



**Universidade
Europeia**

LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES

2018

**Vasco Alexandre Milne dos
Santos**

**Quantificação da Criatividade no Processo de
Design
Inovação e Ideação de Artefactos Através dos
Processos Analógico e Digital**



**Universidade
Europeia**

LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES

2018

**Vasco Alexandre Milne dos
Santos**

**Quantificação da Criatividade no Processo de
Design
Inovação e Ideação de Artefactos Através dos Processos
Analógico e Digital**

Dissertação apresentada ao IADE – Universidade Europeia, para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Design pela via de opção de realização de um programa doutoral, realizada sob a orientação científica da Doutora Ana Margarida Ferreira, Professora Auxiliar do IADE - Universidade Europeia e da orientação do Doutor Eduardo José Gonçalves Professor Auxiliar do IADE - Universidade Europeia.

Dedico este trabalho
ao João, ao Francisco e à Sofia
e aos alunos a quem ensinei os meus conhecimentos e muito aprendi
com os seus.

o Júri

Presidente
Reitor da Universidade Europeia

Prof. Doutor Fernando José Carneiro Moreira da Silva
Professor catedrático da Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa

Prof. Doutor Raul José Ribeiro de Matos Cunha
Professor associado com agregação da Faculdade de Belas Artes da Universidade de Lisboa

Prof. Doutor Luís Miguel Veiga Vaz Caldas de Oliveira
Professor auxiliar do Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa

Prof. Doutor Carlos Alberto Miranda Duarte
Professor catedrático do IADE da Faculdade de Design, Tecnologia e Comunicação

Prof. Doutora Ana Margarida Ribeiro Dias Fernandes Gomes Ferreira
Professora auxiliar do IADE da Faculdade de Design, Tecnologia e Comunicação

Prof. Doutora Maria Emília Capucho Duarte
Professora auxiliar do IADE da Faculdade de Design, Tecnologia e Comunicação

i. Agradecimentos

A realização desta dissertação não seria possível sem a colaboração de diversas pessoas, a quem manifesto os meus agradecimentos:

- À minha orientadora científica, a Prof^a. Doutora Ana Margarida Ferreira, por ter acreditado no projeto e pela força e ensinamentos partilhados ao longo deste percurso;
- Ao meu coorientador científico, o Prof. Doutor Eduardo José Gonçalves, pela total disponibilidade e interesse demonstrado com o seu positivismo;
- À Universidade Europeia, ao Prof. Doutor Carlos Rosa e Prof. Doutor Carlos Duarte, pelas condições disponibilizadas para a realização desta dissertação em termos de recursos humanos e logísticos de equipamentos e instalações;
- Ao Prof. Doutor José Pinto Duarte, pelo estímulo, contribuição e disponibilidade demonstrada nas fases iniciais do processo;
- Ao Prof. Doutor António da Cruz Rodrigues pela confiança projetada no início desta dissertação, com ensinamentos metodológicos;
- Ao Prof. Doutor Diamantino Abreu, pela incessante preocupação e as constantes chamadas de atenção para concretização deste projeto;
- Ao técnico do 3DLAB do IADE-UE, Miguel Neves, pela colaboração e apoio nos momentos letivos;
- Ao técnico do Media LAB do IADE-UE, Mário Brás, pela incansável colaboração em todos os registos audiovisuais e pela força demonstrada;
- À Susana Santos, da Biblioteca do IADE-UE, pela preciosa colaboração na composição da paginação;
- Ao Prof. Alexandre Magalhães e ao Prof. João Flecha, pela paciência verificada em relação aos momentos de desabafo e pela força demonstrada;
- Aos alunos que proporcionaram este estudo com enorme interesse e dedicação: Inesa Melnik, Emeli Maciel, William Cantú, Tomás Veríssimo, Daniel Rita, Marco Batalha, Eva Muriel, Daniel Rodrigues, César Maria, Diogo Machado, José Sabugueiro, Miguel Neves, Pedro Mota, Rui Seguro, Lourenço Martins, Diogo Filipe, Diogo Graça, Diogo Cunha, António Calvão, Ana Felix, Mariana Henriques e Carolina Pimenta;
- Aos designers especialistas que garantiram com a sua experiência o esforço na avaliação dos casos estudados: Luís Miguel Pereira, Ricardo Barreto Escovinha, Pedro Miguel Gonçalves, Ana Catarina Espada, Leonardo Springer, César Augusto Lopes, Nuno André Silva, Manuel Santos Vital, Luís Miguel Ribeiro, Sérgio Correia da Silva e Diamantino Abreu;
- Às alunas Frederica Ditta e Haley Bernier, pelo apoio demonstrado;
- A todos os meus familiares e amigos pelo afeto, paciência, incentivo, apoio contínuo e compreensão pela minha grande ausência;
- Aos meus pais e sogros, pelo seu incentivo e apoio;
- Ao João e ao Francisco, pela ingénua compreensão e amor incondicional;
- À Sofia, por tudo.



Fig. 1 - Riquimbilis, Bicicleta Motorizada Cubana, (Daniel Flamenbaum, 2010. "Bicicleta Motorizada Cubana – Conheça a Riquimbilis!" Blog da Bicimoto. Acedido a 15 de junho de 2017. <http://www.bicimoto.com.br/blog/bicicleta-motorizada/bicicleta-motorizada-cubana-conheca-a-riquimbilis>).

Epígrafe

"In the western world, (...) we are becoming more and more digitized. This is true of processes, activities and communications. Many of us find that we spend a fair share of our lives on the computer, and that computers are also moving out of the grey boxes and into our everyday lives in the form of PDA'S, Mobile Technology and Wireless Networks. Some aspects of our lives are becoming virtualized" (Svensson, 2003, p.194).

