso dos estimuladores não favorece significativamente a geração de ideias com maior abrangência de mercado quando comparado ao não uso dos estimuladores. Já o valor ($p=0,003$) obtido pelo resultado da análise do avaliador 3 indica que o uso dos estimuladores em *brainstorming* contribui para a geração de ideias com maior abrangência de mercado.

A contribuição dos estimuladores na geração de ideias com maior abrangência de mercado foi evidenciada por dois avaliadores. O resultado decorrente do avaliador 2 refuta esta hipótese. Desta forma, apesar de haver fortes indícios de que o uso dos estimuladores contribui para esta métrica, mais experimentos devem ser feitos para que maiores evidências sejam percebidas sobre a influência positiva dos estimuladores na abrangência de mercado das ideias.

4. Análise da Usabilidade: número de atributos de usabilidade

A quarta métrica em análise é a usabilidade, mensurada pela quantidade de atributos de usabilidade presentes nas ideias geradas. Esta métrica, é construída com base o conteúdo dos cartões, que apresentam atributos que buscam a melhoria da usabilidade dos produtos. Assim, estima-se que o uso dos cartões oriente e promova a incorporação destes atributos nas ideias geradas, melhorando assim, a usabilidade das mesmas. Para esta métrica também foi utilizando um painel de três especialistas. Os resultados estatísticos são apresentados na Tabela A.9.

Tabela A.9 - Resultados estatísticos para a métrica usabilidade (AU).

Usabilidade: número de atributos usabilidade presente nas ideias (AU)	$H_0 = \mu(AUta) - \mu(AUtb) = 0$ $H_1 = \mu(AUta) - \mu(AUtb) \neq 0$ Nível de significância $\alpha = 0,05$ Rejeita H_0 se $p < 0,05$	$H_0 = \mu(AUtb) - \mu(AUUdins) = 0$ $H_1 = \mu(AUtb) - \mu(AUUdins) < 0$ Nível de significância $\alpha = 0,05$ Rejeita H_0 se $p < 0,05$
Avaliador	1	
Teste U de Mann-Whitney	Atividade 1	Atividade 2
	$p = 0,729$	$p = 0,000$
Análise do resultado	Aceita Ho: Não houve diferença significativa para a quantidade de atributos de usabilidade presente nas ideias geradas entre os grupos (Grupos homogêneos)	Rejeita Ho: O uso dos estimuladores durante a sessão de brainstorming favorece a geração de ideias com maior quantidade de atributos de usabilidade quando comparado ao não uso dos estimuladores.
Avaliador	2	
Teste U de Mann-Whitney	Atividade 1	Atividade 2
	$p = 0,087$	$p = 0,009$
Análise do resultado	Aceita Ho: Não houve diferença significativa para o número de ideias geradas entre os grupos para a quantidade de ideias geradas (Grupos homogêneos)	Rejeita Ho: O uso dos estimuladores durante a sessão de brainstorming favorece a geração de ideias com maior quantidade de atributos de usabilidade quando comparado ao não uso dos estimuladores.
Avaliador	3	
Teste U de Mann-Whitney	Atividade 1	Atividade 2
	$p = 0,729$	$p = 0,000$
Análise do resultado	Aceita Ho: Não houve diferença significativa para o número de ideias geradas entre os grupos para a quantidade de ideias geradas (Grupos homogêneos)	Rejeita Ho: O uso dos estimuladores durante a sessão de brainstorming favorece a geração de ideias com maior quantidade de atributos de usabilidade quando comparado ao não uso dos estimuladores.

Legenda :

AUta= quantidade de atributos de usabilidade presente nas ideias geradas pelo grupo A utilizando Brainstorming tradicional.

AUtb= quantidade de atributos de usabilidade presente nas ideias geradas pelo grupo B utilizando Brainstorming tradicional.

AUUdins= quantidade de atributos de usabilidade presente nas ideias geradas pelo grupo A utilizando estimuladores.

Conforme apresentado na Tabela A.9, para a atividade 1, os resultados do teste U de Mann-Whitney ($\alpha = 0,05$) para o avaliador 1 ($p=0,729$), avaliador 2 ($p=0,087$) e avaliador 3 ($p=0,729$) não rejeitam a hipótese nula de que, utilizando o método tradicional de *brainstorming*, não há diferença significativa entre a quantidade de atributos de usabilidade presentes nas ideias geradas pelos grupos. Assim, há

evidências estatísticas de que os grupos apresentam desempenho semelhante para a métrica em análise.

Já para a Atividade 2, os valores para o teste U de Mann-Whitney ($\alpha = 0,05$) obtidos para o avaliador 1 ($p=0,000$), avaliador 2 ($p=0,009$) e avaliador 3 ($p=0,000$), indicam que há evidências estatísticas de que o uso dos estimuladores durante as sessões de brainstorming favorecem a geração de ideias com maior usabilidade, ou seja, as ideias contemplam uma maior quantidade de atributos de usabilidade quando comparado com o método de *brainstorming* sem estímulo externo.

A fim de obter-se subsídios adicionais para as conclusões acerca do primeiro experimento com o uso da primeira proposta dos Udins, utiliza-se uma abordagem qualitativa decorrente da avaliação dos participantes, apresentada na sequência.

A.5 - ANÁLISE QUALITATIVA E CONSIDERAÇÕES SOBRE O EXPERIMENTO.

Conforme apresentado no Quadro A.2 a última atividade do segundo dia de experimento foi a aplicação de um questionário de avaliação acerca das atividades executadas, cujos resultados numéricos são encontrados no Apêndice C.

Como pode ser observado, as primeiras três perguntas foram destinadas ao uso dos estimuladores. Sendo assim, somente o Grupo A foi submetido à responde-las. A partir dos relatos dos participantes, foi possível analisar os cartões quanto à sua estrutura e seu conteúdo.

Dentro deste contexto, quanto à primeira pergunta do questionário (Q1), alguns comentários como “*Os estimuladores me fizeram lembrar de detalhes que são importantes na hora de projetar um produto, não atingindo diretamente o número de ideias, mas sim a qualidade delas.*” e “*Um pouco no sentido de ter uma visualização melhor e mais detalhada do problema, mas não para gerar mais ideias e sim, mais funções para o mesmo produto*”, destacam a funcionalidade dos cartões quando à sua influência na geração de maior quantidade de funções. O uso do exemplo de aplicação na forma de imagens de produtos auxilia na compreensão do conceito e facilita a analogia para o problema em estudo.

Entretanto, alguns participantes relataram dificuldade em relacionar os exemplos dos conceitos com o problema em questão. Ao serem questionados quanto ao grau de dificuldade em utilização (Q2), apesar de a maioria dos participantes terem avaliado como sendo de fácil utilização (52%), observou-se a frequência de respostas retratando a dificuldade em relacionar o cartão com o problema, como por exemplo

“Talvez se os exemplos fossem mais próximos do problema seria mais fácil a utilização dos cartões” e *“Houve dificuldade em adaptar a nossa ideia a dispositivos universais”*. Tem-se indícios que a consulta recorrente aos cartões durante às sessões se deu justamente pela dificuldade em associar o estimulador ao problema, exigindo maior esforço cognitivo dos participantes.

Quanto à frequência do uso dos estimuladores percebe-se a prevalência do uso do estimulador “esforço físico reduzido” em relação aos demais. Estima-se que esta prevalência está associada à dificuldade em associar a domínio do conhecimento do exemplo ao problema em questão.

De maneira geral, percebe-se que os participantes buscaram relacionar o exemplo de aplicação do conceito com o problema, encontrando dificuldades em abstrair o conceito a partir do exemplo. Dentro deste contexto, é possível observar que os participantes não utilizaram a abstração correspondente ao exemplo, que tinha como objetivo facilitar a transição da analogia entre os domínios de conhecimento, facilitando a generalização do conceito.

Estima-se que a não utilização da abstração como analogia está relacionada pela disposição espacial da mesma no cartão. Após ler o conceito, o participante é direcionado ao exemplo de aplicação, para após ser direcionado para a abstração. Além disso, é possível perceber que os estimuladores mais utilizados (i.e., Uso simples e esforço físico reduzido) apresentavam exemplos de produtos mais facilmente encontrados no dia a dia (e.g., facas, martelo, relógio, lanterna, entre outros) o que facilitou a compreensão do exemplo, enquanto o estimulador “Informação perceptível” apresentava produtos menos comuns, o que dificultou a compreensão da aplicação do conceito no produto, e consequentemente a utilização do cartão como fonte de estímulo.

Dentro deste contexto, Linsey et al (2006) afirma que projetistas novatos tendem a usar analogias orientadas por casos (exemplo específico) em vez de analogias orientadas por esquemas (e.g., abstrações). Segundo o mesmo autor, esta diferença é explicada pela dificuldade que novatos tem dificuldade em recuperar informações relevantes e mapear conceitos de diferentes domínios de conhecimento devido à falta de experiência.

Tendo em vista estas considerações para melhoria e adequação dos estimuladores, foi realizada a otimização dos mesmos a fim de propor uma configuração mais adequada para apoio a planejamento de produtos universais, que é apresentada no Capítulo 4.

APÊNDICE B - EXPERIMENTO 1: MATERIAIS DO ESTUDO PRELIMINAR

B.1 - INSTRUMENTOS UTILIZADOS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
 DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
 EMC 5302 – METODOLOGIA DE PROJETO EM ENGENHARIA MECÂNICA

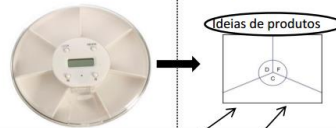
Geração de Ideias de Produtos Universais

Mestrando Paulo Henrique Zen Messerschmidt
phzm.engmec@gmail.com
 Orientador Prof. André Ogliari

Atividade 1 – Controlar medicamentos durante tratamentos médicos.

• Uma empresa busca desenvolver um produto que auxilie as pessoas no controle de medicamentos (quantidade, hora e medicamento correto), permitindo ao usuário seguir seu tratamento de forma correta. O mercado alvo inclui os seguintes segmentos: **idosos sem deficiência, idosos com perda de agilidade nas mãos e idosos com deficiência visual**. O mapa tecnológico da Figura 1 mostra o planejamento para este produto.

Figura 1. Mapa tecnológico para produtos que auxiliem idosos a seguirem tratamentos médicos.

		2013-2017	2017-2022	tempo →
Mercado	Tendências das Necessidades dos usuários	↓ Preço	↑ Utilidade ↑ Usabilidade ↑ Segurança.....	.....
	Tendências sociais e ambientais	↓ Consumo de energia nos processos	↑ Reciclabilidade e reuso	.....
	Tendências das necessidades de mercado	↓ Custo	↑ Variedade ↑ Lucratividade.....	.....
Produto	Linha de produtos 1 .....			.....
Tecnologia	Manufatura	Processo de	→ Qualquer processo	.....
	Materiais		Polímero	.....

• Gerar ideias de produtos que auxiliem os usuários a controlarem os seus medicamentos (quantidade, hora e medicamento correto) para o tempo futuro (2017-2021) utilizando as informações do mapa tecnológico em sessão de *brainstorming*;

• Registrar nos devidos campos do formulário: o desenho da ideia, descrição das características e funções presentes.



Gerção de Ideias de Produtos Universais

Mestrando Paulo Henrique Zen Messerschmidt
phzm.engmec@gmail.com
 Orientador Prof. André Ogliari

Atividade 2 – Auxiliar na tarefa de abrir produtos enlatados.

• Uma empresa busca desenvolver um abridor de produtos enlatados para facilitar esta tarefa. O mercado alvo inclui vários segmentos: **jovens, adultos, idosos, pessoas com perda de agilidade nas mãos** e também **pessoas com deficiência visual**. O mapa tecnológico da Figura 1 mostra uma visão parcial do planejamento para este produto.

Figura 1. Visão parcial do mapa tecnológico para o planejamento de produtos que auxiliem a abrir produtos enlatados.

		2013-2017	2017-2022	→ tempo
Mercado	Tendências das Necessidades dos usuarios	↓ Preço ↑ Qualidade	↑ Utilidade ↑ Usabilidade ↑ Segurança.....	.....
	Têndencias sociais e ambientais	↓ Consumo de energia nos processos	↑ Eficiência.....	.....
	Tendências das necessidades de mercado	↓ Custo	↑ Atender a maior segmento de mercado.....	.....
Produto	Linha de produtos 1 .....			.....
Tecnologia	Manufatura	Estampagem →	Qualquer processo	.....
	Materiais	Aço inox →	Qualquer material	.....

• Gerar ideias de produtos que auxilie os usuários a abrir produtos enlatados no tempo futuro (2017-2021) utilizando as informações do mapa tecnológico *em sessão de brainstorming*.

• Registrar nos devidos campos do formulário: o desenho da ideia, descrição das características e funções presentes.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
EMC 5302 – METODOLOGIA DE PROJETO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Geração de Ideias de Produtos Universais

Mestrando Paulo Henrique Zen Messerschmidt
phzm.engmec@gmail.com
Orientador Prof. André Ogliari

Atividade 2 – Auxiliar na tarefa de abrir produtos enlatados.

• Uma empresa busca desenvolver um abridor de produtos enlatados para facilitar esta tarefa. O mercado alvo inclui vários segmentos: **jovens, adultos, idosos, pessoas com perda de agilidade nas mãos** e também **pessoas com deficiência visual**. O mapa tecnológico da Figura 1 mostra uma visão parcial do planejamento para este produto.

Figura 1. Visão parcial do mapa tecnológico para o planejamento de produtos que auxiliem a abrir produtos enlatados.

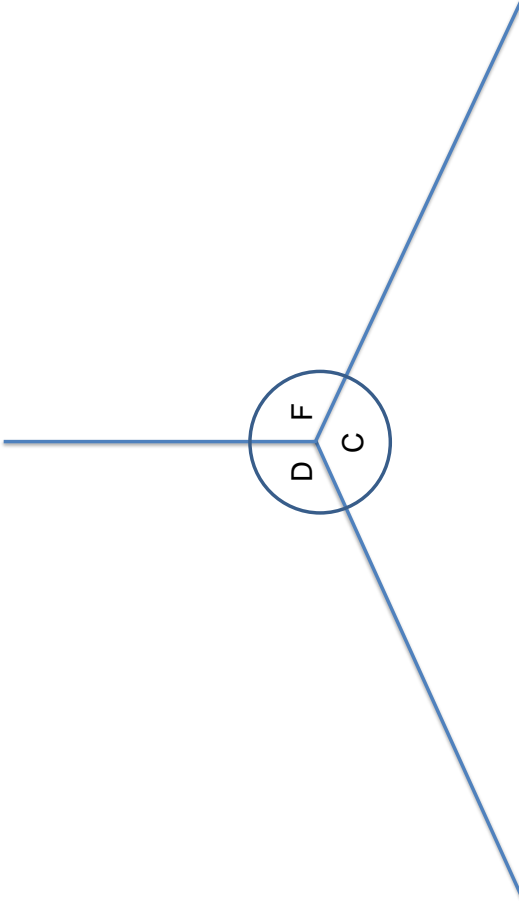
		2013-2017	2017-2022	→ tempo
Mercado	Tendências das Necessidades dos usuarios	↓ Preço ↑ Qualidade	↑ Utilidade ↑ Usabilidade ↑ Segurança.....	.....
	Têndências sociais e ambientais	↓ Consumo de energia nos processos	↑ Eficiência.....	.....
	Tendências das necessidades de mercado	↓ Custo	↑ Atender a maior segmento de mercado.....	.....
Produto	Linha de produtos 1			
Tecnologia	Manufatura	Estampagem →	Qualquer processo	.....
	Materiais	Aço inox →	Qualquer material	.....

• Gerar ideias de produtos que auxiliem os usuários a abrir produtos enlatados no tempo futuro (2017-2021) utilizando as informações do mapa tecnológico e os inspiradores universais *em sessão de brainstorming*.

• Registrar nos devidos campos do formulário: o desenho da ideia, descrição das características e funções presentes.

Formulário para registro das ideias
Equipe:

Problema:



D = desenho da ideia
F = funções presentes
C = características

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Mestrando Paulo Henrique Zen Messerschmidt
phzm.engmec@gmail.com
Orientador Prof. André Ogliari

Questionário de avaliação das atividades

Prezados participantes: é importante conhecermos sua opinião sobre as atividades práticas que acabaram de desenvolver. Solicitamos sua cooperação marcando a resposta apropriada para as questões apresentadas a seguir, com base nos resultados obtidos.

Questão 1 – Em sua opinião houve diferença na geração de ideias com e sem o uso dos inspiradores universais? Por quê? Sim Não

Questão 2 – Usando uma escala de 1 a 5, responda quão fácil foi para você utilizar os inspiradores universais para gerar ideias. Existiram dificuldades? Quais?

1 2 3 4 5
Muito difícil Muito fácil

Questão 3 – Qual inspirador universal foi mais influente nas ideias geradas na sua equipe?

Uso simples Esforço físico reduzido Informação perceptível Sem distinção

Questão 4 - As informações presentes no mapa tecnológico foram úteis durante a geração de ideias? Se não, por quê? Sim Não

Questão 5 – Você está satisfeito com os resultados do processo de geração de ideias?

1 2 3 4 5
Muito insatisfeito Muito satisfeito

Questão 6 – Houve dificuldade para preencher o formulário? Se sim, Por quê?

Sim Não

Questão 7 – Você teria observações, ou comentários adicionais ou sugestões sobre sua experiência nesta atividade? Por favor, descreva-as.


B.2 - ESTIMULADORES UDINS PRELIMINARES

Uso simples

Descrição: Torna o funcionamento do produto fácil de ser compreendido pelo usuário, independente da experiência, conhecimento e habilidade linguística do usuário.

Estímulos:

- Simplificar tarefas**
 As operações de controle devem ser **diretas** e constituídas de um **número mínimo de passos** e tomadas de decisão.