Interdisciplinary Design Research in Laurel, B. Design Research: Methods and Perspectives, MIT Press.

ii. Resumo

O presente projeto de investigação centra-se na compreensão do efeito do relacionamento das formas de representação externas analógicas e digitais com o ato reflexivo e, conseqüentemente, com o resultado criativo na área de design de produto. O campo de ação a que nos referimos é caracterizado pelos constituintes operativos do processo projetual de design, onde coexistem o espaço concetual metafísico estruturado por um processamento mental responsável pela criação, organização, sintetização e tomada de decisões e o espaço físico, designado pela prática e pela concretização materializada, que promove a reflexão. Na combinatória das ações relacionadas com o pensar e o fazer em projeto, a interação do designer com as ferramentas de representação, no ato de modelação, proporcionam o que Schön (1989) designou por “reflection-in-action” que significa a interpretação e a descrição dos conceitos, e que mais tarde deu origem ao paradigma da coevolução do enquadramento do espaço do problema e do espaço da solução (Dorst e Cross, 2001), que na sua relação, proporciona um resultado inovador, criativo. Da década de 1990 até hoje, as vivências projetuais têm-se alterado no modo de pensar e fazer o projeto, não só pela conjuntura evolutiva económica e social, mas fundamentalmente pela evolução tecnológica, com a integração dos recursos digitais nas práticas representativa e comunicativa do projeto. Oxman (2006, p.242) focou a preponderância deste fenómeno, referindo que os processos digitais estão a contribuir para a emergência do domínio do conhecimento e que “Information has become a new material for the designers”.

O novo paradigma da prática do projeto descreveu a emergente necessidade para a formulação de novas metodologias, fundamentais para a estruturação do “design thinking” e para a reestruturação de novas semânticas para descrever e materializar os projetos, no que se consideram os vocábulos concetuais, signos do design. Esta nova amplitude de reflexão e da criação de um *modus operandi*, diferenciado pela componente da relação do designer com a ferramenta digital, tornou-se determinante para a constituição da nossa questão de partida que consistiu na dúvida se **“Estaremos a articular e a utilizar da melhor forma, as ferramentas de exteriorização e reflexão analógicas e digitais, na fase de ideação do projeto?”**.

Verificando o quadro teórico e prático projetual nos currículos de ensino superior de Design, através da disseminação de um inquérito por questionário e um exercício de campo em aula,

concluimos que não existe sinergia de utilização dos meios analógicos e digitais no desenvolvimento dos projetos, e a fase de ideação é essencialmente estruturada pela aplicação dos meios analógicos, prevalecendo ainda uma cultura do desenho por esboço. Os resultados destes dois métodos de prospeção do meio do ensino revelaram um aspeto preocupante, que acreditamos ter um impacto negativo nos resultados criativos dos projetos dos atuais discentes. No inquérito por questionário, foi mencionada, pelos alunos, a grande dificuldade sentida nas modelações por desenho de esboço e pelos meios digitais, o que significa que, se os discentes não conseguem representar, não conseguem processar a ação de reflexão e conseqüentemente não conseguem atingir resultados criativos otimizados. Procurando perceber se a utilização sinérgica das modelações analógica e digital na fase de ideação podem constituir um melhor corpo de conhecimento e uma maior dimensão criativa, o nosso estudo defende a tese que **“A utilização sinérgica das modelações analógica e digital, na fase de ideação do projeto de design, potencia os resultados criativos”**. Procuramos, com este estudo, perceber melhor a semântica aplicada ao processo de reflexão em design, responsável pela ação de criação e compreender como se pode gerir da melhor maneira as formas de representação, para garantir a formação de novas competências no exercício projetual dos futuros profissionais. Objetivamos ainda a formulação de conhecimentos transdisciplinares e inovadores que integrem o atual corpo de conhecimento de investigação em design e que, de alguma forma, possam também constituir a criação de novas estruturas metodológicas curriculares com fundamentos teóricos e práticos, com o objetivo de promover melhor o ensino projetual. A investigação que propomos, com a aplicação de um caso de estudo experimental com alunos do IADE-UE, procurou analisar os elementos mais influentes responsáveis pela relação de diálogo do designer com o processo, e perceber a função dos instrumentos analógicos e digitais na concetualização das ideias. Reconhecemos que os critérios ensaiados nas fases analógica e digital de controlo e híbrida de experimentação, geraram resultados semelhantes em termos de variação estatística. Porém, sob uma análise mais aprofundada, percebemos que as frequências entre condições nos casos da análise da fluência (capacidade de identificar os requisitos do problema), a flexibilidade (capacidade de ver o problema num contexto abrangente), as relações entre o enquadramento do problema e o enquadramento da solução e o grau de novidade, apresentam tendencialmente a prevalência da modelação híbrida como a forma de modelação que melhor potencia os resultados criativos.

Vários investigadores têm debatido a criatividade no processo de design em matérias de estudo que se ligam ao modo operacional da cognição, processo de estruturação das ideias, tipologias

de pensamento, métodos de promoção de ideias, os fatores externos condicionadores ou estimuladores do processo. No entanto, poucos estudos centram-se no processo tangível e nas ferramentas de concetualização e materialização das ideias à luz do ensino, vistos por uma abordagem comparativa dos recursos analógicos e digitais. As investigações existentes são maioritariamente ligadas ao efeito da modelação do desenho pelos esboços onde destacamos os trabalhos de Nigel Cross, Kees Dorst, Teresa Amabile, Katja Tcshimmel, Gabriela Goldschmidt, Bryan Lawson, Henry Cristiaans, Herbert Simon, entre outros.

Acreditamos, contudo, que a sinergia das modelações analógica e digital possam desbloquear a gestação das ideias, possibilitando uma ampliação dos mecanismos dialéticos entre o designer, o meio e o problema.

Para compreender este fenómeno, propusemos o nosso estudo realizado em cinco fases: a constituição da questão de investigação e o propósito, o enquadramento teórico e a constituição da problemática, construção do modelo de análise e identificação da hipótese e aplicação do caso de estudo, tratamento de dados. Por último, a discussão dos resultados e conclusão, identificando a tendência que, através da modelação híbrida, se conseguem processar resultados mais criativos, abre o caminho para que esta investigação possa ser mais aprofundada, experimentando outras variáveis de estudo, e para que possivelmente se possam desenvolver ferramentas híbridas que, na continuidade dos estudos de Dorta e Lesage (2008), venham a otimizar a exteriorização das ideias dos designers.

Com a realização deste estudo, ambicionamos propiciar uma maior consciencialização para a importância dos meios de representação e as formas de modelação associadas à estrutura reflexiva do ato de criação.

A vida é um sistema que evolui a cada passo experimental, que realizamos.

iii. Palavras-chave

Design, Criatividade, Inovação, Métodos Analógicos, Métodos Digitais.

iv. Abstract

The present research project focuses on the understanding of the effect of the relationship between analogical and digital forms of representation, upon the reflective act and consequently, with the creative result in the product design field. The action field is characterized by the operative constituents of the design process. The conceptual, metaphysical space coexists with mental processing, and is responsible for creation, organization, synthesis and decision making. The physical space is designated by practice and by materialization, which promotes reflection. The interaction of the designer with the representation tools, and the act of modeling, provide what Schön (1989), called "reflection-in-action". This method consists of the interpretation and the description of the concepts, which develops the co-evolutionary concept of the problem space and solution space framework (Dorst and Cross, 2001). The relationship between these spaces, provide innovative and creative results. Since the 90's until today, the approach to project thinking and project doing, have changed. This is partly due to the evolution of economic and social structures and systems, and more significantly, by fundamental advancements of technology and integration of digital resources. These progressions have modified the representative practice and communicative nature of the project. Oxman (2006, p.242) focused on the preponderance of this phenomenon by saying that digital processes are contributing to the emergence of the knowledge domain and "Information has become a new material for the designers". The new paradigm of project practice describes the emerging need for the formulation of new methodologies. It is fundamental for the design thinking construction to be restructured using new semantics to conceptually describe and materialize the projects. This new breadth of reflection, which spotlights the relation between the designer and digital tools, defined the starting question: "Are we articulating and using the best exteriorization and reflection tools (analog and digital) in the phase of ideation in the development of the project?"

Through a questionnaire survey and class exercise, it was concluded that there is no synergy of use between the analog and digital means in the development of the projects. The phase of ideation is essentially structured by the application of analogical tools, prevailing a culture of sketching. The results of these two methods of the teaching field, revealed an uncomfortable aspect, that we believe the separation of the methods to have a negative impact, on the creative

results of the students' projects. In the questionnaire survey, it was mentioned by the students, that they have great sketching difficulty, drawing and using digital media. It is significant that they cannot represent in both forms and that they cannot process the reflection-in-action. Consequently, they cannot achieve optimized creative results. In order to understand if the synergistic use of analogical and digital models in the ideation phase can constitute, a better body of knowledge and a greater creative dimension, our study defends the thesis that "The synergistic use of analogical and digital modulations, in the ideation phase of the design project, create best creative results."

We seek with this study, to understand the semantics of the reflection process in design, which is responsible for the creation action. This will aid in understanding how to better manage the forms of representation in order to guarantee the new competences formation onto future professional designers. We aim to formulate transdisciplinary and innovative knowledge that integrates the current body of research knowledge in design. This will constitute the creation of new methodological, curricular structures with theoretical and practical foundations to promote better design education.

The study we propose, applied an experimental case study with IADE-EU students, which sought to investigate the most influential elements, responsible for the relationship dialogue between the designer and the process. The study desired to understand the function of analogical and digital instruments within the ideas. We recognize that the criteria tested in the analog, digital and hybrid experimentation phases have generated similar results in terms of statistical variation. However, under a micro-analysis, we perceive that the frequencies between conditions in the cases of fluency analysis (ability to identify problem requirements), flexibility (ability to see the problem in a broad context), relationships between problem framing and the solution, and the degree of novelty, tendentially present the prevalence of hybrid modeling as the best enhancer of creative results.

Several researchers have debated creativity in the design process about study materials, that relate to the operational mode of cognition, process of structuring ideas, typologies of thought, methods of promoting ideas, external conditioning factors, and stimulators of the process. However, few studies have focused on the tangible process and the contextualizing and materializing idea tools in the teaching field. Existing investigations are mostly linked to the effect of sketch modeling, where we highlight the works of Nigel Cross, Kees Dorst, Teresa Amabile, Katja Tcshimmel, Gabriela Goldschmidt, Bryan Lawson, Henry Cristiaans, and Herbert Simon, among others. We believe, however, that the synergy of analogical and digital modeling can

unlock idea gestation by enabling an expansion of the dialectical mechanisms between the designer, environment and the problem. To understand this phenomenon, we proposed in our study a set of five phases: the constitution of the research question and the purpose, the theoretical framework and the problematic constitution, analysis model construction and identification of the hypothesis and application of the case study, data treatment. Finally, the results discussion and conclusion, identifying the trend that, through hybrid modeling exist a better tendency to promote more creative results, opens the way for this research to be further explored. In experimenting with other study variables and developing new hybrid tools in the continuation of the studies of Dorta and Lesage (2008), this approach will optimize the idea exteriorization of designers. With the accomplishment of this study, we aim to provide greater awareness for the importance of the means of representation in design and the forms of modeling associated with the reflexive structure of the act of creation.

Life is a system that evolves, with every experimental step we take.

v. KeyWords

Design, Creativity, Innovation, Analogical Methods, Digital Methods.