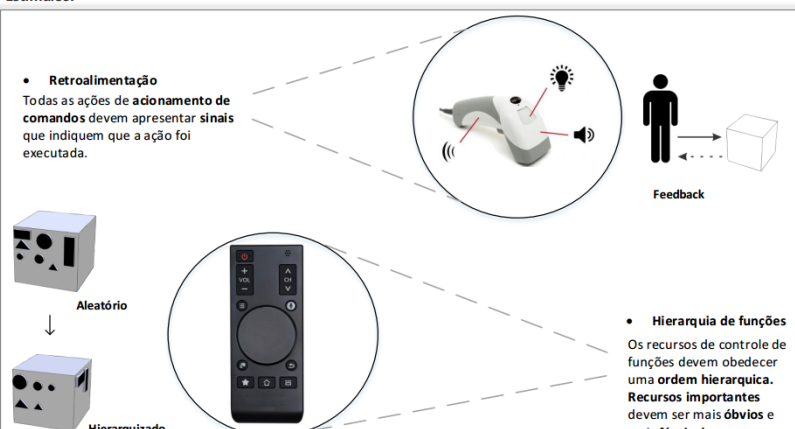
- Controladores visíveis**
 Comandos que alteram o estado do produto associados a **mostradores claros** contribuem para o fácil uso do produto.

Uso simples

Descrição: Torna o funcionamento do produto fácil de ser compreendido pelo usuário, independente da experiência, conhecimento e habilidade linguística do usuário.

Estímulos:

- Retroalimentação**
 Todas as ações de **acionamento de comandos** devem apresentar **sinais** que indiquem que a ação foi executada.



- Hierarquia de funções**
 Os recursos de controle de funções devem obedecer uma **ordem hierárquica**. **Recursos importantes** devem ser mais **óbvios** e mais **fáceis de acessar**.

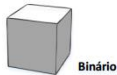
Informação perceptível

Descrição: A transferência de informação deve acontecer de forma efetiva independente das condições ambientais ou das habilidades sensoriais do usuário. Diferentes modos de transferência de informação melhoram a qualidade das informações perceptíveis.

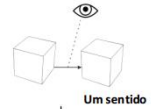
Estímulo:

- **Aumento do uso dos sentidos**

A estimulação dos cinco sentidos (visão, olfato, audição, tato e paladar) pode ser utilizada como uma forma de transferência de informação entre produto e usuário.



Espectro visível



- **Uso da cor**

A cor, quando ocupa um espaço adequado, pode ser utilizada a favor da comunicação e informação entre produto e usuário.

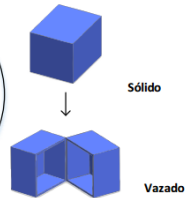
Reduzir esforço físico

Descrição: Permite ao usuário utilizar o produto de forma eficiente e confortável com o mínimo de ações repetitivas e esforço físico possível.

Estímulo:

- **Segmentação do espaço**

A utilização de estruturas ocas, com múltiplas cavidades ou porosas permite usar o volume de material de forma mais eficiente, possibilitando a redução de material e peso.



Humano



Semi-automatizado



Totalmente automatizado



- **Redução do envolvimento humano nas atividades**

O uso de ferramentas energizadas, semi-automáticas ou automatizadas podem reduzir os esforços e movimentos repetitivos para operar o produto.

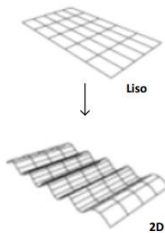
Reduzir esforço físico

Descrição: Permite ao usuário utilizar o produto de forma eficiente e confortável com o mínimo de ações repetitivas e esforço físico possível.

Estímulo:

- **Assimetria**

O uso de formas assimétricas pode reduzir esforços durante o manuseio e operação, melhorando a ergonomia do produto.

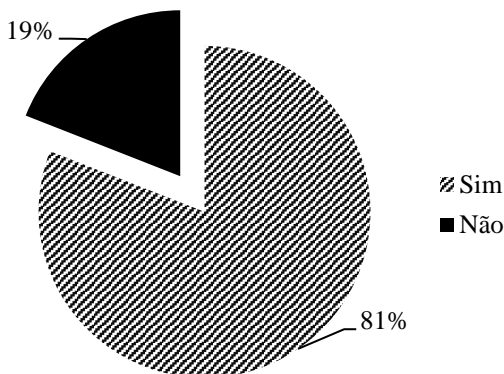


- **Superfície segmentada**

O uso de superfícies segmentadas pode aumentar a aderência durante o uso e manuseio do produto, contribuindo para o conforto.

B.3 - AVALIAÇÃO DO EXPERIMENTO 1 – RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO

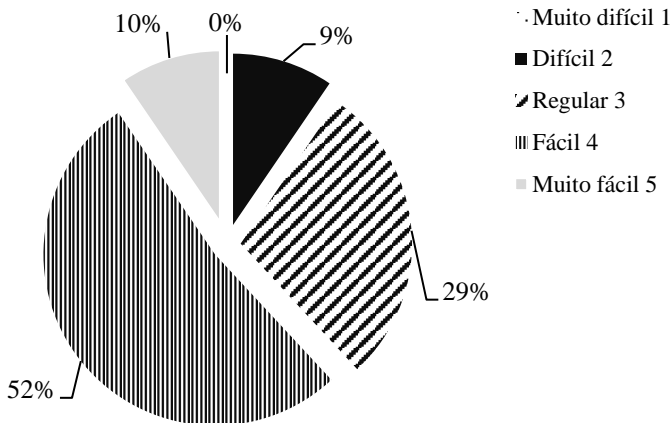
Questão 1 - Em sua opinião houve diferença na geração de ideias com e sem o uso dos inspiradores universais? Por quê?



- "Pois foi possível enxergar opções que antes não estavam latentes nas ideias, como a questão de cores, e inovação incremental (faca elétrica)"
- "Abre a mente para novas possibilidades. Pequenas mudanças que acrescentam muito no produto"
- "O fato de separar claramente a função e característica de produto permite uma compreensão melhor do objeto a ser produzido"
- "Separação clara de características e funções do produto"
- "Pois inspirou algumas funções e características do produto"
- "Os inspiradores me fizeram lembrar de detalhes que são importantes na hora de projetar algo, não atingiu diretamente o número de ideias mas na qualidade delas"
- "Sem os inspiradores havia pensado pouco nos graus de integração homem-máquina, nas assimetrias e superfícies segmentadas"
- "Com o uso dos inspiradores as ideias foram mais práticas e de melhor funcionalidade"
- "Sim, pois ajuda a selecionar valores importantes no processo de criação do produto"
- "Pois tiveram bons exemplos, que pudessem demonstrar algo em um produto que facilita o uso por diferentes tipos de pessoas"

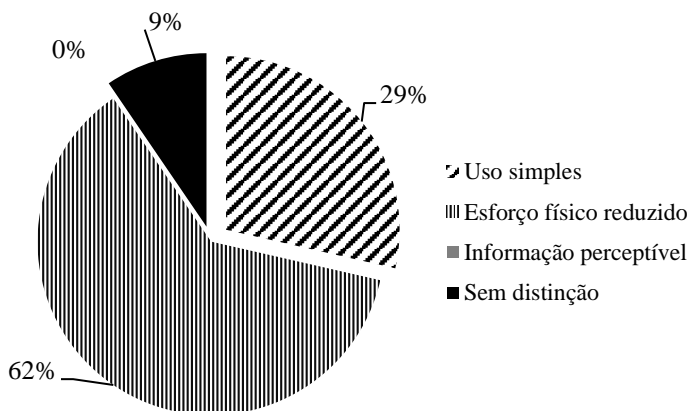
- "Deu princípios para seguirmos que foram moldando as primeiras ideias, porém não permitiu ideias novas e muito diferentes"
- "serviram como exemplos e ideias para que pudéssemos desenvolver novos produtos"
- "As ideias foram direcionadas a um pensamento que sanasse os problemas presentes"
- "Não tinha muita relação com o problema"
- "Acredito que caso o uso dos inspiradores fosse explicado de forma mais objetiva e com mais exemplos, eles seriam mais uteis"
- "Parecida que havia pré-estipulações, o que atrapalhou um pouco na geração de ideias"

Questão 2 – Usando uma escala de 1 a 5, responda quão fácil foi para você utilizar os inspiradores universais para gerar ideias. Existiram dificuldades? Quais?

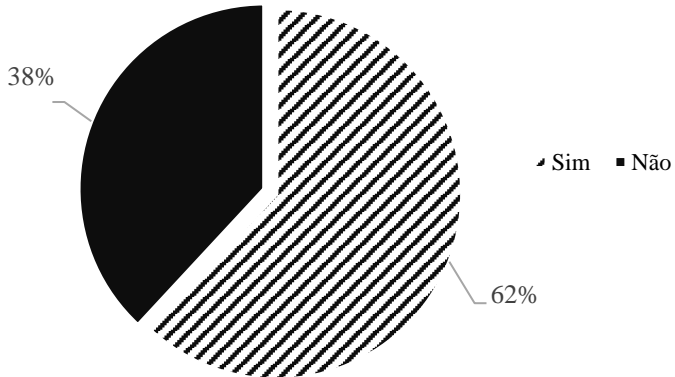


- "Talvez se os exemplos fossem mais próximos do problema seria mais fácil, mas no mercado, nem sempre é assim."
- "Sim, adaptar a nossa ideia a dispositivos universais."
- "Dificuldade em realizar os desenhos."
- "Não existiram, parte do desenho complementava bem as partes escritas e vice-versa."
- "Foi difícil encaixar os inspiradores com o contexto do abridor."
- "Alguns deles não foram usados, como o de informação perceptível pois não tinha muito a ver com o projeto."
- "Encontrar situações que possamos utilizá-los nas ideias."
- "Os inspiradores me deram caminhos para seguir e excluir ideias que não continham as características desejadas."
- "A maior dificuldade foi no processo de brainstorming, e não os inspiradores, acho que houve pouca instrução."
- "Pouca, apenas na hora de adaptar os inspiradores em algumas ideias."
- "A dificuldade foi a criação de ideias, parece que "engessou" o processo."
- "Por ter alguns exemplos e características apontadas, ficou mais complicado em pensar em ideias aleatórias."
- "Conseguir relacioná-los com o problema que nos foi apresentado."
- "Sim, adaptar os inspiradores ao produto em questão."

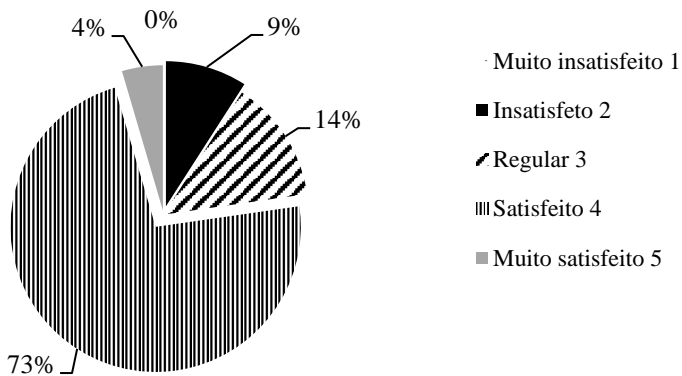
Questão 3 – Qual inspirador universal foi mais influente nas ideias geradas na sua equipe?



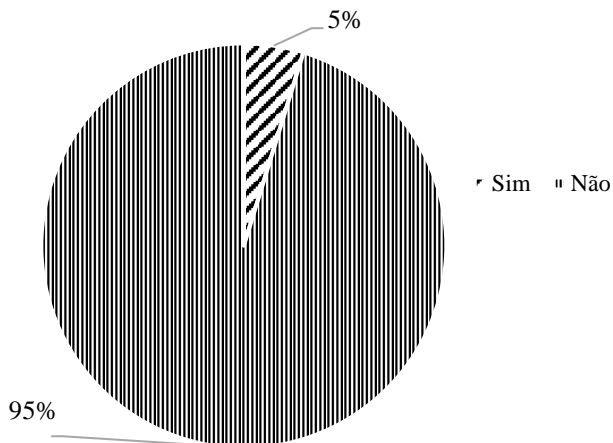
Questão 4 - As informações presentes no mapa tecnológico foram úteis durante a geração de ideias? Por quê?



Questão 5 - Você está satisfeito com os resultados do processo de geração de ideias?



Questão 6 – Houve dificuldade para preencher o formulário? Se sim, por quê?



Questão 7 – Você teria observações, ou comentários adicionais ou sugestões sobre sua experiência nesta atividade? Por favor, descreva-as.

- Ela foi útil e mostrou como é um brainstorming, pois ao mesmo tempo que discutíamos, colocávamos as ideias no papel."
- "Como observação seria que os inspiradores foram cruciais para dar um norte nas principais necessidades."

APÊNDICE C - REFERÊNCIAS DE CONTEÚDOS DE PROJETO UNIVERSAL

Quadro C.1 - Recomendações de Literaturas assuntos relacionados ao projeto universal para o desenvolvimento dos estimuladores.

Título	Autor	Editora/Revista	Ano
Usability Engineering	Jakob Nielsen	Morgan Kaufmann	1993
Ergonomia: Projeto e Produção	Itiro Iliada	Edgar Blücher	2016
Human Factors and Ergonomics Design Handbook Third Edition	Wesley E. Woodson, Peggy Tillman, Barry Tillman	McGraw-Hill	2016
Universal Principles of Design	William Lidwell; Kritina Holden; Jill Butler	RockPort	2010
The Design of Everyday Things	Don Norman	Basic Books	2013
Inventive Thinking trough TRIZ: A practical Guide	Michael A. Orloff	Springer	2003
40 Inventive Principles with Exemples: Human Factors and Ergonomics	Jack Hipple; Stan Caplan; Michael Tischart	The TRIZ Journal	2003
Designing for Intuitive Use of Products. An Investigation	Alethea L. Blackler; Vesna Popovic; Douglas P. Mahar	Asian Design International Conference	2003
Engineering of creativity: Introduction to TRIZ methodology of inventive problem solving	Semyon Savransky	CRC Press	2000
Inclusive design toolkit	John Clarkson; Roger Coleman; Ian Hosking; Sam Waller	University of Cambridge	2007

Quadro C.2 - Lista de recomendações de sites para busca de imagens para atividade 3.1.

Nome	Endereço
Springwise	https://www.springwise.com/

Nome	Endereço
TrendHunter	https://www.trendhunter.com/
MoreInspiration	http://www.moreinspiration.com/Search
NotCot	http://www.notcot.com/
CoolBusinessIdeias	http://www.coolbusinessideas.com/
David Report	http://davidreport.com/
J. Walter Thompson Intelligence	https://www.jwtintelligence.com/technology/
Cool Hunting	http://www.coolhunting.com/#read
Mashble	https://mashable.com/
Engenharia é:	http://engenhariae.com.br/category/tecnologia/
New Atlas	https://newatlas.com/

Fonte: do próprio autor.

APÊNDICE D - MATERIAL UTILIZADO NO EXPERIMENTO 2

D.1 - INSTRUMENTOS UTILIZADOS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
EMC 5302 – METODOLOGIA DE PROJETO EM ENGENHARIA MECÂNICA

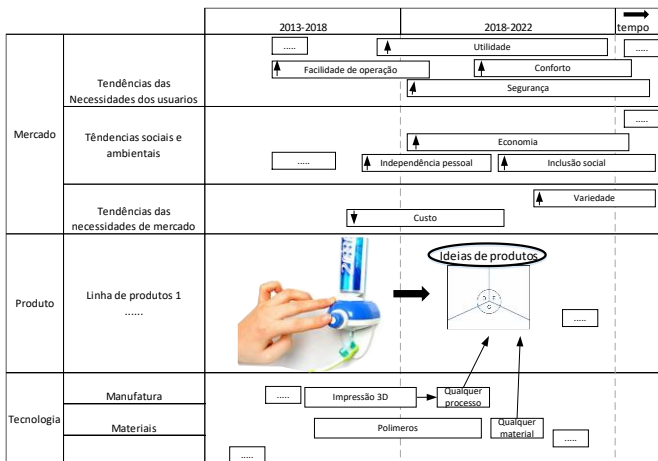
Geração de Ideias de Produtos Universais

Mestrando Paulo Henrique Zen Messerschmidt
phzm.engmec@gmail.com
Orientador Prof. André Oliari

Atividade 1 – Auxiliar os usuários na tarefa de dispensar pasta de dente na quantidade correta.

- Uma empresa busca desenvolver um produto que auxilie as pessoas na tarefa de dispensar pasta de dente na quantidade correta. O mercado alvo inclui os seguintes grupos de usuários: **adultos totalmente hábeis, idosos com perda de agilidade nas mãos, adultos deficiência visual e adultos deficiência auditiva**. O mapa tecnológico da Figura 1 mostra uma visão parcial do planejamento para este produto.

Figura 1. Visão parcial do mapa tecnológico para produtos que auxiliem pessoas na tarefa dispensar pasta de dente na quantidade correta.



- Gerar ideias de produtos que auxiliem as pessoas na tarefa de dispensar pasta de dente na quantidade correta para o tempo futuro (2018-2022) utilizando as informações do mapa tecnológico em sessão de *brainstorming*;

- Registrar nos devidos campos do formulário: o desenho da ideia, descrição das características e funções presentes.

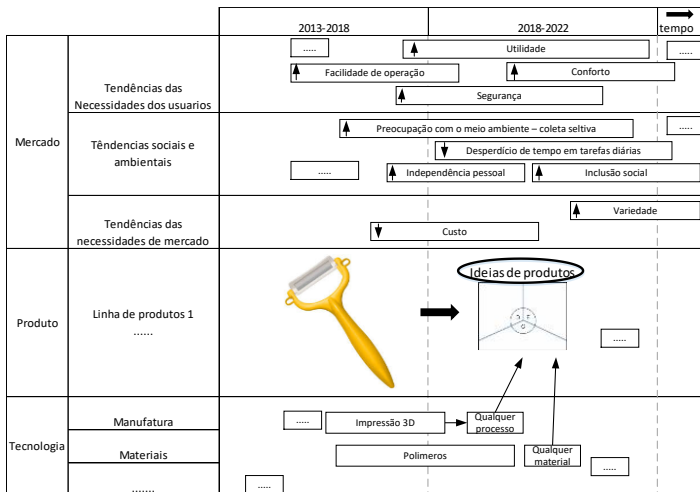
Geração de Ideias de Produtos Universais

Mestrando Paulo Henrique Zen Messerschmidt
phzm.engmec@gmail.com
 Orientador Prof. André Ogliari

Atividade 2 – Auxiliar os usuários na tarefa de descascar frutas.