Índice Geral

Índice de Figuras

Índice de Quadros

Lista de Acrónimos e Abreviaturas

i. Agradecimentos	vii
ii. Resumo	ix
iii. Palavras-chave.....	xi
iv. Abstract.....	xii
v. KeyWords	xiv
vi. Índice Geral	xvi
vii. Índice de Figuras	xx
viii. Índice de Quadros.....	xxiv
ix. Lista de Acrónimos e Abreviaturas	xxv
Introdução	1
I. Contextualização da Investigação	1
II. Contextualização do problema da Investigação.....	4
III. Enquadramento	11
IV. Origem da pesquisa.....	15
V. Objetivos da Investigação	16
VI. Benefícios de investigação.....	17
VII. Questões de Investigação.....	18
VIII. Investigação / Razão de Ser Pessoal	19
XIX. Pertinência	20
X. Estruturação e Desenvolvimento da Investigação.....	21
XI. Referências Bibliográficas	22
1. Processo de Design. Visão Geral	24
1.1. Processo de Design	24
1.1.1. Projeto de Design como Processo Sistémico e Biológico.....	32
1.1.2. Modelos do Processo de Design	40
1.1.3. Métodos Projetuais.....	56
1.1.4. Componentes do Processo de Design	63
1.1.5. Paradigmas de Interpretação do Processo Criativo em Design.....	70
1.1.6. A Ação Cognitiva e Prática do Projeto	74

1.1.7. Projeto de Design e Ensino	80
1.1.8. Princípios de Design	85
1.2. Processo de Design como Ato Reflexivo, Iterativo e Coevolutivo	104
1.2.1. Ação Reflexiva Versus Resultado Qualitativo do Projeto	112
1.2.2 Design como Processo Iterativo	116
1.2.3. O Processo Cíclico Coevolutivo no Projeto	128
1.2.3.1. A Constituição do Problema.....	131
1.2.3.2. A Constituição das Proposições / Hipotetização	135
1.2.3.3 A Constituição das Soluções.....	144
1.2.3.4. A Geração do Conceito	149
1.2.3.5. A tomada de Decisão	155
1.2.3.6. A Sintetização do Processo	159
1.2.4. A Heurística no Processo Projetual de Design	164
Conclusões Intermédias	170
Referências Bibliográficas	173
2. O Ato Criativo no Processo de Design. Visão Geral	179
2.1. Ação Criativa como Processo Exploratório e Construtivo	190
2.2. Fases Constituintes do Processo Criativo em Design	196
2.3. Tipologias de Pensamento na Ação Criativa em Design	200
2.4. Estratégias e Técnicas Aplicadas ao Desenvolvimento da Ação Criativa no Projeto	205
2.5. Avaliação da Ação Criativa	218
2.5.1. Elementos Cognitivos de Avaliação da Ação Criativa	244
2.5.2. Métodos e Elementos de Avaliação do Projeto Criativo.....	260
Conclusões Intermédias	265
Referências Bibliográficas	267
3. Conceitos de Modelação, Modelação Analógica, Digital e Híbrida no Processo Projetual de Design	272
3.1. Tipologias de Representação em Design	278
3.2. Evolução dos Instrumentos de Representação Face a Evolução Tecnológica.....	286
3.3. Modelos Analógicos Versus Modelos Digitais.....	289
3.3.1. Tipologias de Modelos Analógicos e Digitais no Processo de Design	295
3.3.2. As Características do Modelos Analógicos e Digitais no Processo Estrutural do Projeto de Design.....	303

3.3.3. O Carácter Multifuncional dos Modelos Analógicos e Digitais	306
3.3.4. Os Modelos como Elementos Integrantes da Ação-Reflexão	313
3.3.5. Benefícios da utilização dos modelos e protótipos no processo de Design	316
3.3.6. Paradigmas da Aplicação dos Modelos Analógicos e Digitais no Projeto de Design	320
3.3.7. O Contexto dos Modelos no Processo Estrutural do Projeto	329
3.4. Quantificação da Ação Performativa e Criativa do Designer	333
3.5. A Análise do Design Thinking.....	341
3.6. A Análise do Conceito	346
Conclusões Intermédias	350
Referências Bibliográficas	351
4. Metodologia e Método de Investigação	355
4.1. Desenho de Investigação	368
4.2. Primeira e Segunda Fases - Instrumentos de recolha de dados.....	373
4.2.1. Primeira Fase – Observação do Meio	375
4.2.1.1. Mapeamento dos Programas das Unidades Curriculares Afetas ao Projeto de Design	375
4.2.1.2. Inquérito por Questionário (Metodologia Qualitativa e Quantitativa).....	376
4.2.1.3. Experiência com um exercício em aula na U.C. de Design de Produção.....	392
4.2.2. Segunda Fase – Caso de estudo / Análise do Processo	395
4.2.2.1. Processo.....	395
4.2.2.2. Amostragem e Critérios de Seleção dos Participantes	399
4.2.2.3. Metodologia	399
4.2.2.4. Desenho das Experiências	402
4.2.2.5 Meios e Recursos para a Realização das Experiências	404
4.3. Segunda Fase – Caso de estudo / Análise do Artefacto	405
4.3.1. Estruturação	405
4.3.2. Constituição do Júri Externo	406
4.3.3. Desenho do Formulário de Avaliação das Hipóteses pelo Quadro de Especialistas	406
4.3.4. Quantificação da Novidade do Conceito Produzido.....	407
Conclusões Intermédias	408
Referências Bibliográficas	410
5. Avaliação dos Resultados das Experiências. Descrição do Processo Coevolutivo Responsável pelos Resultados Criativos do Processo de Design, quando sujeito à Utilização dos Meios Analógicos, Digitais e Híbridos.	412