• Uma empresa busca desenvolver um produto que auxilie as pessoas na tarefa de descascar frutas de formato esférico (e.g., laranja, maçã, limão). O mercado alvo inclui os seguintes grupos de usuários: **adultos totalmente hábeis, idosos com perda de agilidade nas mãos, adultos com deficiência visual e adultos com deficiência auditiva**. O mapa tecnológico da Figura 1 mostra uma visão parcial do planejamento para este produto.

Figura 1. Visão parcial do mapa tecnológico para produtos que auxiliem pessoas na tarefa de descascar frutas e legumes.



- Gerar ideias de produtos que auxiliem os usuários a descascar frutas e legumes para o tempo futuro (2017-2021) utilizando as informações do mapa tecnológico em sessão de *brainstorming*;
- Registrar nos devidos campos do formulário: o desenho da ideia, descrição das características e funções presentes.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
EMC 5302 – METODOLOGIA DE PROJETO EM ENGENHARIA MECÂNICA

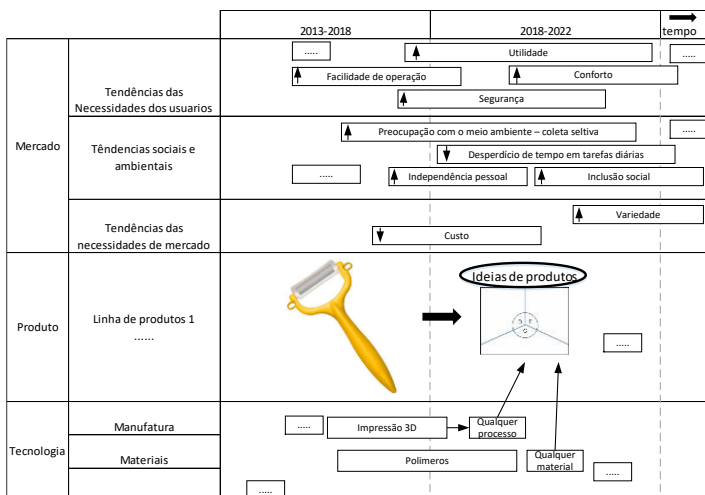
Geração de Ideias de Produtos Universais

Mestrando Paulo Henrique Zen Messerschmidt
phzm.engmec@gmail.com
Orientador Prof. André Ogliari

Atividade 2 – Auxiliar os usuários na tarefa de descascar frutas.

• Uma empresa busca desenvolver um produto que auxilie as pessoas na tarefa de descascar frutas de formato esférico (e.g., laranja, maçã, limão). O mercado alvo inclui os seguintes grupos de usuários: **adultos totalmente hábeis, idosos com perda de agilidade nas mãos, adultos com deficiência visual e adultos com deficiência auditiva**. O mapa tecnológico da Figura 1 mostra uma visão parcial do planejamento para este produto.

Figura 1. Visão parcial do mapa tecnológico para produtos que auxiliem pessoas na tarefa de descascar frutas.



- Gerar ideias de produtos que auxiliem os usuários a descascar frutas para o tempo futuro (2018-2022) utilizando as informações do mapa tecnológico e os inspiradores universais em *sessão de brainstorming*.
- Registrar nos devidos campos do formulário: o desenho da ideia, descrição das características e funções presentes.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Mestrando Paulo Henrique Zen Messerschmidt
phzm.engmec@gmail.com
Orientador Prof. André Ogliari

Questionário de avaliação das atividades

Prezados participantes: é importante conhecermos sua opinião sobre as atividades práticas que acabaram de desenvolver. Solicitamos sua cooperação marcando a resposta apropriada para as questões apresentadas a seguir, com base nos resultados obtidos.

Questão 1 - As informações presentes no mapa tecnológico foram úteis durante a geração de ideias? Se não, por quê? Sim Não

Questão 2 – Você está satisfeito com os resultados do processo de geração de ideias?

1 2 3 4 5
Muito insatisfeito Muito satisfeito

Questão 3 – Houve dificuldade para preencher o formulário? Se sim, Por quê?
 Sim Não

Questão 4 – Você teria observações, ou comentários adicionais ou sugestões sobre sua experiência nesta atividade? Por favor, descreva-as.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Mestrando Paulo Henrique Zen Messerschmidt
phzm.engmec@gmail.com
Orientador Prof. André Ogliari

Questionário de avaliação das atividades

Prezados participantes: é importante conhecermos sua opinião sobre as atividades práticas que acabaram de desenvolver. Solicitamos sua cooperação marcando a resposta apropriada para as questões apresentadas a seguir, com base nos resultados obtidos.

Questão 1 – Em sua opinião houve diferença na geração de ideias com e sem o uso dos inspiradores universais? Por quê? Sim Não

Questão 2 – Usando uma escala de 1 a 5, responda quão fácil foi para você utilizar os inspiradores universais para gerar ideias. Existiram dificuldades? Quais?

1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
Muito difícil				Muito fácil

Questão 3 – Qual inspirador universal foi mais influente nas ideias geradas na sua equipe?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Uso simples	Esforço físico reduzido	Informação perceptível	Sem distinção

Questão 4 - As informações presentes no mapa tecnológico foram úteis durante a geração de ideias? Se não, por quê? Sim Não

Questão 5 – Você está satisfeito com os resultados do processo de geração de ideias?

1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
Muito insatisfeito				Muito satisfeito

Questão 6 – Houve dificuldade para preencher o formulário? Se sim, Por quê?
 Sim Não

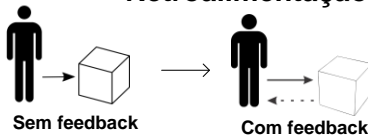
Questão 7 – Você teria observações, ou comentários adicionais ou sugestões sobre sua experiência nesta atividade? Por favor, descreva-as.

D.2 - ESTIMULADORES UTILIZADOS NO EXPERIMENTO 2

Uso simples

Descrição: Permite **eliminar a complexidade** desnecessária e **facilitar a identificação dos recursos do produto**, tornando mais simples o uso do produto.

Retroalimentação



Descrição:

Todas as ações de **comandos** devem apresentar **sinais que indiquem mudança do estado atual** do sistema.

Exemplo de aplicação:



A escova de dente *Oral-B Genius Pro 8000™* fornece feedback em tempo real para o usuário, **indicando o tempo de escovação e posição atual da escovação**, auxiliando o usuário **realizar a atividade de forma correta**.

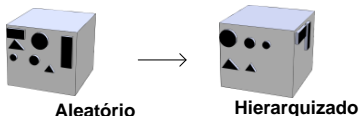
Fonte:¹ NORMAN, Don. The design of everyday things: Revised and expanded edition. Basic Books (AZ), 2013.

², Imagem: <https://oralb.com/en-us/products/genius-8000-electric-toothbrush-with-bluetooth>

Uso simples

Descrição: Permite **eliminar a complexidade** desnecessária e **facilitar a identificação dos recursos do produto**, tornando mais simples o uso do produto

Hierarquia de funções



Descrição:

Os recursos de controle de funções devem obedecer uma **ordem hierárquica**. **Recursos importantes** devem ser mais **óbvios** e mais **fáceis de acessar**.¹

Exemplo de aplicação:



O controle remoto da *Panasonic*TM apresenta os **comandos mais utilizados** como ligar/desligar e mudança de canal **dispostos na parte superior do controle**, enquanto **funções utilizadas com menos frequência estão na parte inferior**.²

Fonte:¹Lidwell, William, Kritina Holden, and Jill Butler. Universal principles of design, revised and updated: 125 ways to enhance usability, influence perception, increase appeal, make better design decisions, and teach through design. Rockport Pub, 2010.

²Texto do autor

Imagem: <http://www.expertreviews.co.uk/tvs-entertainment/tvs/1400338/panasonic-viera-tx-42as650b-review>

Uso simples

Descrição: Permite **eliminar a complexidade** desnecessária e **facilitar a identificação dos recursos do produto**, tornando mais simples o uso do produto

Simplificação de tarefas



Descrição:

As **operações de controle devem ser diretas** e constituídas de um **número mínimo de passos** e tomadas de decisão.¹

Exemplo de aplicação:



O relógio *Apple Watch*™ possui uma pulseira magnética que **elimina a necessidade dos encaixes** das pulseiras convencionais, **facilitando o ajuste e reduzindo a necessidade de precisão** durante a ação.²

Fonte: ¹NORMAN, Don. The design of everyday things: Revised and expanded edition. Basic Books (AZ), 2013.

¹BACK, Nelson; OGLIARI, André; DIAS, Acires; SILVA, Jonny Carlos da. Projeto integrado de produto: planejamento, concepção e modelagem. Barueri, SP: Manole, 2008. 601p

²Texto do autor

Imagem: <https://www.apple.com/br/apple-watch-series-3/>

Uso simples

Descrição: Permite **eliminar a complexidade** desnecessária e **facilitar a identificação dos recursos do produto**, tornando mais simples o uso do produto

Controladores visíveis



Sem mostrador



Com mostrador

Descrição:

Comandos que alteram o estado do produto associados a **mostradores claros** contribuem para o fácil uso do produto.¹

Exemplo de aplicação:



A ducha *Polo Hybrid*TM possui um **mostrador digital simples** que **indica** ao usuário a **variação da temperatura** de acordo com a regulação da haste, **facilitando o controle e regulação** da temperatura da água.²

Fonte: ¹ NORMAN, Don. The design of everyday things: Revised and expanded edition. Basic Books (AZ), 2013.

¹BACK, Nelson; OGLIARI, André; DIAS, Acires; SILVA, Jonny Carlos da. Projeto integrado de produto: planejamento, concepção e modelagem. Barueri, SP: Manole, 2008. 601p

² Texto do autor

Imagem: <http://www.hydra-corona.com.br/produtos/4/polo-hybrid>

Informação perceptível

Descrição: Permite a **transferência de informação de forma efetiva, independente das condições ambientais** ou das **habilidades sensoriais do usuário**. Diferentes modos de **transferência de informação** melhoram a qualidade das informações perceptíveis.

Uso da cor



Binário



Espectro visível

Descrição:

A **cor** quando ocupa um **espaço adequado**, pode ser **utilizada a favor da comunicação e informação** entre produto e usuário.

Exemplo de aplicação:



A tecnologia *Duracell Powercheck™* facilita a **verificação da energia** restante em cada pilha utilizando uma **escala de cores**. Uma pilha nova exibe um indicador de energia cheia, e uma descarregada indica que o nível de energia é inutilizável.²

Fonte:¹ HIPPLE, Jack; CAPLAN, Stan; TISCHART, Michael. 40 Inventive Principles with Examples: Human Factors and Ergonomics. The TRIZ Journal, February, 2010.

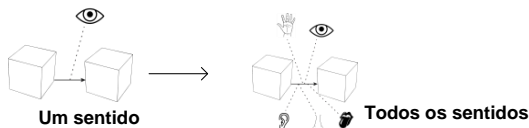
¹ SAVRANSKY, Semyon D. Engineering of creativity: Introduction to TRIZ methodology of inventive problem solving. CRC Press, 2000.

²<https://www.duracell.com.br/obtenha-o-maximo-das-pilhas-duracell/>
Imagem: <https://www.duracell.in/in-action/family-playtime/>

Informação perceptível

Descrição: Permite a **transferência de informação de forma efetiva, independente** das condições ambientais ou das **habilidades sensoriais do usuário**. Diferentes modos de **transferência de informação** melhoram a qualidade das informações perceptíveis.

Aumento do uso dos sentidos



Descrição:

A estimulação dos **cinco sentidos (visão, olfato, audição, tato e paladar)** pode ser utilizada como uma forma de melhorar a **transferência de informação** entre produto e usuário.

Exemplo de aplicação:



O *Smell Surround*, chamado de **display olfatório**, utiliza a **emissão de aromas** para **notificar informações importantes**. O difusor é permite ser configurado para emitir um **aroma único associado a um evento específico**, e repeti-lo ao longo do dia.²

Fonte:¹ CLARKSON, P. J. et al. Inclusive design toolkit. Engineering Design Centre, University of Cambridge, UK, 2007.

¹ SAVRANSKY, Semyon D. Engineering of creativity: Introduction to TRIZ methodology of inventive problem solving. CRC Press, 2000.

²Imagem <http://www.yankodesign.com/2008/11/28/full-sense-entertainment-in-surround-smell/>

Esforço físico reduzido

Descrição: Permite ao usuário **utilizar** o produto de forma **eficiente e confortável** com o **mínimo de ações repetitivas e esforço físico possível**.

Redução do envolvimento humano nas atividades



Descrição:

O uso de ferramentas energizadas, semi-automáticas ou automatizadas podem **reduzir os esforços e movimentos repetitivos** para operar o produto.

Exemplo de aplicação:



A varinha sanitizante *Varilux LightWave UV-C*™ utiliza a tecnologia de **raios ultravioleta (UV)** para sanitizar superfícies de forma simples e rápida, **sem a necessidade de movimentos repetitivos e uso de utensílios de limpeza**, reduzindo o esforço do usuário.

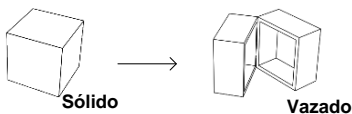
Fonte:¹ SAVRANSKY, Semyon D. Engineering of creativity: Introduction to TRIZ methodology of inventive problem solving. CRC Press, 2000.

Imagem: <http://www.droold.com/verilux-cleanwave-uv-c-sanitizing-wand/>

Esforço físico reduzido

Descrição: Permite ao usuário **utilizar** o produto de forma **eficiente e confortável** com o **mínimo de ações repetitivas e esforço físico possível**.

Segmentação do espaço



Descrição:

A utilização de **estruturas ocas**, com múltiplas cavidades ou porosas permite usar o volume de material de forma mais eficiente, possibilitando a **redução de material e peso**.¹

Exemplo de aplicação:



O machado *Roughneck Hollow-Handled 21OZ™* possui seu **cabo em estrutura oca** que proporciona um **peso reduzido de 1,8 quilogramas**, proporcionando ao usuário um **maior conforto e menor esforço físico** para uso do produto.²

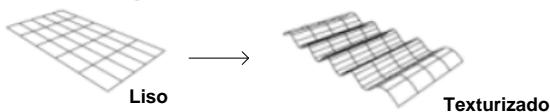
Fonte:¹ HIPPLE, Jack; CAPLAN, Stan; TISCHART, Michael. 40 Invention Principles with Examples: Human Factors and Ergonomics. The TRIZ Journal, February, 2010.

², Imagem: <http://www.olympia-tools.co.uk/products/hollow-handle-axes/>

Esforço físico reduzido

Descrição: Permite ao usuário **utilizar** o produto de forma **eficiente e confortável** com o **mínimo de ações repetitivas e esforço físico possível**.

Superfície texturizada



Descrição:

O uso de superfícies texturizadas pode **aumentar a aderência** durante o uso e manuseio do produto, contribuindo para o **conforto**.

Exemplo de aplicação:



O martelo *Maxcraft*[™] possui um **cabo com superfície segmentada** que **melhora o conforto e a aderência** durante o uso, **reduzindo a força** necessária para sua utilização.

Fonte: ¹CLARKSON, JOHN. Human capability and product design. In: Product experience. 2008. p. 165-198..

Imagem: <https://picclick.com/Maxcraft-60626-8-oz-Stubby-Claw-Hammer-272646964591.html>

Redução do esforço físico

Descrição: Permite ao usuário **utilizar** o produto de forma **eficiente e confortável** com o **mínimo de ações repetitivas e esforço físico possível**.

Assimetria parcial



Descrição:

O uso de **formas assimétricas** pode **reduzir esforços durante o manuseio e operação**, melhorando a ergonomia do produto.¹

Exemplo de aplicação:



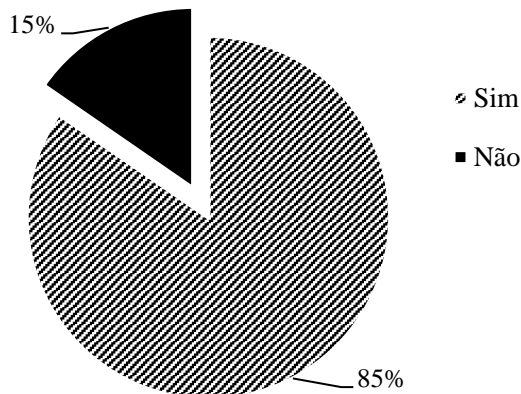
A caneta *Yoropen*TM possui **forma assimétrica** que fornece um suporte para os dedos que **reduz a pressão necessária** nos dedos, **aumentando a precisão** da escrita, além disso o suporte é móvel, podendo ser ajustado para mão esquerda ou direita.²

Fonte: ¹HIPPLE, Jack; CAPLAN, Stan; TISCHART, Michael. 40 Inventive Principles with Examples: Human Factors and Ergonomics. The TRIZ Journal, February, 2010.

²<https://www.kickstarter.com/projects/yoropen/yoropen-worlds-best-ergonomically-designed-pen>
Imagem: <https://www.touchofmodern.com/sales/yoropen/yoropen-z3-red>

D.3 - AVALIAÇÃO DO EXPERIMENTO 2 – RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO

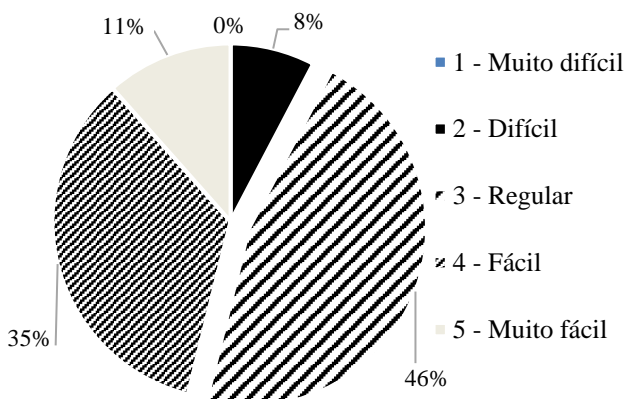
Questão 1 - Houve diferença na geração de ideias com e sem o uso dos inspiradores universais? Por quê?