5.1. Análise e Quantificação da Variável Independente Fluência	413
5.2. Análise e Quantificação da Variável Independente Flexibilidade	415
5.3. Análise e Quantificação da Variável Independente Coevolução	417
5.4. Análise de Valor Viabilidade dos Conceitos / Pensamento Convergente e Divergente Avaliação por Designers Especialistas	424
5.5. Análise do Grau de Novidade dos Conceitos Produzidos (Reforço)	427
5.6. Tratamento de Dados	430
I. Conclusões	443
II. Orientações Futuras	448
Referências Bibliográficas	450
ANEXOS.....	466

vii. Índice de Figuras

FIG. 1 - RIQUIMBILIS, BICICLETA MOTORIZADA CUBANA, (DANIEL FLAMENBAUM, 2010. "BICICLETA MOTORIZADA CUBANA – CONHEÇA A RIQUIMBILIS!" BLOG DA BICIMOTO. ACEDIDO A 15 DE JUNHO DE 2017. HTTP://WWW.BICIMOTO.COM.BR/BLOG/BICICLETA-MOTORIZADA/BICICLETA-MOTORIZADA-CUBANA-CONHECA-A-RIQUIMBILIS).	VIII
FIG. 2 - DA PEDRA LASCADA AO HEXAPOD ROBOT (PROTÓTIPO DE UMA MÁQUINA AUTÓNOMA ROBOTIZADA, C.N.C. TUPIA), MUDARAM OS MATERIAIS, AS TÉCNICAS E TECNOLOGIAS, OS CONCEITOS FORMAIS E FUNCIONAIS E DE VALOR, MAS NÃO MUDOU O ESPÍRITO CRIADOR DE PENSAR O OBJETO CORTANTE. A DIFERENÇA É APENAS UMA QUESTÃO DE TEMPORALIDADE E EVOLUÇÃO. FONTES: HTTP://ARTE-E-MANHAS-ARTE.BLOGSPOT.PT/2011/01/O-UTENSILO-DE-PEDRA-NA-PRE-HISTORIA . HTTPS://WWW.INFOPLEASE.COM/SCIENCE-HEALTH/LIFE-SCIENCE/HUMAN-EVOLUTION HTTP://WWW.HEXAPODROBOT.COM/PROJECTS/CNC_HEXAPOD/IMAGES/B.F.HEXAPOD_CNC_02.JPG	11
FIG. 3 - PROCESSO DE PROCURA E RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS. FONTE: O AUTOR.	25
FIG. 4 - PROCESSO PROJÉTUAL DE JONES (1963) E ARCHER (1965). PROCESSO LINEAR LIGADO AO PROBLEM SOLVING, VISTO COMO UMA SEQUÊNCIA DE FASES ORDENADAS UNIDIRECCIONALMENTE. FONTE: O AUTOR.	28
FIG. 5 - PROCESSO PROJÉTUAL DE JONES (1970) E BÜRDEK (1971). PROCESSO FLEXÍVEL DE AVANÇOS E RECUOS PARA CHEGAR À SOLUÇÃO. FONTE: O AUTOR.	28
FIG. 6 - PROCESSO PROJÉTUAL DE BONSIPE (1975). FONTE: O AUTOR.	28
FIG. 7 - PROCESSO PROJÉTUAL DE BUBBERLY (2004), BENAMI (2000), FINKE ET AL. (1992). FONTE: O AUTOR.	29
FIG. 8 - PROCESSO PROJÉTUAL DE CROSS (2006). FONTE: O AUTOR.	29
FIG. 9 - PROCESSO PROJÉTUAL DE BÜRDEK (2006). FONTE: O AUTOR.	29
FIG. 10 - PROCESSO PROJÉTUAL DE AMBROSE E HARRIS (2010). FONTE: O AUTOR.	29
FIG. 11 - MODELO GENÉRICO SOBRE O PROCESSO PROJÉTUAL. FONTE: O AUTOR.	30
FIG. 12 - ESQUEMA FRACTAL DO PROCESSO DE SINTETIZAÇÃO DO PROJETO DE DESIGN. FONTE: O AUTOR.	30
FIG. 13 - ANALOGIA AO PROCESSO PROJÉTUAL DE DESIGN. FONTE: O AUTOR.	34
FIG. 14 - SISTEMA DE COMPONENTES DA AÇÃO DE CRIAÇÃO EM DESIGN. FONTE: O AUTOR.	40
FIG. 15 - MODELO DE PROJETO DE DESIGN. FONTE: ADAPTADO DE ARCHER (1984, APUD. CROSS E ROY, 1989, PP.35,36).	43
FIG. 16 - MODELO DO PROCESSO DE DESIGN. FONTE: ADAPTADO DE PAHL E BEITZ (1984, APUD. CROSS, 1989, P.37).	44
FIG. 17 - MODELO INTEGRANTE DO PROCESSO DE DESIGN. FONTE: ADAPTADO DE CROSS E ROY (1989, P.42).....	44
FIG. 18 - EXEMPLO DE UM QUADRO DE ANÁLISE MORFOLÓGICA MATRIX COM UMA POSSÍVEL COMBINAÇÃO DE CARATERÍSTICAS MARCADA A FUNDO AMARELO. UTILIZANDO OS GRUPOS E AS DIFERENTES CARATERÍSTICAS TEMOS UM VASTO CONJUNTO DE SOLUÇÕES.....	47
FIG. 19 - EXEMPLO DE UM QUADRO DE ANÁLISE MORFOLÓGICA MATRIX REALIZADA PELOS ALUNOS DO SEGUNDO ANO DA LICENCIATURA DE DESIGN 2017/2018 NA UNIDADE CURRICULAR DE DESIGN DE PRODUÇÃO SOB A ORIENTAÇÃO DO AUTOR, IADE-UNIVERSIDADE EUROPEIA.	48
FIG. 20 - MODELO DE PROCESSO DE DESIGN. FONTE: ADAPTADO DE BURDEK (2005).	51
FIG. 21 - FASES METODOLÓGICAS DO PROCESSO DE DESIGN DE BONSIPE (1992).....	53
FIG. 22 - ESTÁGIOS DO MODELO PROCESSUAL DE CROSS (2000). FONTE: ADAPTADO DE ALMENDRA (2010, P.25) ..	55
FIG. 23 - PROCESSO METODOLÓGICO DE DESIGN DE PAHL E BEITZ (1984). FONTE: ADAPTADO DE ALMENDRA (2010).	55
FIG. 24 - SEGMENTAÇÃO GERAL DO PROCESSO DE RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS EM DESIGN. FONTE: O AUTOR. ...	57
FIG. 25 - MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE SOLUÇÕES EM DESIGN. FONTE: O AUTOR.	62
FIG. 26 - PROCESSO DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE DESIGN. FONTE: O AUTOR.....	62
FIG. 27 - PROCESSO DE PLANIFICAÇÃO DO PROJETO DE DESIGN. FONTE: ADAPTADO DE PAHL ET AL. (2007) E CROSS E ROY (1989).	63
FIG. 28 - FASES DA CRIAÇÃO DO PROJETO. FONTE: O AUTOR.	65
FIG. 29 - COMPONENTES DO PROCESSO DE DESIGN. FONTE: O AUTOR.	67