- As diretrizes deram um direcionamento de qual caminho seguir;
- Na atividade de hoje já partíamos de uma ideia prévia, ferramentas que podíamos aplicar o que facilitou a analogia e relação de ideias;
- Pois sugere ideias diferentes do que já tínhamos;
- Pois tinha possibilidade de ligação entre as ideias;
- Pois os inspiradores universais foram úteis para pensar em características favoráveis para cada solução pensada;
- Os inspiradores universais me ajudaram a achar novas características que poderiam ser incorporadas;
- Houve maior direcionamento das características do produto;
- Por serem de uma temática variada acredito que ajudou no desenvolvimento de ideias mais diversificadas;
- Já tínhamos um retrospecto de ideias conhecidas que preferimos usar quando havia os inspiradores;
- Os inspiradores universais inspiraram na geração de ideias, consequentemente facilitaram para desenvolver os produtos;
- Eles trazem novas perspectivas para a elaboração de ideias, principalmente por conta do exemplo que cada um traz;

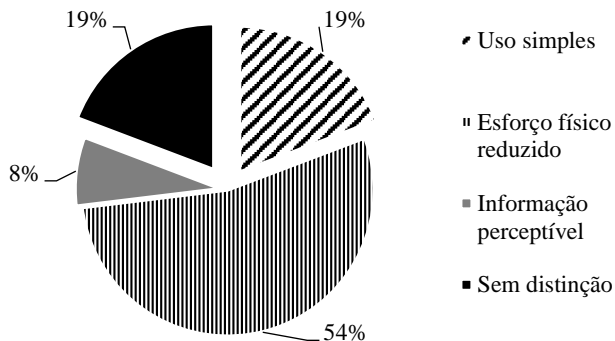
- Sim, pois os inspiradores universais elucidaram a busca de soluções de forma mais didática, através de exemplos práticos;
- Porque os inspiradores e o produto (descascador) são muito específicos;
- Com os inspiradores universais tivemos acesso a problemas e soluções que não nos teriam ocorrido de outra forma. Isso acrescentou ideias nos nossos produtos;
- Porque os cartões levantam aspectos que poderia passar despercebido no processo de ideação e que são de importâncias representativas;
- Senti dificuldade em comparar os cenários devido à problemática diferente.

Questão 2 – Usando uma escala de 1 a 5, responda quão fácil foi para você utilizar os inspiradores universais para gerar ideias. Existiram dificuldades? Quais?

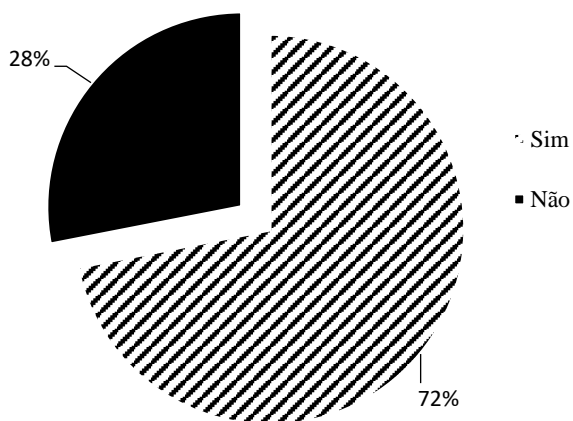


- Alguns inspiradores não possuíam aplicação no problema;
- Inicialmente fiquei "preso" querendo achar maneiras de aplicá-los a qualquer custo. Posteriormente percebi que devia considerá-los como opcionais;
- Como eram ideias "prontas", foi fácil implementá-las;
- Eles limitaram um pouco a abrangência das ideias;
- O direcionamento acabou se tornando uma restrição de ideias;
- Algumas eram abrangentes demais e não conduziram muito bem as novas ideias;
- Houve um pouco de dificuldade para encontrar relações entre alguns inspiradores universais e a solução abordada;
- Limita um pouco porque tem que seguir algo;
- Sim, primeiro não encontramos características semelhantes às que buscávamos para o problema;
- Dificuldade em inseri-los nas soluções de maneira clara;
- Sim, adaptações de alguns deles ao problema proposto;
- Houve uma certa facilidade, pois centraliza o problema e incentiva a realizar tarefas mais específicas;
- Sim, adaptar a ideia de um problema para o outro;
- A única dificuldade existente que percebi é escolher quais inspiradores são mais uteis para nosso produto e público alvo;
- Não foi tão fácil, pois a tarefa era muito específica, porém creio que se fosse um outro produto teria sido mais fácil, nem todos os inspiradores eram compatíveis com a atividade a ser desenvolvida;
- A generalidade de abstração dos inspiradores são parte da dificuldade, mas permitem um olhar diferente para o problema

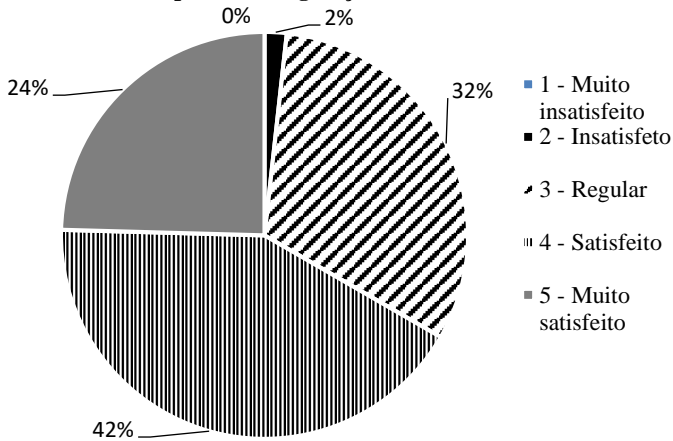
Questão 3 – Qual inspirador universal foi mais influente nas ideias geradas na sua equipe?



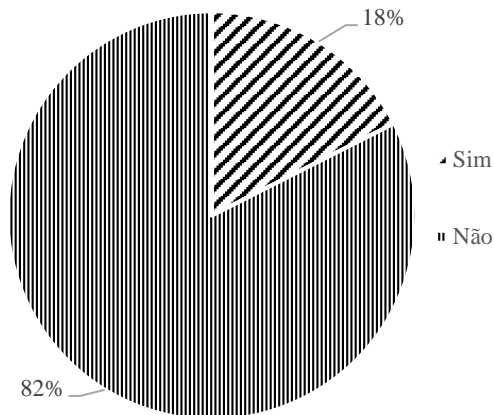
Questão 4 - As informações presentes no mapa tecnológico foram úteis durante a geração de ideias? Por quê?



Questão 5 – Você está satisfeito com os resultados do processo de geração de ideias?



Questão 6 – Houve dificuldade para preencher o formulário? Se sim, por quê?



Questão 7 – Você teria observações, ou comentários adicionais ou sugestões sobre sua experiência nesta atividade? Por favor, descreva-as.

- Os inspiradores universais ajudaram, porém, creio que teria mais impacto se tivesse sido aplicado em um desenvolvimento de outro produto.
- Gostei da atividade, pois tive oportunidade de exercer minha criatividade no ramo que escolhi como profissão, que é a engenharia. Projetar é muito bom, e gostaria de ter mais contato com este tipo de atividade
- Percebi que os métodos criativos demandam tempo e são importantes para criação de concepções de produtos
- Talvez apresentar o problema com antecedência
- É muito legal essa prática, pois é assim que surgem ideias inovadoras de produtos
- A experiência do brainstorming é muito válida, pois a geração de ideias em grande quantidade estimula o processo criativo.
- Atividade boa para interagir com pessoas desconhecidas, legal para trabalhar em grupo.

D.4 - ANÁLISE DAS IDEIAS

As ideias geradas no experimento 2 foram avaliadas conforme o procedimento demonstrado no Apêndice A3. A Tabela D1, Tabela D2, Tabela D3 e Tabela D4 apresentam os resultados das três avaliações das ideias pelos especialistas, que serão utilizados para os testes estatísticos de hipótese.

Tabela D.1 - Resultado da avaliação para o problema 1, avaliador 1.

		Especialista 1			
Grupo - Método	Equipe	Número de ideias (NI)	Número de funções por ideia (NF)	Segmentos de mercado atendidos por ideia (SM)	Atributos de usabilidade por ideia (AU)
Grupo C - BRt	C1	8	5 ; 3 ; 3 ; 3 ; 4 ; 3 ; 3 ; 2	2 ; 1 ; 4 ; 4 ; 3 ; 4 ; 3 ; 3	1 ; 0 ; 2 ; 3 ; 1 ; 2 ; 0 ; 2
	C2	5	4 ; 5 ; 5 ; 1 ; 2	3 ; 3 ; 4 ; 1 ; 2	2 ; 1 ; 2 ; 0 ; 0
	C3	6	3 ; 3 ; 5 ; 5 ; 4 ; 3	1 ; 1 ; 2 ; 2 ; 2 ; 2	1 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0
	C4	10	3 ; 3 ; 3 ; 1 ; 3 ; 4 ; 3 ; 4 ; 3 ; 2 ;	3 ; 1 ; 2 ; 2 ; 3 ; 2 ; 3 ; 1 ; 3 ; 2	1 ; 0 ; 0 ; 1 ; 2 ; 1 ; 0 ; 0 ; 1 ; 0
	C5	6	2 ; 5 ; 5 ; 3 ; 3 ; 3	2 ; 3 ; 4 ; 3 ; 3 ; 2	0 ; 1 ; 3 ; 2 ; 1 ; 1
	C6	8	3 ; 4 ; 4 ; 2 ; 4 ; 3 ; 3 ; 3	3 ; 2 ; 2 ; 2 ; 4 ; 2 ; 4 ; 1	1 ; 1 ; 0 ; 0 ; 3 ; 1 ; 2 ; 0
	C7	6	4 ; 3 ; 3 ; 4 ; 5 ; 4	2 ; 2 ; 3 ; 2 ; 2 ; 2	1 ; 0 ; 1 ; 1 ; 0 ; 0
	C8	4	3 ; 2 ; 5 ; 3	3 ; 2 ; 1 ; 1	2 ; 1 ; 0 ; 0
Grupo D - BRt	D1	4	5 ; 4 ; 4 ; 5	1 ; 3 ; 3 ; 3	0 ; 1 ; 1 ; 3
	D2	7	5 ; 4 ; 2 ; 4 ; 3 ; 2 ; 4	2 ; 2 ; 2 ; 2 ; 1 ; 0 ; 1	0 ; 1 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 1
	D3	9	4 ; 1 ; 2 ; 2 ; 4 ; 3 ; 3 ; 3 ; 2	2 ; 2 ; 1 ; 1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 2 ; 1	0 ; 1 ; 0 ; 0 ; 0 ; 1 ; 2 ; 0 ; 0
	D4	7	8 ; 6 ; 6 ; 7 ; 3 ; 3 ; 5	4 ; 4 ; 3 ; 3 ; 2 ; 3 ; 4	3 ; 3 ; 1 ; 1 ; 1 ; 3 ; 3
	D5	6	3 ; 3 ; 3 ; 1 ; 2 ; 3	3 ; 1 ; 1 ; 3 ; 4 ; 2	1 ; 0 ; 1 ; 1 ; 2 ; 0
	D6	7	3 ; 4 ; 5 ; 4 ; 4 ; 4 ; 3	3 ; 2 ; 2 ; 1 ; 3 ; 2 ; 2	1 ; 0 ; 0 ; 0 ; 1 ; 0 ; 0
	D7	6	1 ; 2 ; 1 ; 2 ; 2 ; 2	2 ; 1 ; 3 ; 2 ; 1 ; 1	0 ; 0 ; 1 ; 0 ; 0 ; 0
	D8	6	5 ; 3 ; 4 ; 3 ; 4 ; 3	2 ; 3 ; 1 ; 1 ; 1 ; 3	1 ; 1 ; 0 ; 0 ; 0 ; 1

Tabela D.2 - Resultado da avaliação para o problema 1, avaliador 2 e 3.

		Especialista 2		Especialista 3	
Grupo - Método	Equipe	Segmentos de mercado atendidos por ideia (SM)	Atributos de usabilidade por ideia (AU)	Segmentos de mercado atendidos por ideia (SM)	Atributos de usabilidade por ideia (AU)
Grupo C - BRt	C1	2 ;3 ;;3 ;3 ;3 ;2 ;2	2 ;1 ;2 ;5 ;1 ;1 ;1 ; 3	2 ;1 ;4 ;4 ;3 ; 4 ;3 ;3 ;	2 ;0 ;2 ;3 ;1 ; 3 ;3 ;2
	C2	3 ;2 ;3 ;1 ;2	2 ;2 ;2 ;0 ;0 ;	3 ;3 ;4 ;1 ;2	2 ;1 ;2 ;0 ;0 ;
	C3	1 ;1 ;1 ;1 ;2 ;2	1 ;0 ;0 ;0 ;0 ;0	1 ;1 ;0 ;2 ;2 ; 2	1 ;0 ;0 ;0 ;0 ; 1
	C4	2 ;1 ;2 ;2 ;2 ;3 ;2 ;1 ; 2 ;2	1 ;0 ;1 ;1 ;2 ;2 ;1 ; 0 ;2 ;1	3 ;1 ;2 ;2 ;3 ; 2 ;3 ;1 ;3 ;2	1 ;0 ;0 ;1 ;3 ; 1 ;1 ;0 ;2 ;0
	C5	2 ;2 ;4 ;3 ;3 ;2	1 ;1 ;3 ;2 ;1 ;1	2 ;3 ;4 ;3 ;3 ; 2 ;	0 ;1 ;4 ;2 ;1 ; 1
	C6	2 ;2 ;2 ;2 ;4 ;2 ;3 ;2	1 ;2 ;0 ;1 ;4 ;1 ;3 ; 1	3 ;3 ;2 ;2 ;4 ; 2 ;4 ;1	1 ;2 ;0 ;0 ;3 ; 1 ;3 ;0
	C7	2 ;2 ;2 ;2 ;2 ;2	2 ;0 ;1 ;1 ;1 ;1	2 ;2 ;3 ;2 ;2 ; 2	1 ;0 ;1 ;1 ;0 ; 0
	C8	3 ;3 ;2 ;2	3 ;1 ;0 ;0	3 ;2 ;1 ;1 ;	2 ;1 ;0 ;0
Grupo D - BRt	D1	1 ;3 ;3 ;3	0 ;1 ;1 ;3	1 ;3 ;3 ;3	0 ;1 ;1 ;3
	D2	2 ;2 ;2 ;3 ;2 ;0 ;3	1 ;1 ;1 ;1 ;1 ;0 ;1	2 ;2 ;2 ;2 ;1 ; 1 ;1	0 ;1 ;1 ;0 ;0 ; 0 ;1
	D3	2 ;2 ;1 ;1 ;2 ;3 ;4 ;2 ; 1	0 ;1 ;0 ;0 ;0 ;2 ;3 ; 0 ;0	2 ;2 ;1 ;1 ;2 ; 3 ;4 ;2 ;1	0 ;1 ;0 ;0 ;0 ; 1 ;2 ;0 ;0
	D4	4 ;4 ;3 ;3 ;2 ;4 ;4	3 ;3 ;1 ;1 ;2 ;3 ;3 ;	4 ;4 ;3 ;3 ;2 ; 3 ;4	4 ;3 ;1 ;2 ;2 ; 4 ;3
	D5	3 ;1 ;2 ;3 ;4 ;2	1 ;0 ;1 ;1 ;2 ;0	3 ;1 ;1 ;3 ;4 ; 2	1 ;0 ;1 ;1 ;2 ; 0
	D6	3 ;2 ;2 ;1 ;3 ;2 ;2	1 ;0 ;0 ;0 ;1 ;0 ;0	3 ;2 ;2 ;2 ;2 ; 2 ;2	1 ;0 ;0 ;0 ;0 ; 0 ;0
	D7	2 ;1 ;3 ;2 ;2 ;1	0 ;0 ;1 ;1 ;1 ;1 ;	2 ;1 ;3 ;2 ;1 ; 1	0 ;0 ;1 ;0 ;0 ; 0
	D8	2 ;3 ;1 ;1 ;1 ;3	1 ;1 ;0 ;0 ;1 ;1 ;	2 ;3 ;1 ;1 ;1 ; 3	1 ;1 ;0 ;0 ;0 ; 1

Tabela D.3 - Resultado da avaliação para o problema 2, avaliador 1

		Especialista 1			
Grupo - Método	Equip e	Número de ideias (NI)	Número de funções por ideia (NF)	Segmentos de mercado atendidos por ideia (SM)	Atributos de usabilidade por ideia (AU)
Grupo C - BRUdins	C1	7	2 ;3 ;4 ;3 ;3 ;3 ;2	2 ;2 ;4 ;3 ;3 ;2 ;2	0 ;1 ;4 ;2 ;1 ;2 ;1
	C2	6	4 ;4 ;5 ;4 ;6 ;5	3 ;2 ;2 ;3 ;4 ;2	1 ;1 ;1 ;2 ;4 ;3
	C3	5	5 ;5 ;3 ;5 ;2	3 ;3 ;2 ;2 ;2	2 ;1 ;0 ;2 ;0
	C4	10	5 ;5 ;3 ;5 ;4 ;4 ;2 ;2 ;4 ;2	4 ;3 ;4 ;3 ;2 ;3 ;3 ;3 ;2 ;4	4 ;1 ;3 ;4 ;3 ;2 ;1 ;3 ;1 ;0
	C5	6	4 ;2 ;4 ;6 ;4 ;3	3 ;2 ;4 ;4 ;3 ;3	1 ;1 ;4 ;3 ;5 ;3
	C6	8	4 ;4 ;4 ;3 ;2 ;4 ;3 ;4	3 ;3 ;3 ;4 ;2 ;3 ;3 ;3	1 ;3 ;2 ;2 ;0 ;1 ;2 ;2
	C7	4	5 ;4 ;3 ;5	2 ;3 ;3 ;2	1 ;0 ;1 ;0 ;
	C8	6	4 ;2 ;3 ;3 ;3 ;3	2 ;2 ;4 ;2 ;2 ;2	0 ;1 ;3 ;2 ;2 ;1
Grupo D - BRt	D1	9	4 ;4 ;6 ;3 ;3 ;3 ;4 ;2 ;4 ;	4 ;3 ;4 ;2 ;2 ;1 ;4 ;2 ;4	2 ;0 ;3 ;0 ;1 ;0 ;2 ;1 ;2
	D2	8	3 ;5 ;4 ;5 ;3 ;4 ;3 ;3	2 ;2 ;2 ;2 ;2 ;2 ;2 ;1	1 ;1 ;0 ;1 ;0 ;0 ;1 ;1
	D3	7	4 ;1 ;1 ;2 ;2 ;2 ;1 ;	2 ;3 ;2 ;2 ;2 ;2 ;2	2 ;0 ;1 ;0 ;1 ;0 ;0
	D4	4	5 ;5 ;4 ;5	3 ;2 ;2 ;1	0 ;1 ;1 ;0
	D5	7	2 ;2 ;2 ;2 ;5 ;4 ;3	2 ;2 ;2 ;2 ;2 ;2 ;2	0 ;0 ;0 ;1 ;0 ;1 ;0
	D6	7	3 ;4 ;3 ;4 ;3 ;3 ;2	2 ;2 ;2 ;2 ;1 ;2 ;2	1 ;1 ;1 ;1 ;0 ;1 ;0
	D7	5	3 ;3 ;3 ;3 ;3	2 ;2 ;2 ;2 ;2	1 ;0 ;1 ;1 ;1
	D8	7	4 ;6 ;5 ;3 ;6 ;3 ;3	2 ;3 ;3 ;2 ;3 ;3 ;2	0 ;1 ;1 ;2 ;0 ;0 ;1

Tabela D.4 - Resultado da avaliação para o problema 2, avaliador 2 e 3.