FIG. 30 - DESIGN COMO PROCESSO DE ENQUADRAMENTO E REENQUADRAMENTO. FONTE: O AUTOR.	73
FIG. 31 - MODELO CUPRIG (MEMÓRIA BASEADA NA EXPLORAÇÃO DE PISTAS DENTRO DO PROCESSO DE GERAÇÃO DA IDEIA / IDEACÃO). FONTE: ADAPTADO DE PERTTULA E LIIKKANEN (2005).....	78
FIG. 32 - MODELO COGNITIVO DE DESIGN CONCETUAL DE BENAMI E JIN (2002).	87
FIG. 33 - MODELO DO PROCESSO COGNITIVO CRIATIVO DE FINKE ET AL. (1992).....	88
FIG. 34 - SEQUÊNCIA DE FIBONACCI. FONTE: O AUTOR.	95
FIG. 35 - O PROCESSO DIALÉTICO ABERTO E FECHADO NO PROJETO DE DESIGN. FONTE: O AUTOR.	110
FIG. 36 - PROCESSO DE ENQUADRAMENTO E REENQUADRAMENTO. FONTE: O AUTOR.....	112
FIG. 37 - ESTADOS DO PROCESSO DE DESIGN ONDE OS INPUTS SÃO FORMULADOS. FONTE: ADAPTADO DE ADAMS E ATMAN (1999, P.15).	121
FIG. 38 - CATEGORIAS DE TOMADA DE DECISÃO. FONTE: ADAPTADO DE ADAMS E ATMAN (1999, P.15)	122
FIG. 39 - QUATRO ATIVIDADES COGNITIVAS DA FASE CONCEPTUAL EM DESIGN. FONTE: ADAPTADO DE (CHULSIP E JIN, 2006, P.15)	125
FIG. 40 - PROCESSO ITERATIVO DE DESIGN THINKING. FONTE: ADAPTADO DE (PLATTNER, MEINEL AND WEINBERG 2009, APUD. KRÖPER ET AL. 2011,.....	127
FIG. 41 - PROCESSO DE RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS DE PAHL ET AL. (2007). FONTE: ADAPTADO PELO AUTOR... 131	
FIG. 42 - EXEMPLO DE BLACK BOX MODEL (SECADOR ELÉTRICO). FONTE: O AUTOR.....	134
FIG. 43 - EXEMPLO DE ALTERNATIVAS PROCESSADAS EM TORNO DAS FUNÇÕES E SUBFUNÇÕES DE UM OBJETO (SISTEMA BÁSICO).	135
FIG. 44 - EXEMPLO DE ALTERNATIVAS PROCESSADAS EM TORNO DAS FUNÇÕES E SUBFUNÇÕES DE UM OBJETO (SISTEMA COMPLETO).....	135
FIG. 45 - SUBFASES DA FASE CONCEPTUAL DO PROJETO DE DESIGN. FONTE: ADAPTADO DO CONCEITO DE PAHL ET AL. (2007, P.159).....	139
FIG. 46 - ESTRUTURA INICIAL DE GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS EM TORNO DO CONCEITO. FONTE: O AUTOR.	140
FIG. 47 - MODELO DA CONSTITUIÇÃO DAS PROPOSIÇÕES. ADAPTADO DE CHOULIER (2010, P.80).....	144
FIG. 48 - IDENTIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS DA RELAÇÃO DAS DIMENSÕES DO PROBLEMA E DA SOLUÇÃO.	147
FIG. 49 - ESQUEMA DA TOMADA DE DECISÃO DAS PROPOSIÇÕES DO PROJETO. ADAPTADO DE PAHL ET AL. (2007, P.127).	148
FIG. 50 - PROCESSO DE GERAÇÃO DO CONCEITO. ADAPTADO DE KAMRANI E SALHIEH (2002, P.13).....	149
FIG. 51 - ATRIBUTOS DO PROCESSO CRIATIVO PARA A GERAÇÃO DO CONCEITO. ADAPTADO DE GOLDSCHMIDT, 2011, P.64).	151
FIG. 52 - CICLO DE RESOLUÇÃO DO PROBLEMA CONJUGANDO AS DIFERENTES ABORDAGENS DA TOMADA DE DECISÃO. FONTE: ADAPTADO DE ALMENDRA (2010, P.53).	157
FIG. 53 - PROCESSO ITERATIVO DE PENSAMENTO EM DESIGN. FONTE: ADAPTADO DO PROCESSO DE PLATTNER, MEINEL, WEINBERG (2009) E KRÖPER ET AL. (2011).	161
FIG. 54 - MODELO DO CICLO DE PENSAMENTO EM DESIGN. FONTE: ADAPTADO DE BECKMAN E BARRY (2009, P.153).	162
FIG. 55 - EXEMPLO DE TRABALHOS CRIATIVOS, EXECUTADOS PELOS ALUNOS DO IADE SOB A ORIENTAÇÃO DOS PROFESSORES VASCO MILNE, DIAMANTINO ABREU E COLABORAÇÃO DO TÉCNICO MIGUEL NEVES.....	178
FIG. 56 - PROJETO DE UMA CANOA “GET OUT” DE VASCO MILNE E PEDRO DIAS, ANO 2005.DO PROCESSO CRIATIVO À PRODUÇÃO DOS PROTÓTIPOS PARA TESTES.	179
FIG. 57 - MATRIZ MORFOLÓGICA PARA LOGOTIPO LIVE AID, 1985. PRICKEN, 2009. PUBLICIDAD CREATIVA. BARCELONA: GUSTAVO GILI. EM “PROCESSO CRIATIVO, MATRIZ MORFOLÓGICA”, LIVE_AID-LOGO-76C112665C-SEEKLOGO.COM, POR VINICIUS MANO. ACEDIDO A 25.08.2017 EM HTTP://WWW.PROCESSOCRIATIVO.COM/MATRIZ-MORFOLOGICA/	214
FIG. 58 - GRÁFICO DO MÉTODO CPSS DE BESEMER AND O'QUIN'S PARA AVALIAÇÃO DOS PRODUTOS CRIATIVOS. ADAPTADO DE MAJID, KASSIM E RAZAK (2015, P.258).	222
FIG. 59 - CARATERÍSTICAS DE INOVAÇÃO DE SAUNDERS, SEEPERSAD E HÖLTTÄ-OTTO.....	227
FIG. 60 - ESQUEMA LINKOGRÁFICO DE GABRIELA GOLDSCHMIDT.....	231
FIG. 61 - LINKOGRAFIA, MOVIMENTOS NÃO RELACIONADOS SEM CONVERGÊNCIA DE IDEIAS = BAIXA OPORTUNIDADE PARA SE DESENVOLVEREM BOAS IDEIAS.	231
FIG. 62 - LINKOGRAFIA, TODOS OS MOVIMENTOS RELACIONADOS = LIGAÇÃO PREMATURA OU FIXAÇÃO DE UMA IDEIA, BAIXA OPORTUNIDADE PARA SE DESENVOLVER BOAS IDEIAS.....	231
FIG. 63 - LINKOGRAFIA, MOVIMENTOS RELACIONADOS APENAS COM OS ANTERIORES = PROCESSO PROGRIDE, MAS COM POUCAS OPORTUNIDADES PARA BOAS IDEIAS.....	232
FIG. 64 - LINKOGRAFIA, EXISTE O RELACIONAMENTO, MAS NÃO TOTAL = BOAS OPORTUNIDADES PARA O DESENVOLVIMENTO DE BOAS IDEIAS.....	232