		Especialista 2		Especialista 3	
Grupo - Método	Equipe	Segmentos de mercado atendidos por ideia (SM)	Atributos de usabilidade por ideia (AU)	Segmentos de mercado atendidos por ideia (SM)	Atributos de usabilidade por ideia (AU)
Grupo C - BRt	C1	2 ;2 ;4 ;3 ;3 ;2 ;2 ;	0 ;2 ;4 ;3 ;2 ;2 ;1	2 ;2 ;4 ;3 ;3 ; 2 ;2	0 ;1 ;5 ;2 ;1 ; 2 ;1
	C2	3 ;2 ;2 ;3 ;4 ;2	1 ;1 ;2 ;2 ;4 ;3	2 ;2 ;2 ;3 ;4 ; 2	2 ;1 ;1 ;2 ;4 ; 3
	C3	3 ;3 ;2 ;3 ;2	2 ;1 ;0 ;2 ;0	2 ;3 ;2 ;3 ;2	3 ;2 ;1 ;3 ;0
	C4	4 ;3 ;4 ;3 ;2 ;4 ;3 ;3 ; 3 ;2	4 ;1 ;3 ;4 ;3 ;2 ;2 ; 4 ;1 ;0	4 ;3 ;4 ;2 ;2 ; 3 ;3 ;3 ;2 ;2	5 ;1 ;4 ;4 ;3 ; 2 ;1 ;3 ;1 ;0
	C5	3 ;2 ;4 ;4 ;3 ;3 ;	1 ;1 ;4 ;3 ;5 ;3	3 ;3 ;4 ;4 ;3 ; 3	1 ;1 ;4 ;4 ;5 ; 3
	C6	3 ;3 ;3 ;4 ;2 ;3 ;3 ;3	1 ;3 ;2 ;2 ;0 ;2 ;2 ; 2	3 ;3 ;3 ;4 ;2 ; 3 ;3 ;3	3 ;4 ;2 ;4 ;0 ; 1 ;3 ;2 ;
	C7	3 ;3 ;3 ;2	1 ;0 ;2 ;0	2 ;3 ;3 ;2	1 ;0 ;2 ;0
	C8	2 ;2 ;4 ;2 ;2 ;2	0 ;1 ;3 ;2 ;2 ;1	2 ;2 ;4 ;2 ;2 ; 2	0 ;2 ;5 ;2 ;2 ; 2
Grupo D - BRt	D1	3 ;3 ;4 ;2 ;3 ;2 ;4 ;2 ; 4	2 ;0 ;3 ;0 ;1 ;2 ;2 ; 2 ;2	4 ;3 ;4 ;2 ;2 ; 1 ;4 ;2 ;4	2 ;0 ;3 ;0 ;1 ; 0 ;2 ;1 ;2
	D2	3 ;2 ;2 ;2 ;2 ;2 ;2 ;2	2 ;1 ;0 ;2 ;0 ;0 ;1 ; 2	2 ;2 ;2 ;2 ;2 ; 2 ;2 ;1	1 ;1 ;0 ;1 ;0 ; 0 ;1 ;2
	D3	3 ;3 ;3 ;2 ;2 ;3 ;2	2 ;1 ;1 ;1 ;1 ;0 ;0	2 ;3 ;2 ;2 ;2 ; 2 ;2	2 ;0 ;1 ;0 ;1 ; 0 ;0
	D4	3 ;2 ;3 ;2	0 ;1 ;2 ;0	2 ;2 ;2 ;2 ;1	0 ;2 ;1 ;0
	D5	2 ;2 ;3 ;2 ;3 ;3 ;2	0 ;0 ;0 ;2 ;0 ;2 ;0	2 ;2 ;2 ;2 ;2 ; 2 ;2	0 ;0 ;0 ;1 ;0 ; 1 ;1
	D6	3 ;3 ;2 ;3 ;2 ;3 ;2	2 ;1 ;1 ;1 ;0 ;1 ;0	2 ;2 ;3 ;2 ;2 ; 3 ;2	1 ;1 ;1 ;1 ;0 ; 1 ;0

		Especialista 2		Especialista 3	
	D7	3 ;2 ;3 ;3 ;2	1 ;1 ;2 ;2 ;2	3 ;2 ;3 ;3 ;3	1 ;0 ;1 ;1 ;1
	D8	2 ;3 ;3 ;3 ;3 ;2	0 ;1 ;2 ;3 ;0 ;0 ;1	2 ;3 ;3 ;2 ;3 ; 3 ;2	0 ;1 ;1 ;2 ;0 ; 0 ;1

APÊNDICE E - ANÁLISE DOS RESULTADOS DO EXPERIMENTO 2

E.1 - ANÁLISE ESTATÍSTICA DETALHADA

Os dados apresentados nas Tabelas E.1, E.2, E.3 e E.4 são utilizados para análise estatística da verificação das hipóteses de benefícios dos inspiradores universais demonstrados na sequência.

- Quantidade de ideias

O resultado do teste ANOVA demonstra que não houve aumento significativo do número de ideias geradas assistidas pelos inspiradores universais, conforme Tabela E.1.

Tabela E.1 - Teste ANOVA para a o número de ideias do experimento 2.

Quantidade de ideias - número de ideias (NI)	$H_0 = \mu(NIta) - \mu(NItb) = 0$ $H_1 = \mu(NIta) - \mu(NItb) \neq 0$ Nível de significância $\alpha = 0,05$ Rejeita H_0 se $p < 0,05$	$H_0 = \mu(NItb) - \mu(NIUdins) = 0$ $H_1 = \mu(NItb) - \mu(NIUdins) < 0$ Nível de significância $\alpha = 0,05$ Rejeita H_0 se $p < 0,05$
Teste ANOVA	Atividade 1 $p = 0,884$	Atividade 2 $p = 0,776$
Análise do resultado	Aceita H_0: Não houve diferença significativa para o número de ideias geradas entre os grupos (Grupos homogêneos)	Aceita H_0: Não houve diferença significativa para número de ideias geradas utilizando os estimuladores quando comparado com o não uso.

Legenda :

NIta = número de ideias geradas pelo grupo A utilizando Brainstorming tradicional.

NItb = número de ideias geradas pelo grupo B utilizando Brainstorming tradicional.

NIUdins = número de ideias geradas pelo grupo A utilizando estimuladores.

Para o problema 1, o resultado do teste ANOVA ($p=0,884$) é maior do que o nível de significância adotado, demonstrando que não há diferença significativa entre os grupos utilizando o método de brainstorming tradicional. Da mesma forma, o resultado do teste ANOVA ($p=0,776$) para o problema 2 demonstra que o uso dos inspiradores universais não aumentou significativamente a quantidade de ideias geradas.

- Utilidade das Ideias: número de funções

Para análise do número de funções por ideias em cada problema, a hipótese alternativa é construída considerando que este número aumente com o uso do Udins em sessão de brainstorming (BRUdins) quando comparado com o método tradicional (BRt). Para tal a hipótese é analisada utilizando o teste não paramétrico de Mann-Whitney, cujos resultados são apresentados na Tabela E.2.

Tabela E.2 - Teste de Mann-Whitney para o número de funções (NF) por ideia.

Utilidade número de funções (NF)	$H_0 = \mu(NFta) - \mu(NFtb) = 0$ $H_1 = \mu(NFta) - \mu(NFtb) \neq 0$ Nível de significância $\alpha = 0,05$ Rejeita H_0 se $p < 0,05$	$H_0 = \mu(NFtb) - \mu(NFUdins) = 0$ $H_1 = \mu(NFtb) - \mu(NFUdins) < 0$ Nível de significância $\alpha = 0,05$ Rejeita H_0 se $p < 0,05$
Teste U de Mann-Whitney	Atividade 1 $p = 0,936$	Atividade 2 $p = 0,106$
Análise do resultado	Aceita H_0: Não houve diferença significativa para o número de funções presente nas ideias geradas entre grupos (Grupos homogêneos)	Aceita H_0: Não houve aumento significativo do número de funções presentes nas ideias geradas utilizando os estimuladores quando comparado com o não uso dos estimuladores.
Legenda : $NFta$ = número de funções presente nas ideias geradas pelo grupo A utilizando Brainstorming tradicional. $NFtb$ = número de funções presente nas ideias geradas pelo grupo B utilizando Brainstorming tradicional. $NIUdins$ = número de funções presente nas ideias geradas pelo grupo A utilizando estimuladores.		

De acordo com a Tabela E.2. o problema 1 indica por meio do valor $p=0,936$, maior que o nível de significância, que não há diferença entre a quantidade de funções em cada ideia pelos grupos utilizando o brainstorming tradicional (BRt), ou seja, os grupos são homogêneos para esta métrica. Já para problema dois, o valor de teste $p=0,106$ encontrado indica que não há aumento significativo da quantidade de funções em cada ideia inserindo os inspiradores universais em sessões de brainstorming (BRUdins).

- Abrangência de mercado das ideias geradas: número de segmentos de mercado atendidos.

O resultado dos testes de Mann-Whitney para abrangência de mercado das ideias geradas dos três avaliadores é apresentado na Tabela E.3. A hipótese alternativa para esta métrica espera que, com o uso dos inspiradores universais, as ideias geradas atendam a uma maior quantidade de segmentos de mercado.

Tabela E.3 - Teste de Mann-Whitney para a abrangência de mercado (AB) por ideia.

Abrangência de mercado: número de segmentos de mercado atendidos (AB)	$H_0 = \mu(ABta) - \mu(ABtb) = 0$ $H_1 = \mu(ABta) - \mu(ABtb) \neq 0$ Nível de significância $\alpha = 0,05$ Rejeita H_0 se $p < 0,05$	$H_0 = \mu(ABtb) - \mu(ABUdins) = 0$ $H_1 = \mu(ABtb) - \mu(ABUdins) < 0$ Nível de significância $\alpha = 0,05$ Rejeita H_0 se $p < 0,05$
Avaliador	1	
Teste U de Mann-Whitney	Atividade 1	Atividade 2
	p = 0,239	p=0,002
Análise do resultado	Aceita H_0: Não houve diferença significativa para a abrangência de mercado das ideias geradas entre os grupos (Grupos homogêneos)	Rejeita H_0: O uso dos estimuladores durante a sessão de brainstorming favorece a geração de ideias com maior abrangência de mercado quando comparado ao não uso dos estimuladores.
Avaliador	2	
Teste U de Mann-Whitney	Atividade 1	Atividade 2
	p = 0,645	p=0,048
Análise do resultado	Aceita H_0: Não houve diferença significativa para a abrangência de mercado das ideias geradas entre os grupos (Grupos homogêneos)	Rejeita H_0: O uso dos estimuladores durante a sessão de brainstorming favorece a geração de ideias com maior abrangência de mercado quando comparado ao não uso dos estimuladores.
Avaliador	3	
Teste U de Mann-Whitney	Atividade 1	Atividade 2
	p = 0,287	p=0,000
Análise do resultado	Aceita H_0: Não houve diferença significativa para a abrangência de mercado das ideias geradas entre os grupos (Grupos homogêneos)	Rejeita H_0: O uso dos estimuladores durante a sessão de brainstorming favorece a geração de ideias com maior abrangência de mercado quando comparado ao não uso dos estimuladores.
Legenda : ABta = número de segmentos de mercado atendido pelas ideias geradas pelo grupo A utilizando Brainstorming tradicional. ABtb = número de segmentos de mercado atendido pelas ideias geradas pelo grupo B utilizando Brainstorming tradicional. ABUdins = número de segmentos de mercado atendido pelas ideias geradas pelo grupo A utilizando estimuladores.		

Para o problema 1, os valores de teste p encontrados por meio do teste U de Mann-Whitney para os três conjuntos de dados foram respectivamente p=0,239 (avaliador 1), p= 0,645 (avaliador 2) e p=0,287 (avaliador 3). Como este valor é superior ao nível de significância, é possível afirmar que não há diferença significativa entre a quantidade de

segmentos de mercado atendido pelas ideias geradas pelos grupos sob o método de brainstorming tradicional, ou seja, os grupos são homogêneos para esta métrica.

Já para o problema 2, encontrou-se por meio do teste U de Mann-Whitney, para os três conjuntos de dados, os valores de $p=0,002$ (avaliador 1), $p=0,048$ (avaliador 2) e $p=0,000$ (avaliador 3). Como ambos os valores são menores do que o nível de significância ($\alpha=0,05$) aceita-se a hipótese alternativa de que o uso dos estimuladores favorece significativamente a geração de ideias que atendem a uma maior quantidade de segmentos de mercado quando comparado ao não uso.

-Usabilidade das ideias geradas: número de atributos

O resultado dos testes de Mann-Whitney usabilidade das ideias geradas dos três avaliadores é apresentado Tabela E.4. A hipótese alternativa para esta métrica espera que, com o uso dos inspiradores universais, as ideias geradas possuam uma maior quantidade de atributos, daqueles propostos nos cartões, quando comparado ao método tradicional de brainstorming.

Tabela E.4 - Teste de Mann-Whitney para a usabilidade (Atributos de usabilidade -AU) por ideia.

Usabilidade: número de atributos de usabilidade presente nas ideias (AU)	$H_0 = \mu(AUta) - \mu(AUta) = 0$ $H_1 = \mu(AUta) - \mu(AUta) \neq 0$ Nível de significância $\alpha = 0,05$ Rejeita H_0 se $p < 0,05$	$H_0 = \mu(AUtb) - \mu(AUtdins) = 0$ $H_1 = \mu(AUtb) - \mu(AUtdins) < 0$ Nível de significância $\alpha = 0,05$ Rejeita H_0 se $p < 0,05$
Avaliador	1	
Teste U de Mann-Whitney	Atividade 1	Atividade 2
	$p = 0,361$	$p=0,000$
Análise do resultado	Aceita H_0: Não houve diferença significativa para a quantidade de atributos de usabilidade presente nas ideias geradas entre os grupos (Grupos homogêneos)	Rejeita H_0: O uso dos estimuladores durante a sessão de brainstorming favorece a geração de ideias com maior quantidade de atributos de usabilidade quando comparado ao não uso dos estimuladores.
Avaliador	2	
Teste U de Mann-Whitney	Atividade 1	Atividade 2
	$p = 0,113$	$p=0,000$

Análise do resultado	Aceita Ho: Não houve diferença significativa para o número de ideias geradas entre os grupos parar a quantidade de ideias geradas (Grupos homogêneos)	Rejeita Ho: O uso dos estimuladores durante a sessão de brainstorming favorece a geração de ideias com maior quantidade de atributos de usabilidade quando comparado ao não uso dos estimuladores.
Avaliador	3	
Teste U de Mann-Whitney	Atividade 1	Atividade 2
	p = 0,190	p=0,000
Análise do resultado	Aceita Ho: Não houve diferença significativa para o número de ideias geradas entre os grupos parar a quantidade de ideias geradas (Grupos homogêneos)	Rejeita Ho: O uso dos estimuladores durante a sessão de brainstorming favorece a geração de ideias com maior quantidade de atributos de usabilidade quando comparado ao não uso dos estimuladores.
Legenda : AUta = quantidade de atributos de usabilidade presente nas ideias geradas pelo grupo A utilizando Brainstorming tradicional. AUtb = quantidade de atributos de usabilidade presente nas ideias geradas pelo grupo B utilizando Brainstorming tradicional. AUudins = quantidade de atributos de usabilidade presente nas ideias geradas pelo grupo A utilizando estimuladores		

Conforme apresentado na Tabela E.4, por meio do teste de Mann-Whitney para o problema 1, obtiveram-se os valores de teste $p=0,361$ (avaliador 1), $p=0,113$ (avaliador 2) e $p=0,190$ (avaliador3). Como os valores de p são superiores ao nível de significância ($\alpha=0,05$), pode-se afirmar que o sob o uso do método de brainstorming tradicional, não há diferença significativa entre a quantidade de atributos presentes nas ideias geradas pelos grupos, ou seja, os grupos apresentam homogeneidade para esta métrica.

Já para o problema 2, os valores de teste $p=0,000$ (avaliador 1), $p=0,000$ (avaliador 2) e $p=0,000$ (avaliador 3) obtidos pelo teste de Mann-Whitney foram inferiores ao nível de significância. Portanto, pode-se afirmar que, para os três avaliadores, o uso dos estimuladores favorece significativamente a geração de ideias com maior usabilidade, ou seja, as ideias apresentam maior quantidade de atributos quando comparado ao não uso dos estimuladores.

APÊNDICE F - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA SISTEMÁTICA DE PLANEJAMENTO DE PRODUTOS ORIENTADO PELOS INSPIRADORES UNIVERSAIS (UDINS) - SPIU

O questionário para avaliação final da sistemática foi elaborado com base no modelo de Romano (2003) e nos critérios de avaliação de modelos de referência citados por Vernadat (1996) para verificar:

- **Clareza:** avaliar se a sistemática proposta pode ser facilmente entendida

- **Completeza:** avaliar a capacidade de a sistemática conter toda a informação necessária para seu propósito.

- **Profundidade:** avaliar a sistemática sob o ponto de vista do nível de detalhamento e decomposição das suas atividades.

- **Conteúdo:** avaliar se as atividades e ferramentas da sistemática contemplam os conteúdos de projeto universal.

O Quadro G. 1 apresenta as questões relacionadas com os critérios delineados para avaliação da sistemática.

Quadro G. 1 - Questões relacionadas com os critérios

Critérios	Questões
Clareza	Q.1; Q.2;
Profundidade	Q3;
Completeza	Q4;
Conteúdo	Q5;Q6.

F.1 - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA SPIU

FORMAÇÃO DO AVALIADOR

ÁREA DE ATUAÇÃO / EXPERIÊNCIA DO AVALIADOR

Solicita-se aos participantes o estabelecimento de notas de 0 a 5 conforme tabela abaixo para os critérios sugeridos no questionário de avaliação no quadro a seguir.

Sem resposta	Não atende	Atende em poucos aspectos	Atende parcialmente	Atende em muitos aspectos	Atende totalmente
0 ○	1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○

Ao final existe um campo destinado a comentários gerais, opiniões e sugestões quanto às propostas deste trabalho.

Questionário de Avaliação da Sistemática SPIU						
Clareza						
1.A sequência de aplicação das atividades da sistemática é facilmente entendida?	0 ○	1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○
2.As ferramentas de suporte às atividades da sistemática são facilmente entendidas?	0 ○	1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○
Profundidade						
3.O nível de detalhamento das atividades é adequado para descrever a sistemática?	0 ○	1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○
Completeza						

QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO DO USUÁRIO QUANTO A UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA UDINS

Com relação aos cartões usados, avalie sua satisfação demonstrando sua percepção em relação aos itens abaixo. Marque o número mais apropriado (de 1 a 5) que reflete suas impressões no uso do sistema.

Ao final existe um campo destinado a comentários gerais, opiniões e sugestões.

Sobre os Cartões							
Facilidade							
1. Leitura dos cartões	Difícil	1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○	Fácil
Adequação							
2. Arranjo dos conteúdos no cartão	Inadequado	1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○	Adequado
3. Quantidade de informações disponíveis no cartão	Inadequado	1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○	Adequado
4. Sequenciamento das informações disponíveis no cartão	Inadequado	1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○	Adequado
Leiaute							
5. Estética	Desagradável	1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○	Agradável
Contribuição							

9.Contribuição da descrição da diretriz	Não contribui	1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○	Contribui
10.Contribuição da abstração	Não contribui	1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○	Contribui
11.Contribuição do exemplo	Não contribui	1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○	Contribui

Comentários e sugestões (indique o número do item que deseja comentar na frente do comentário / utilize o verso da folha, se necessário):

F.2 - RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA SISTEMÁTICA SPIU

Os valores representam o número de respostas para cada opção.

Questionário de Avaliação da Sistemática SPIU						
Clareza						
1. A sequência de aplicação das atividades da sistemática é facilmente entendida?					4	1
2. As ferramentas de suporte às atividades da sistemática são facilmente entendidas?				1	3	1
Profundidade						
3. O nível de detalhamento das atividades é adequado para descrever a sistemática?					1	4
Completeza						
4. Considera que a sistemática contém todas as informações necessárias para desenvolvimento de um produto universal?				2	2	1
Conteúdos de projeto universal						
5. As ferramentas de suporte às atividades da sistemática contemplam os conteúdos de projeto universal?					2	3
6. Os critérios utilizados para avaliação das ideias (atividade 4) são adequados para identificação de ideias universais?						5

F.3 - RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA FERRAMENTAS

Sobre os Cartões						
Facilidade						
1. Leitura dos cartões	Difícil				5	Fácil
Adequação						
2. Arranjo dos conteúdos no cartão	Inadequado			2	3	Adequado

3.Quantidade de informações disponíveis no cartão	Inadequado				4	1	Adequado
4.Sequenciamento das informações disponíveis no cartão	Inadequado				2	3	Adequado
Leiatute							
5. Estética	Desagradável				1	4	Agradável
Contribuição							
9.Contribuição da descrição da diretriz	Não contribui			3	1	1	Contribui
10.Contribuição da abstração	Não contribui				2	3	Contribui
11.Contribuição do exemplo	Não contribui			3		2	Contribui

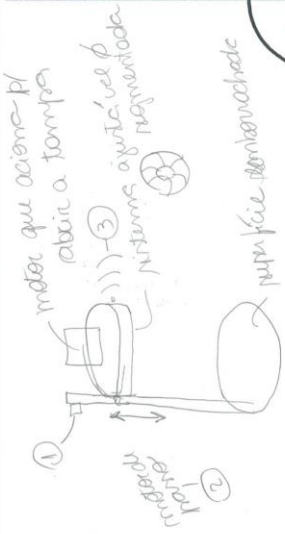
APÊNDICE G - IDEIAS GERADAS COM A SISTEMÁTICA SPIU



Formulário para registro das ideias
Equipe: *Lucas, Gabriel, Vinícius*

Problema:

• abrir vidros de conserva
• automatizar o processo.



Usinas:
• Superfície texturizada
• Red. esp. físico
• Sup. segmentada



- 1) Botão acionamento
- 2) Ajusta a altura do vidro
- 3) Arino peneira de término do processo

D = desenho da ideia
F = funções presentes
C = características



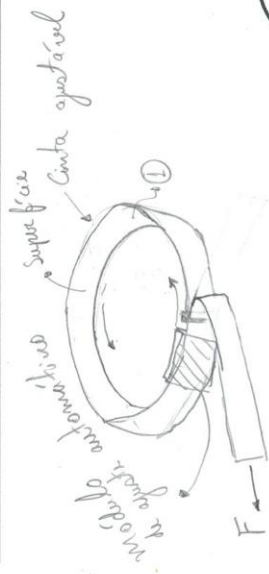
B

Formulário para registro das ideias

Equipe: _____

Problema: *Abre pote de vidro*

- *Abrir o pote de vidro*
- *Apartar (Apertar) a tampa*
- *Puxar a cinta*



- ① *Superfície texturizada*
- ② *Ajuste automático ao diâmetro do pote*
- ③ *Puxar mecânico*

cardos:
tenaz. garras
Comp. Fibra.
Materiais mold.
Sup. text.

D = desenho da ideia
 F = funções presentes
 C = características

C

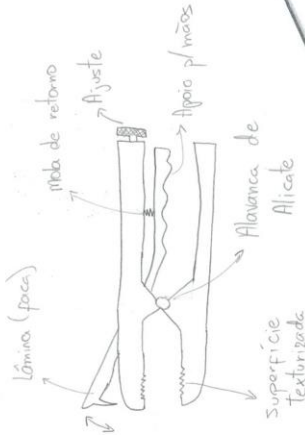


Formulário para registo das ideias

Equipe:

* Tesourate ou Ali Souro

Problema: Abrir ref., tampa e lata

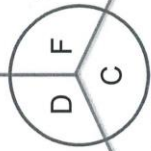


Segmentação do espesso; tesoura + Alicate

Superfície texturizada; dente p/ prender a tampa

Tornar ajustável; regular alicate

Funções Adicionais: tesoura + Alicate



* alicate de pressão tomado a uma tesoura com uma mola de retorno para facilitar o movimento.

Superfície texturizada para aumentar a aderência para prender a tampa metálica do vidro

Lâmina tesoura corta o refil plástico
Superfície texturizada e alicate prendem a lata e a lâmina a cortar.

D = desenho da ideia
F = funções presentes
C = características

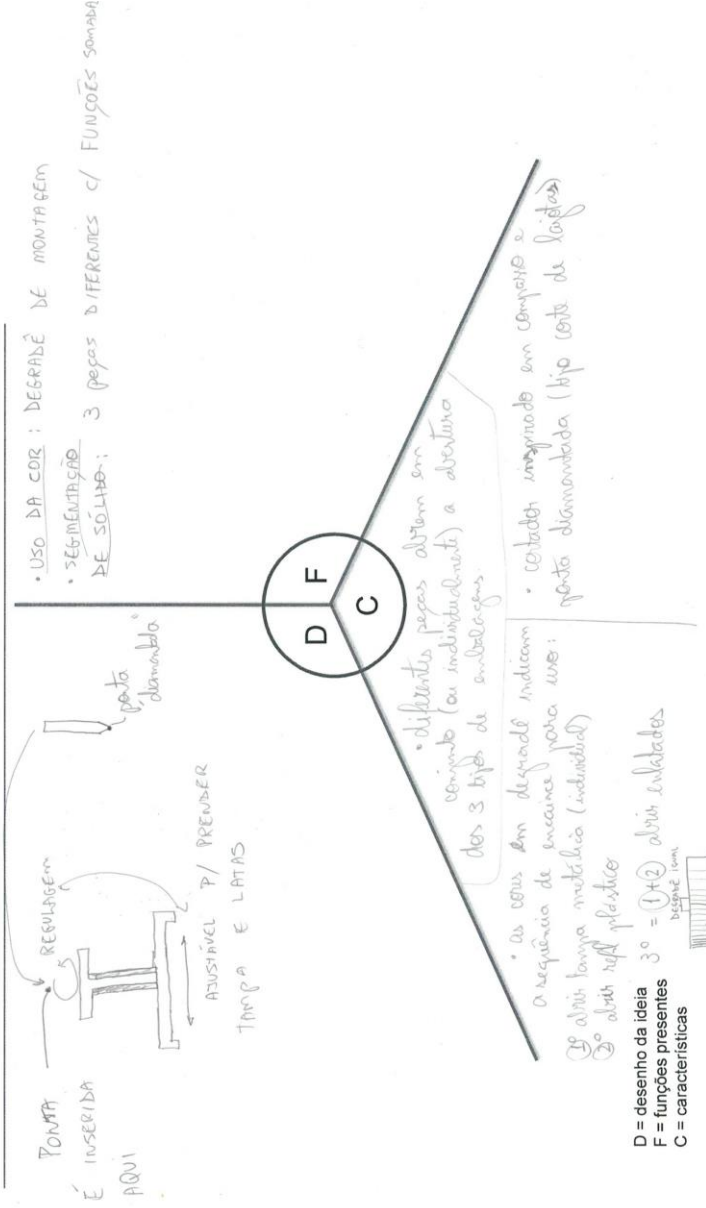


D

Formulário para registro das ideias

Equipe: BORGES

Problema: CLICK MEGABOARD



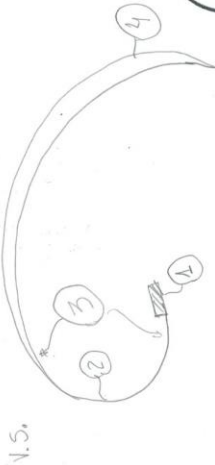
• USO DA COR : DEGRABÊ DE MONTAGEM
 • SEGMENTAÇÃO DE SÓLIDO: 3 peças DIFERENTES C/ FUNÇÕES SOMADAS

E

Formulário para registo das ideias

Equipe:

Problema:



- ① Sistema que aduá a Tompra de vóros de comveva
- ② Superfície ajustável para aderência à Tompra
- ③ Superfície ajustável, assimétrica a diferentes ϕ de Tompra
- ④ Alavanca rígida
- ⑤ hãmira para abrir lata

D = desenho da ideia
 F = funções presentes
 C = características

UBINS

- Tema: questões
- FGA: adições
- Sup. Curvas
- Assimetria para a
- Sup. ajustável





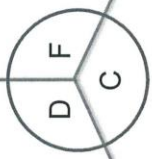
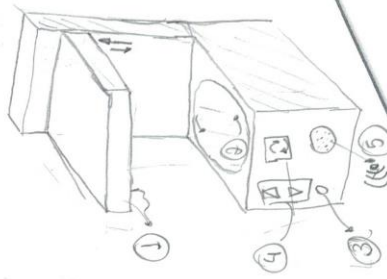
F

Formulário para registro das ideias

Equipe: _____

Problema: Pote de vidro

- Abrir a lata
- Precisar o pote
- Rotacionar base e tampa
- Ajustar ao tamanho (altura do pote)



- ① Pote modular com elemento flexível e ajustável a tampa
- ② Agoreros para regular o pote e rotacionar
- ③ Lerd para indicar o funcionamento
- ④ Botões para ajustar a altura...
- ⑤ Soma indicadores de termino da função

D = desenho da ideia
 F = funções presentes
 C = características

G

Formulário para registro das ideias

Equipe:

Problema:



- reduzir estresse
 - abrir emb. plástico
 - abrir vidro.

Corte:

- sup. texturizada
- met. moldável
- flange adicional
- sup. curva
- inferior reduzido
- comp. flexível

1) Superfície de base de texturizada para aderir a Tampa de lateral do vidro de controle
 2) Cinta para ajuste de diferentes ϕ de Tampa de vidro
 3) Alavanca para girar a Tampa de vidro, diminuindo a ^{altura} altura de uma alavanca com mini haste com lâmina que cede a embalagem plástica (tipo haste da Tampa de controle)
 4) Lâmina na parte inferior da Tampa de vidro para girar a Tampa de vidro
 5) Superfície de base de texturizada para aderir a Tampa de lateral do vidro de controle

D = desenho da ideia
 F = funções presentes
 C = características

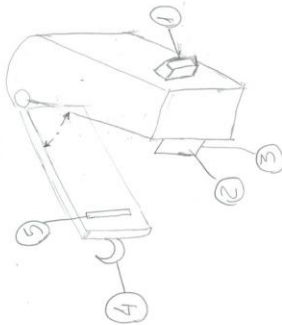
H

Formulário para registro das ideias

Equipe:

Problema:

- retirar vidúos em vidúos
- escolher lâmina
- retirar lâmina de corte



VDINS Wader
modo de encaixar o compo
sup. texturizada
uniões abstratas

- 1) Botões p/ modular da lâmina
- 2) Lâmina extível p/ facilitar o encaixe
- 3) Gume de corte da lâmina
- 4) Opção adicional para facilitar a avanço em latas de moedinha/lite
- 5) Superfície que encaixa a lâmina para segurança.

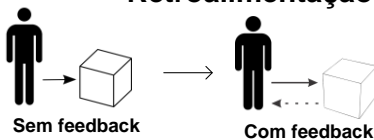
D = desenho da ideia
F = funções presentes
C = características

APÊNDICE H - INSPIRADORES UNIVERSAIS (UDINS). H.1 -USO SIMPLES

Uso simples

Descrição: Permite **eliminar a complexidade** desnecessária e **facilitar a identificação dos recursos do produto**, tornando mais simples o uso do produto.

Retroalimentação



Descrição:

Todas as ações de **comandos** devem apresentar **sinais que indiquem mudança do estado atual** do sistema.

Exemplo de aplicação:



A escova de dente *Oral-B Genius Pro 8000™* fornece feedback em tempo real para o usuário, **indicando o tempo de escovação e posição atual da escovação**, auxiliando o usuário **realizar a atividade de forma correta**.

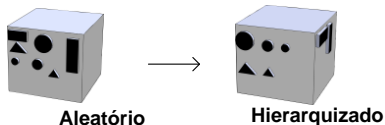
Fonte:¹ NORMAN, Don. The design of everyday things: Revised and expanded edition. Basic Books (AZ), 2013.

Imagem: <https://oralb.com/en-us/products/genius-8000-electric-toothbrush-with-bluetooth>

Uso simples

Descrição: Permite **eliminar a complexidade** desnecessária e **facilitar a identificação dos recursos do produto**, tornando mais simples o uso do produto

Hierarquia de funções



Descrição:

Os recursos de controle de funções devem obedecer uma **ordem hierárquica**. **Recursos importantes** devem ser mais **óbvios** e mais **fáceis de acessar**.¹

Exemplo de aplicação:



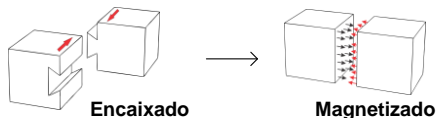
O controle remoto da *Panasonic*TM apresenta os **comandos mais utilizados** como ligar/desligar e mudança de canal **dispostos na parte superior do controle**, enquanto **funções utilizadas com menos frequência estão na parte inferior**.

Fonte:¹Lidwell, William, Kritina Holden, and Jill Butler. Universal principles of design, revised and updated: 125 ways to enhance usability, influence perception, increase appeal, make better design decisions, and teach through design. Rockport Pub, 2010.
Imagem: <http://www.expertreviews.co.uk/tvs-entertainment/tvs/1400338/panasonic-viera-tx-42as650b-review>

Uso simples

Descrição: Permite **eliminar a complexidade** desnecessária e **facilitar a identificação dos recursos do produto**, tornando mais simples o uso do produto

Simplificação de tarefas



Descrição:

As **operações de controle devem ser diretas** e constituídas de um **número mínimo de passos** e tomadas de decisão.¹

Exemplo de aplicação:



Material
Ferromagnético

O relógio *Apple Watch*™ possui uma pulseira magnética que **elimina a necessidade dos encaixes** das pulseiras convencionais, **facilitando o ajuste e reduzindo a necessidade de precisão** durante a ação.

Fonte: ¹NORMAN, Don. The design of everyday things: Revised and expanded edition. Basic Books (AZ), 2013.

Imagem: <https://www.apple.com/br/apple-watch-series-3/>

Uso simples

Descrição: Permite **eliminar a complexidade** desnecessária e **facilitar a identificação dos recursos do produto**, tornando mais simples o uso do produto

Controladores visíveis



Sem mostrador



Com mostrador

Descrição:

Comandos que alteram o estado do produto associados a **mostradores claros** contribuem para o fácil uso do produto.¹

Exemplo de aplicação:



A ducha *Polo Hybrid*TM possui um **mostrador digital simples** que **indica** ao usuário a **variação da temperatura** de acordo com a regulagem da haste, **facilitando o controle e regulagem** da temperatura da água.

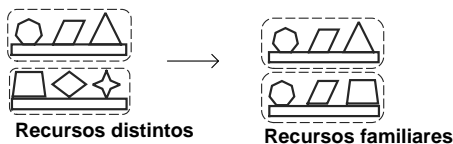
Fonte:¹ NORMAN, Don. The design of everyday things: Revised and expanded edition. Basic Books (AZ), 2013.