FIG. 65 - MOLA DA ROUPA “CLIP” DE PAUL SANDIP. FONTE: HTTPS://WWW.GOOGLE.PT/SEARCH?BIW=1366&BIH=662&ETBM=ISCHEsa=1&Ei=LKlKWtfsAAxZGAAE5PZWAG&EQ=PAUL+SANDIPEOQ=PAUL+SANDIPEGS_L=PSY-AB.3...13168.13168.0.13740.1.1.0.0.0.85.85.1.1.0...0...1c.1.64.PSY-AB.0.0.0...0.NDESMQLV_EG#IMGDII=ZNYWNG2FFQ6JAM:EIMGRC=2BR8QY2EQCIHPM:.....	248
FIG. 66 - MODELO DE ATIVIDADE COGNITIVA NO DESIGN DE CONCEITO DE CHUSILP E JIN. FONTE: ADAPTADO DE CHUSILP E JIN (2006, P.15).	250
FIG. 67 - MODELO SAPPHIRE DE QUANTIFICAÇÃO DA NOVIDADE DOS PRODUTOS CRIATIVOS. FONTE: ADAPTADO DE SARKAR E CHAKRABARTI (2011, P.7).	258
FIG. 68 - REALIZAÇÃO DE FORMAS DE ‘CONCEPT CARS’ COM O PROCESSO HÍBRIDO DE MODELAÇÃO ANALÓGICA E DIGITAL, PELOS ALUNOS DO IADE NO ANO DE 2002/2003.	275
FIG. 69 - MODELOS DE ESTUDO FUNCIONAIS DA CHAISE BOX DOS ALUNOS RICARDO RAIMUNDO E DIOGO SILVA DO IADE-CREATIVE UNIVERSITY.	276
FIG. 70 - MODELOS DIGITAIS E PROTÓTIPO FINAL DA CHAISE BOX REALIZADO COM A TECNOLOGIA DIGITAL CNC TUPIA NO 3D LAB – IADE CREATIVE UNIVERSITY.	276
FIG. 71 - APLICAÇÃO DA MODELAÇÃO ANALÓGICA E DIGITAL NA REALIZAÇÃO DE UM SISTEMA PARA TIME LAPSE EM PLÁSTICO DE ABS POR PROTOTIPAGEM RÁPIDA. ALUNO DE ERASMUS ROBERTO TINO ANO 2012 COM O ACOMPANHAMENTO DOS PROFESSORES VASCO MILNE E DIAMANTINO ABREU.	277
FIG. 72 - ESTUDOS COM MODELAÇÃO ANALÓGICA E DIGITAL COM A PRODUÇÃO A LASER PARA A CRIAÇÃO DE UMA “ESTRUTURA MODULAR PARA SERVIR DE ABRIGO EM SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA”. TRABALHO DESENVOLVIDO PELOS ALUNOS RUI ALINHINO E ARNALDO PEREIRA COM A COLABORAÇÃO DO AUTOR.	278
FIG. 73 - ESQUERDA: MODELO ESTRUTURAL DE ANTONI GAUDÍ PARA VISUALIZAÇÃO DA ESTRUTURAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GEOMÉTRICA DA SAGRADA FAMÍLIA BARCELONA (JAMES, 2015 “BIRTHDAY OF ANTONI GAUDÍ” ARCHINEERING. ACEDIDO A 04.08.2017. HTTP://ARCHINEERINGTALK.COM/?P=392). DIREITA: INTERIOR DA NAVE CENTRAL DA SAGRADA FAMÍLIA BARCELONA (MUSEMENT “SAGRADA FAMÍLIA BARCELONA ESPANHA” ACEDIDO A 04.08.2017. HTTPS://IMAGES.MUSEMENT.COM/COVER/0001/06/THE-SAGRADA-FAMILIA_HEADER-5761.JPEG).	290
FIG. 74 - MODELO DE ARQUITETURA REALIZADO EM PARTES PARA APOIO À CONSTRUÇÃO POR FILIPPO BRUNELLESCHI. FONTE: ADAPTADO DE (VOCIAlTA, 2015, P.13) E JULIEN JOLY “IMAGE 11 OF 11 FROM GALLERY OF FLORENCE’S MUSEUM OF THE OPERA DEL DUOMO SET TO REOPEN TO THE PUBLIC. WOODEN MODEL OF FILIPPO BRUNELLESCHI’S DOME”. IMAGE © ANTONIO QUATTRONE. ACEDIDO A 05.08. 2017. HTTPS://WWW.PINTEREST.PT/PIN/306526318372640722/ .	291