Imagem: <http://www.hydra-corona.com.br/produtos/4/polo-hybrid>

Uso intuitivo

Descrição: Permite **reduzir o esforço cognitivo** do usuário para **compreender o funcionamento do produto**, facilitando a interação entre o produto e o usuário.

Recursos familiares



Descrição:

A **familiaridade com um recursos** permitirá que uma pessoa **use mais rápido e intuitivamente** o produto.¹

Exemplo de aplicação:



No suporte *Section Pistol Trigger Set™* o **sistema de ativação** da câmera é feita por **gatilho**, que é um **recurso utilizado em diversos sistemas**. A partir **experiência do usuário**, a identificação da função é facilitada por ser um **recurso familiar**.

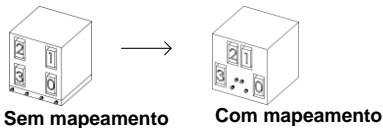
Fonte: ¹Blackler, A., Popovic, V., Mahar, D., 2003a. Designing for Intuitive Use of Products. An Investigation, In: Proceedings of 6th Asia Design Conference, Tsukuba, Japan.
Imagem: <http://www.sp-gadgets.com/en/actioncam-accessories/section-pistol-trigger-set-1>

H.2 -USO INTUITIVO

Uso intuitivo

Descrição: Permite **reduzir o esforço cognitivo** do usuário para **compreender o funcionamento do produto**, facilitando a interação entre o produto e o usuário.

Mapeamento de controles

**Descrição:**

Um **bom mapeamento** torna **intuitiva a relação causa-efeito dos controles**¹.

Exemplo de aplicação:

No fogão da **SADI™** os controladores dos queimadores estão dispostos no **mesmo arranjo espacial** que os queimadores, facilitando a **identificação das funções**.

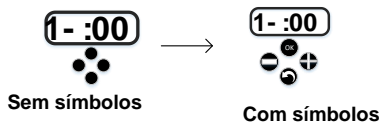
Fonte:¹ NORMAN, Don. The design of everyday things: Revised and expanded edition. Basic Books (AZ), 2013.

Imagem: <https://www.trendhunter.com/trends/scale-gas-range>

Uso intuitivo

Descrição: Permite **reduzir o esforço cognitivo** do usuário para **compreender o funcionamento do produto**, facilitando a interação entre o produto e o usuário.

Uso de símbolos



Descrição:

Utilizar **símbolos** auxilia na **identificação e compreensão da função**.¹

Exemplo de aplicação:



A caixa de som **JBL Extreme™** utiliza **símbolos para representar a função de cada comando** que é oferecido ao usuário, o que **facilita a identificação e compreensão** das **possíveis ações** a serem executadas.

Fonte:¹ BLACKLER, Alethea; POPOVIC, Vesna; MAHAR, Doug. Investigating users' intuitive interaction with complex artefacts. Applied Ergonomics, [s.l.], v. 41, n. 1, p.72-92, jan. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2009.04.010>.

Imagem:http://www.jbl.com.br/wireless/caixas-de-som-bluetooth/jbl-xtreme_248823?skuld=28910563

Uso intuitivo

Descrição: Permite **reduzir o esforço cognitivo** do usuário para **compreender o funcionamento do produto**, facilitando a interação entre o produto e o usuário.

Formas distintas



Descrição:

Usar **formas para diferenciar diferentes funções** do produto, tornando **intuitiva e lógica as operações** que podem ser feitas.¹

Exemplo de aplicação:



As **diferentes formas** dos controladores da torradeira *Cuisinart*TM **auxilia os usuários a identificarem a forma correta de interagir** com o produto. Os **slots superiores são para inserir**, os **botões para pressionar**, o **dial para girar** e a **haste para empurrar para baixo**.

KIM, Yong Se; LIM, Jin Seung; PARK, Jin A. Affordance Feature Reasoning: A Case Study for Human-Product Interaction. In: DS 58-2: Proceedings of ICED 09, the 17th International Conference on Engineering Design, Vol. 2, Design Theory and Research Methodology, Palo Alto, CA, USA, 24.-27.08. 2009.

Imagem: <https://www.bedbathandbeyond.com/store/product/cuisinart-reg-white-compact-cool-touch-2-slice-toaster/1040901183>

H.3 -INFORMAÇÃO PERCEPTÍVEL

Informação perceptível

Descrição: Permite a **transferência de informação de forma efetiva, independente das condições ambientais** ou das **habilidades sensoriais do usuário.**

Uso da cor



Binário



Espectro visível

Descrição:

A **cor** quando ocupa um **espaço adequado**, pode ser **utilizada a favor da comunicação e informação** entre produto e usuário. ¹

Exemplo de aplicação:



A tecnologia *Duracell Powercheck™* facilita a **verificação da energia** restante em cada pilha utilizando uma **escala de cores**. Uma pilha nova exibe um indicador de energia cheia, e uma descarregada indica que o nível de energia é inutilizável.

Fonte:¹ HIPPLE, Jack; CAPLAN, Stan; TISCHART, Michael. 40 Inventive Principles with Examples: Human Factors and Ergonomics. The TRIZ Journal, February, 2010.

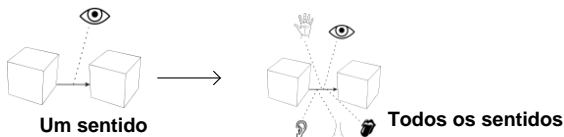
¹ SAVRANSKY, Semyon D. Engineering of creativity: Introduction to TRIZ methodology of inventive problem solving. CRC Press, 2000.

Imagem: <https://www.duracell.in/in-action/family-playtime/>

Informação perceptível

Descrição: Permite a **transferência de informação de forma efetiva, independente das condições ambientais ou das habilidades sensoriais do usuário.**

Aumento do uso dos sentidos



Descrição:

A estimulação dos **cinco sentidos (visão, olfato, audição, tato e paladar)** pode ser utilizada como uma forma de melhorar a **transferência de informação** entre produto e usuário. ¹

Exemplo de aplicação:



O *Smell Surround*, chamado de **display olfatório**, utiliza a **emissão de aromas** para **notificar informações importantes**. O difusor é permite ser configurado para emitir um **aroma único associado a um evento específico**, e repeti-lo ao longo do dia.

Fonte:¹ CLARKSON, P. J. et al. Inclusive design toolkit. Engineering Design Centre, University of Cambridge, UK, 2007.

¹ SAVRANSKY, Semyon D. Engineering of creativity: Introduction to TRIZ methodology of inventive problem solving. CRC Press, 2000.

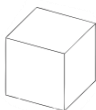
Imagem <http://www.yankodesign.com/2008/11/28/full-sense-entertainment-in-surround-smell/>

H.4 -USO EQUITATIVO

Uso equitativo

Descrição: O produto deve ser **útil e comercializável** à pessoas com **diferentes tipos de habilidades e preferências**.

Formas arredondadas



Quadrado



Arredondado

Descrição:

Utilizar **formas arredondadas** cria impressões esteticamente mais positivas, tornando o produto mais **atrativo para o usuário**.¹

Exemplo de aplicação:



A máquina de lavar Bauknecht Sphere™ utiliza **formas arredondadas** em seu exterior tornando o produto **mais atrativo** mantendo sua utilidade.

Fonte:¹LIDWELL, William; HOLDEN, Kritina; BUTLER, Jill. Universal principles of design, revised and updated: 125 ways to enhance usability, influence perception, increase appeal, make better design decisions, and teach through design. Rockport Pub, 2010.

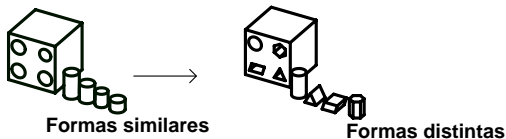
Imagem: <http://www.homecrux.com/10-unique-washing-machines-make-your-clothes-look-their-best/42938/>

H.5 -PREVENÇÃO DE ERRO

Prevenção de erro

Descrição: Permite a **minimização dos riscos e as consequências adversas** de ações acidentais ou não intencionais durante a utilização dos produtos.

Formas distintas

**Descrição:**

Usar **forma distintas** para orientar a **inserção correta** de componentes, evitando erros de operação.¹

Exemplo de aplicação:

O aparelho *Apple TV4K™* possui três **diferentes tipos de entrada**. A **diferença na forma** de cada entrada **evita** que o usuário realize **conexões inadequadas**.

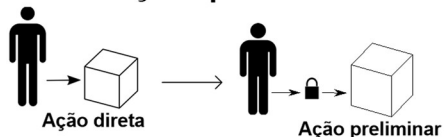
Fonte:¹ LIDWELL, William; HOLDEN, Kritina; BUTLER, Jill. Universal principles of design, revised and updated: 125 ways to enhance usability, influence perception, increase appeal, make better design decisions, and teach through design. Rockport Pub, 2010.

Imagem: <https://www.apple.com/br/shop/buy-tv/apple-tv-4k>

Prevenção de erro

Descrição: Permite a **minimização dos riscos e as consequências adversas** de ações acidentais ou não intencionais durante a utilização dos produtos.

Ações preliminares



Descrição:

Exigir que o usuário **execute ações preliminares** antes de realizar **ações** que possam oferecer risco.¹

Exemplo de aplicação:



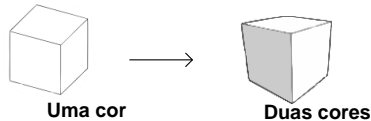
O **Zore X™** é um **bloqueador de arma de fogo**, que impede o uso por pessoas não autorizadas. O sistema é conectado com um smartphone e **somente é liberado por meio de um código PIN** que deve ser inserido no smartphone.

Fonte:¹HIPPLE, Jack; CAPLAN, Stan; TISCHART, Michael. 40 Inventive Principles with Examples: Human Factors and Ergonomics. The TRIZ Journal, February, 20
Imagem: <http://hiconsumption.com/2016/07/zore-x-gun-lock/>

Prevenção de erro

Descrição: Permite a **minimização dos riscos e as consequências adversas** de ações acidentais ou não intencionais durante a utilização dos produtos.

Mudança de cores



Descrição:

Usar a **mudança de cores** para indicar **diferentes condições do produto** que possam oferecer risco ao usuário.¹

Exemplo de aplicação:



A **Smart Lid™** é uma tampa descartável de bebidas que **altera a cor conforme a temperatura** da bebida, tornando-se **vermelho brilhante quando quente** e retornando à **cor fria à medida que a bebida quente esfria**, alertando o usuário o **risco potencial de escaldar-se**.

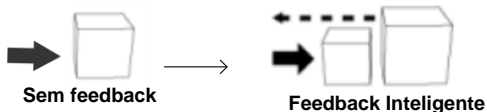
Fonte: ¹HIPPLE, Jack; CAPLAN, Stan; TISCHART, Michael. 40 Inventive Principles with Examples: Human Factors and Ergonomics. The TRIZ Journal, February, 2010.

Imagem: <https://www.foodbev.com/news/smart-lid-warns-when-coffee-is-too-hot-t/>

Prevenção de erro

Descrição: Permite a **minimização dos riscos e as consequências adversas** de ações acidentais ou não intencionais durante a utilização dos produtos.

Feedback inteligente



Descrição:

Feedback inteligente pode **avisar** o usuário com **antecedência**, evitando ações incorretas. ¹

Exemplo de aplicação:



A *Brighthandle*™ é um manípulo de fechadura que informa ao usuário **antecipadamente** se banheiros estão livres ou ocupados por meio de um **feedback visual**.

Fonte: ¹Silveira Santos, Sylvio. (2015). TRIZ e DNA do Produto: Uma Metodologia Prática e Estruturada Para Inovar.

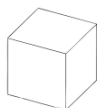
Imagem: <https://www.trendir.com/brighthandle-al/>

H.6 -ESPAÇO PARA USO

Espaço para uso

Descrição: Permite a **configuração de espaço e tamanho apropriados** para aproximação, alcance, manipulação e uso **independente do tamanho do corpo, postura ou mobilidade do usuário.**

Multi sistemas similares



Monosistema



Multi sistema

Descrição:

Criar vários **sistemas independentes com funções similares** permite **escolher a configuração do produto**¹.

Exemplo de aplicação:

A geladeira *Electrolux™ Flatshare* consiste em uma **estação base e até quatro módulos empilháveis**. A divisão em módulos permite empilhar a quantidade de módulos de acordo com a necessidade de espaço do usuário.

Fonte: ¹ SAVRANSKY, Semyon D. Engineering of creativity: Introduction to TRIZ methodology of inventive problem solving. CRC Press, 2000.

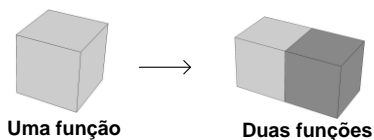
Imagem: <https://www.wg-suche.de/magazin/der-ideale-wg-kuhlschrank/>

H.7 -FLEXIBILIDADE DE USO

Flexibilidade de uso

Descrição: Permite **englobar** uma extensa **variedade de preferências e habilidades pessoais**.

Funções adicionais



Descrição:

Funções adicionadas em um mesmo produto podem **atender a diferentes necessidades**.¹

Exemplo de aplicação:



A alicate *Craftsman*TM possui um **LED** no bico que **auxilia na iluminação** da superfície de trabalho, **aumentando a visualização e facilitando a realização** da operação com a ferramenta.

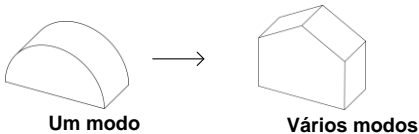
Fonte:¹SAVRANSKY, Semyon D. Engineering of creativity: Introduction to TRIZ methodology of inventive problem solving. CRC Press, 2000.

Imagem: <https://www.craftsman.com/products/craftsman-8-in-led-lighted-long-nose-diagonal-pliers-set>.

Flexibilidade de uso

Descrição: Permite **englobar** uma extensa **variedade de preferências e habilidades pessoais**.

Modo de operação reconfigurável



Descrição:

Diferentes **modos de operação** dos produtos permite **realizar diferentes tarefas** e atender diferentes necessidades.¹

Exemplo de aplicação:



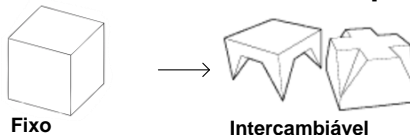
O relógio *Apple Watch*™ possui diferentes **modos de operação**, como despertador, monitorador de atividades físicas, além de realizar chamadas telefônicas, que permitem o usuário **escolher a função** de acordo com a sua necessidade.

Fonte: ¹ LIU, Cong et al. Conceptual design of multi-modal products. *Research In Engineering Design*, [s.l.], v. 26, n. 3, p.219-234, 4 abr. 2015. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s00163-015-0193-0>. Imagem: <https://www.apple.com/br/apple-watch-series-3/>

Flexibilidade de uso

Descrição: Permite **englobar** uma extensa **variedade de preferências e habilidades pessoais**.

Intercambialidade de componentes



Descrição:

Tornar **customizável alguns recursos do produto** permite o usuário **escolher a melhor forma de uso**.¹

Exemplo de aplicação:



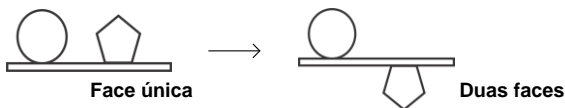
O smartphone *Motorola Moto Z™* possui um **conjunto de capas modulares**, que desempenham **funções variadas** como caixa de som, projetor, entre outros. Estas capas são encaixadas na parte traseira em um sistema Plug & Play, permitindo o usuário **customizá-lo de acordo com a sua necessidade**.

Fonte:¹SCHADE, Amy. Customization vs. Personalization in the User Experience. 2016. Disponível em: <<https://www.nngroup.com/articles/customization-personalization/>>. Acesso em: 08 out. 2016.
Imagem: <https://gadgets.ndtv.com/mobiles/news/moto-z-moto-z-play-launched-in-india-price-release-date-specifications-and-more-1469929>

Flexibilidade de uso

Descrição: Permite **englobar** uma extensa **variedade de preferências e habilidades pessoais**.

Face oposta



Descrição:

Utilizar a **face oposta** para fornecer **opção para realizar funções**.¹

Exemplo de aplicação:



O **Norpro 4-Cup Batter Dispenser™** é um misturador que **utiliza a face inferior para despejar conteúdo** da jarra de uma **forma fácil e confortável para o usuário**, não necessitando fazer movimentos amplos com o punho e braço.

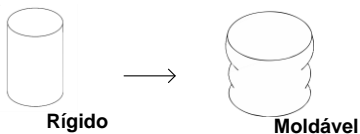
Fonte: ¹SAVRANSKY, Semyon D. Engineering of creativity: Introduction to TRIZ methodology of inventive problem solving. CRC Press, 2000.

Imagem: <https://intl.target.com/p/norpro-pancake-and-batter-dispenser/-/A-14097595>

Flexibilidade de uso

Descrição: Permite **englobar** uma extensa **variedade de preferências e habilidades pessoais**.

Materiais moldáveis



Descrição:

Materiais **moldáveis** conseguem se **adaptar a diferentes condições de uso**.¹

Exemplo de aplicação:



A bateria *AtoD*TM é feita de um corpo em **espuma moldável** que permite ao usuário alterar a sua forma e seu tamanho de acordo com a necessidade da sua aplicação.

Fonte:¹ HIPPLE, Jack; CAPLAN, Stan; TISCHART, Michael. 40 Inventive Principles with Examples: Human Factors and Ergonomics. The TRIZ Journal, February, 2010.

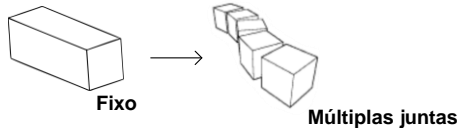
¹ SAVRANSKY, Semyon D. Engineering of creativity: Introduction to TRIZ methodology of inventive problem solving. CRC Press, 2000

Imagem: <https://www.treehugger.com/clean-technology/shape-shifting-battery-smooshes-to-fit-sizes-aad.html>

Flexibilidade de uso

Descrição: Permite **englobar** uma extensa **variedade de preferências e habilidades pessoais**.

Tornar ajustável



Descrição:

Permitir **ajustes posições** permite ao usuário **escolher a forma ótima de utilizar o produto**.¹

Exemplo de aplicação:



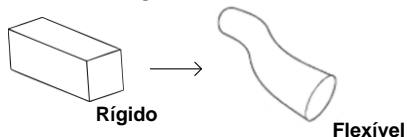
A estação de trabalho *Altwork*TM permite, por meio de seu **sistema de múltiplas juntas**, que o usuário escolha diversas **combinações de posições** de trabalho de acordo com suas preferências de conforto.

Fonte: ¹SAVRANSKY, Semyon D. Engineering of creativity: Introduction to TRIZ methodology of inventive problem solving. CRC Press, 2000
 Imagem: <http://altwork.com/our-gallery/>

Flexibilidade de uso

Descrição: Permite **englobar** uma extensa **variedade de preferências e habilidades pessoais**.

Componentes flexíveis



Descrição:

Utilizar **componentes dinâmicos** facilita a **adaptabilidade do produto às necessidades do usuário**¹

Exemplo de aplicação:



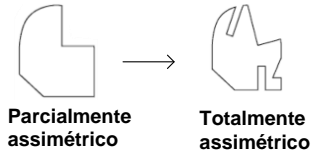
O ralador *Flexita*TM é confeccionado com polietileno injetado em uma forma de silicone que o torna **flexível**, permitindo ao usuário segurar o ralador com **maior conforto** e no **posicionamento mais conveniente**.

Fonte:¹HIPPLE, Jack; CAPLAN, Stan; TISCHART, Michael. 40 Inventive Principles with Examples: Human Factors and Ergonomics. The TRIZ Journal, February, 2010
Imagem: www.yankodesign.com/2012/11/09/are-you-flexible-to-grate/

Flexibilidade de uso

Descrição: Permite **englobar** uma extensa **variedade de preferências e habilidades pessoais**.

Aumento da assimetria



Descrição:

O aumento da assimetria permite o usuário **escolher com qual mão deseja operar o produto**.¹

Exemplo de aplicação:



A tesoura *Fiskars Easy Action™* possui o **cabo totalmente assimétrico** que permite o usuário **operá-la com a mão esquerda ou mão direita** com o mesmo grau de conforto.

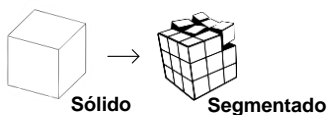
Fonte:¹ HIPPLE, Jack; CAPLAN, Stan; TISCHART, Michael. 40 Inventive Principles with Examples: Human Factors and Ergonomics. The TRIZ Journal, February, 2010.
Imagem: <http://www2.fiskars.com/Products/Crafting-and-Sewing/Scissors-and-Shears/Easy-Action-Pinking-Shears-10.5>

H.8 -ESFORÇO FÍSICO REDUZIDO

Esforço físico reduzido

Descrição: Permite ao usuário **utilizar** o produto de forma **eficiente e confortável** com o **mínimo de ações repetitivas e esforço físico possível**.

Segmentação de sólido



Descrição:

Dividir objetos em **partes independentes** facilita a **compactação para transportar** o produto.¹

Exemplo de aplicação:



O fone de ouvido *Sennheiser PX100™* tem sua **estrutura dividida em diversas partes**, que permite o usuário **dobrá-la para compactar** o produto, **reduzindo o espaço ocupado e facilitando o transporte** do mesmo.

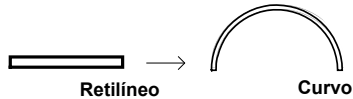
Fonte:¹HIPPLE, Jack; CAPLAN, Stan; TISCHART, Michael. 40 Inventive Principles with Examples: Human Factors and Ergonomics. The TRIZ Journal, February, 2010.

Imagem: <http://www.trulygadgets.com/466/all/1348-headphone-trio-sennheiser-px-100-ii/>

Esforço físico reduzido

Descrição: Permite ao usuário **utilizar** o produto de forma **eficiente e confortável** com o **mínimo de ações repetitivas e esforço físico possível**.

Superfícies curvas



Descrição:

Superfícies curvas podem **facilitar a realização de movimentos**, reduzindo esforço físico durante operações.¹

Exemplo de aplicação:



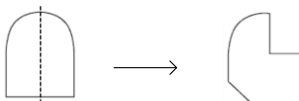
A faca **Samurai 360™** permite que o usuário realize cortes de forma **mais precisa e mais confortável**, reduzindo o esforço do usuário utilizando uma **lâmina rotativa** que permite um **movimento mais suave** do punho.

Fonte:¹HIPPLE, Jack; CAPLAN, Stan; TISCHART, Michael. 40 Inventive Principles with Examples: Human Factors and Ergonomics. The TRIZ Journal, February, 2010; <http://www.trizsigma.com/blog/2009/08/triz-principle-14-spheroidality-curvedure/>
Imagem: <http://www.asseenontv.com/samurai-360-knife/detail.php?p=1266049>

Esforço físico reduzido

Descrição: Permite ao usuário **utilizar** o produto de forma **eficiente e confortável** com o **mínimo de ações repetitivas e esforço físico possível**.

Assimetria parcial



Descrição:

Simétrico

Parcialmente assimétrico

O uso de **formas assimétricas** pode **reduzir esforços durante o manuseio e operação**, melhorando a ergonomia do produto.¹

Exemplo de aplicação:



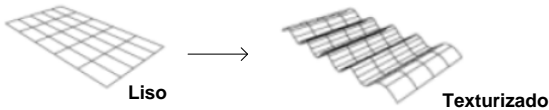
A caneta *Yoropen*[™] possui **forma assimétrica** que fornece um suporte para os dedos que **reduz a pressão necessária** nos dedos, **aumentando a precisão** da escrita, além disso o suporte é móvel, podendo ser ajustado para mão esquerda ou direita.

Fonte: ¹HIPPLE, Jack; CAPLAN, Stan; TISCHART, Michael. 40 Inventive Principles with Examples: Human Factors and Ergonomics. The TRIZ Journal, February, 2010.
Imagem: <https://www.touchofmodern.com/sales/yoropen/yoropen-z3-red>

Esforço físico reduzido

Descrição: Permite ao usuário **utilizar** o produto de forma **eficiente e confortável** com o **mínimo de ações repetitivas e esforço físico possível**.

Superfície texturizada



Descrição:

O uso de superfícies texturizadas pode **aumentar a aderência** durante o uso e manuseio do produto, contribuindo para o **conforto**.

Exemplo de aplicação:



O martelo *Maxcraft*[™] possui um **cabo com superfície segmentada** que **melhora o conforto e a aderência** durante o uso, **reduzindo a força** necessária para sua utilização.

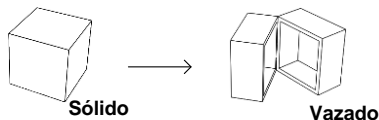
Fonte: ¹CLARKSON, JOHN. Human capability and product design. In: Product experience. 2008. p. 165-198..

Imagem: <https://picclick.com/Maxcraft-60626-8-oz-Stubby-Claw-Hammer-272646964591.html>

Esforço físico reduzido

Descrição: Permite ao usuário **utilizar** o produto de forma **eficiente e confortável** com o **mínimo de ações repetitivas e esforço físico possível**.

Segmentação do espaço



Descrição:

A utilização de **estruturas ocas**, com múltiplas cavidades ou porosas permite usar o volume de material de forma mais eficiente, possibilitando a **redução de material e peso**.¹

Exemplo de aplicação:



O machado *Roughneck Hollow-Handled 21OZ™* possui seu **cabo em estrutura oca** que proporciona um **peso reduzido de 1,8 quilogramas**, proporcionando ao usuário um **maior conforto e menor esforço físico** para uso do produto.

Fonte:¹ HIPPLE, Jack; CAPLAN, Stan; TISCHART, Michael. 40 Inventive Principles with Examples: Human Factors and Ergonomics. The TRIZ Journal, February, 2010.

Imagem: <http://www.olympia-tools.co.uk/products/hollow-handle-axes/>

Esforço físico reduzido

Descrição: Permite ao usuário **utilizar** o produto de forma **eficiente e confortável** com o **mínimo de ações repetitivas e esforço físico possível**.

Redução do envolvimento humano nas atividades



Descrição:

O uso de ferramentas energizadas, semi-automáticas ou automatizadas podem **reduzir os esforços e movimentos repetitivos** para operar o produto.

Exemplo de aplicação:



A varinha sanitizante *Varilux LightWave UV-C*™ utiliza a tecnologia de **raios ultravioleta (UV)** para sanitizar superfícies de forma simples e rápida, **sem a necessidade de movimentos repetitivos e uso de utensílios de limpeza**, reduzindo o esforço do usuário.

Fonte:¹ SAVRANSKY, Semyon D. Engineering of creativity: Introduction to TRIZ methodology of inventive problem solving. CRC Press, 2000.

Imagem: <http://www.droold.com/verilux-cleanwave-uv-c-sanitizing-wand/>

ANEXO A - CRITÉRIOS DE PROJETO UNIVERSAL PARA AVALIAÇÃO DE PERFORMANCE DE PRODUTOS

PRINCÍPIO UM | USO EQUITATIVO	Não se aplica	Discordo fortemente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo fortemente	Comentários
1A. Todo usuário em potencial podem utilizar este produto essencialmente da mesma forma, independentemente das diferenças em suas capacidades.							
1B. Todo usuário em potencial podem utilizar este produto sem sentir-se segregado ou estigmatizado devido as diferenças nas entre capacidades pessoais.							
1C. Todos os usuários em potencial deste produto têm acesso a todas as características de privacidade e segurança, independentemente das capacidades pessoais.							
1D. Este produto é atrativo à todos os usuários em potencial.							

PRINCÍPIO DOIS | FLEXIBILIDADE NO USO	Não se aplica	Discordo fortemente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo fortemente	Comentários
2A. Todo usuário em potencial pode encontrar pelo menos uma forma de usar este produto.							
2B. Este produto pode ser utilizado com a mão esquerda ou a mão direita somente, de acordo com a preferência do usuário.							
2C. Este produto facilita (ou não requer) a precisão e exatidão do usuário.							
2D. Este produto pode ser utilizado em qualquer ritmo (rápido ou lento), de acordo com a preferência do usuário.							

PRINCÍPIO TRÊS | USO SIMPLES E INTUITIVO	Não se aplica	Discordo fortemente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo fortemente	Comentários
3A. O uso deste produto é tão simples e direto como pode ser.							
3B. Uma pessoa sem treinamento poderia usar este produto sem instruções.							
3C. Qualquer usuário pode entender a linguagem utilizada neste produto.							
3D. As características mais importantes deste produto são as mais óbvias.							
3E. Este produto fornece <i>feedback</i> ao usuário.							

PRINCÍPIO QUATRO | INFORMAÇÃO PERCEPTÍVEL							Comentários
	Não se aplica	Discordo fortemente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo fortemente	
4A. Este produto pode ser utilizado sem a necessidade da audição.							
4B. Este produto pode ser utilizado sem a necessidade da visão.							
4C. As características deste produto podem ser claramente descritas em palavras (e.g. em manuais de instrução ou linhas de ajuda telefônicas).							
4D. Este produto pode ser utilizado por pessoas que usam dispositivos auxiliares (e.g., óculos, aparelhos de audição, linguagem gestual ou animais de serviço).							

PRINCÍPIO CINCO | TOLERÂNCIA AO ERRO							Comentários
	Não se aplica	Discordo fortemente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo fortemente	
5A. Os recursos do produto são arrançados de acordo com a sua importância.							
5B. Este produto atenta ao usuário para erros e perigos.							
5C. Se o usuário cometer algum erro durante o uso, isso não causará dano ou fratura ao usuário.							
5D. Este produto chama a atenção do usuário durante a realização de operações críticas.							

PRINCÍPIO SEIS | ESFORÇO FÍSICO REDUZIDO							Comentários
	Não se aplica	Discordo fortemente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo fortemente	
6A. Este produto pode ser utilizado de forma confortável (e.g., sem movimentos ou posturas estranhas).							
6B. Este produto pode ser utilizado por um usuário que esteja fraco ou cansado.							
6C. Este produto pode ser utilizado sem a necessidade de movimentos repetitivos ou movimentos que causem fadiga ou dor.							
6D. Este produto pode ser utilizado sem a necessidade de descansar após o uso.							

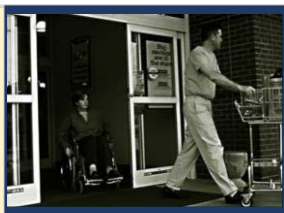
ANEXO B - CARTILHA DOS PRINCÍPIOS DE PROJETO UNIVERSAL

OS PRINCÍPIOS DO PROJETO UNIVERSAL

1

USO EQUITATIVO

O produto deve ser útil e comercializável às pessoas diferentes tipos de habilidades.



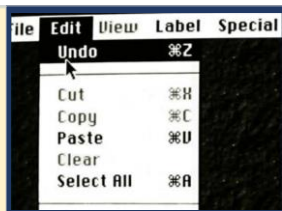
- DIRETRIZES**
- 1a. Fornecer os mesmos meios de utilização para todos os usuários: idêntico sempre que possível ou equivalente quando não.
 - 1b. Evitar segregar ou estigmatizar quaisquer usuários.
 - 1c. Promover igualmente a todos os usuários privacidade, segurança e proteção.
 - 1d. Oferecer um design atraente para todos os usuários.

- EXEMPLOS**
- Portas automáticas com sensores na entrada que são convenientes para todos os usuários.
 - Assentos integrados, dispersos e adaptáveis em áreas de eventos, como arenas esportivas e teatros.

5

TOLERÂNCIA AO ERRO

O produto deve minizar os riscos e as consequências adversas de ações acidentais ou não intencionais



- 5a. Organizar elementos para minimizar erros e riscos: os elementos mais usados, mais acessíveis; elementos perigosos eliminados, isolados ou blindados
- 5b. Fornecer avisos quanto aos erros e aos riscos.
- 5c. Fornecer recursos à prova de erros.
- 5d. Evitar ações inconscientes em tarefas que exigem maior atenção e vigilância

- EXEMPLOS**
- Uma chave de carro de corte duplo que pode ser facilmente embutida em uma fechadura de duas maneiras.
 - Um recurso de 'desfazer' em software de computador que permite ao usuário corrigir erros sem prejuízo para si.

2

FLEXIBILIDADE NO USO

O produto deve acomodar uma ampla gama de habilidades e preferências individuais.



- DIRETRIZES**
- 2a. Oferecer a possibilidade de escolha de métodos de utilização
 - 2b. Oferecer a possibilidade do uso por pessoas destros ou canhotos.
 - 2c. Possibilitar a precisão e acurácia do usuário.
 - 2d. Oferecer a capacidade de adaptação ao ritmo do usuário

- EXEMPLOS**
- Tesouras projetadas para usuários canhotos ou destros.
 - Um caixa automático (ATM) com feedback visual, tátil e audível, uma abertura de cartão cônico e um apoio para as mãos

6

ESFORÇO FÍSICO REDUZIDO

O produto deve ser usado eficiente e confortavelmente, com um mínimo de fadiga



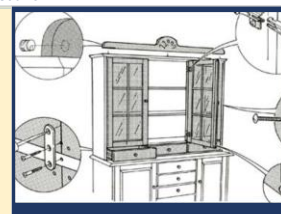
- 6a. Permitir que o usuário mantenha uma posição corporal neutra
- 6b. Racionalizar a força necessária para sua operação.
- 6c. Minimizar ações repetitivas.
- 6d. Minimizar o esforço físico permanente.

- EXEMPLOS**
- Uma chave de carro de corte duplo que pode ser facilmente embutida em uma fechadura de duas maneiras.
 - Alavancas ou alças em portas e torneiras

3

USO SIMPLES E INTUITIVO

O uso do produto deve ser fácil de entender, independentemente da experiência, conhecimento, competências linguísticas ou nível de concentração atual do usuário



- DIRETRIZES**
- 3a. Eliminar a complexidade desnecessária
 - 3b. Oferecer consistência com a intuição e as expectativas dos usuários.
 - 3c. Acomodar uma ampla gama de competências linguísticas e alfabetização.
 - 3d. Organizar as informações em consistência com a sua importância
 - 3e. Fornecer mensagens eficazes de aviso e de informação, durante e após a conclusão da tarefa.

- EXEMPLOS**
- Uma calçada móvel ou escada rolante em um espaço público
 - Manual de instruções com desenhos e sem texto

7

TAMANHO E ESPAÇO PARA ALCANÇE E USO

O tamanho e o espaço apropriados são fornecidos para abordagem, alcance, manipulação e uso independentemente do usuário tamanho do corpo, postura ou mobilidade.



- DIRETRIZES**
- 7a. Fornecer uma linha de visão clara para elementos importantes para qualquer usuário, sentado ou em pé.
 - 7b. Torne alcançável a todos os componentes confortáveis para qualquer pessoa, sentada ou em pé.
 - 7c. Acomodar variações de tamanho de mão e destreza.
 - 7d. Fornecer espaço adequado para o uso de dispositivos assistivos ou assistência pessoal.

- EXEMPLOS**
- Controles na parte da frente e espaço limpo ao redor de aparelhos, caixas de correio, lixões e Outros elementos.
 - Portões amplos em estações de metrô que acomodam todos os usuários

4

INFORMAÇÃO PERCEPTÍVEL

O produto deve comunicar os usuários todas as informações necessárias de forma efetiva, independentemente das suas condições ambientais ou habilidades sensoriais.



- 4a. Usar diferentes modos (pictórica, verbal, tátil) para apresentação redundante de informações essenciais
- 4b. Fornecer uma diferenciação adequada entre informações essenciais e acessórias.
- 4c. Maximizar a legibilidade de informações essenciais.
- 4d. Diferenciar elementos de maneira que possam ser facilmente assimilados.
- 4e. Fornecer compatibilidade com uma variedade de técnicas ou dispositivos utilizados por pessoas com limitações sensoriais

- EXEMPLOS**
- Dicas e instruções tácteis, visuais e audíveis em um termostato.
 - Dicas redundantes (e.g., comunicações de voz e sinalização em aeroportos, estações de trem e vagões de metrô).