FIG. 75 - MODELOS DE SIMULAÇÃO (ANALÓGICA) DE PRODUTOS EXECUTADOS SOB A FORMA DE VÁRIAS TIPOLOGIAS E POR ALUNOS DO IADE (2002-2010) COM O NOSSO ACOMPANHAMENTO. FONTE: O AUTOR.	295
FIG. 76 - TIPOLOGIAS DE MODELOS ANALÓGICOS NAS FASES PROJETUAIS DO DESIGN. FONTE: O AUTOR.	296
FIG. 77 - RELAÇÃO DO NÚMERO E DOS TEMPOS DEDICADOS À EXECUÇÃO DOS MODELOS ANALÓGICOS NO PROCESSO PROJETUAL DE DESIGN. FONTE: O AUTOR.	297
FIG. 78 - TIPOLOGIAS DE MODELOS DIGITAIS SEGUNDO A FORMA REPRESENTATIVA DE PROBLEMATIZAÇÃO TÉCNICA E APRESENTAÇÃO.	301
FIG. 79 - MODELO SISTÊMICO DE CRIATIVIDADE. FONTE: ADAPTADO DE (CZIKSZENTMIHALYI’S, 1988 APUD. HANNA, 2005, P.50).	308
FIG. 80 - SÍNTESE DOS PROGRAMAS DAS UNIDADES CURRICULARES AFETAS AO PROJETO DAS LICENCIATURAS EM DESIGN DE 2014/2015 DA FAUTL FACULDADE DE ARQUITETURA DA UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA, IADE-U - CREATIVE UNIVERSITY E ESAD - ARTE E DESIGN DE MATOSINHOS.	323
FIG. 81 - EXERCÍCIO EXPLORATÓRIO DE UTILIZAÇÃO DOS PROCESSOS ANALÓGICOS E DIGITAIS EM SINERGIA PARA DESIGN DE PRODUÇÃO DO 2º ANO, 2014/15 E 2016/17 IADE – UNIVERSIDADE EUROPEIA. REALIZAÇÃO DE ESTRUTURAS LEVES E RESISTENTES PARA SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA. TRABALHOS DESENVOLVIDOS SOB A NOSSA ORIENTAÇÃO.	324
FIG. 82 - PROCESSO ANALÓGICO DO EXERCÍCIO EXPLORATÓRIO. TRABALHOS DESENVOLVIDOS SOB A NOSSA ORIENTAÇÃO EM 2016 NA UNIDADE CURRICULAR DE DESIGN DE PRODUÇÃO 2º ANO LICENCIATURA EM DESIGN IADE-UNIVERSIDADE EUROPEIA.	325
FIG. 83 - QUATRO FUNÇÕES GERAIS VISTAS POR OXMAN (2006, P.243).	328
FIG. 84 - GALAXY SOHO BEIJING (EDUARDO SOUZA, 2012. “GALAXY SOHO / ZAHA HADID ARCHITECTS” ARCHYDAILY BRASIL. ACEDIDO A 05.08.2017. HTTP://WWW.ARCHDAILY.COM.BR/BR/01-80246/GALAXY-SOHO-ZAHA-HADID-ARCHITECTS).	333
FIG. 85 - MODELO DO PROCESSO DE RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS, VISTO PELO DOMÍNIO COGNITIVO, AXIOLÓGICO E PERSONALIDADE. FONTE: ADAPTADO DE STRZALECKI (2000, P.251).	335

FIG. 86 - SÍNTESE DO UNIVERSO GERAL DOS CRITÉRIOS DE QUANTIFICAÇÃO DA AÇÃO CRIATIVA.....	341
FIG. 87 - CONCEÇÃO DO CONCEITO. FONTE: O AUTOR.....	348
FIG. 88 - PROCESSO DE INVESTIGAÇÃO MISTA (QUANTITATIVA E QUALITATIVA). FONTE: ADAPTADO DE ONWUEGBUZI (2004, P.22) E ALMENDRA (2010, P.111).....	358
FIG. 89 – CARATERÍSTICAS ORGÂNICAS NA ESTRATÉGIA DE INVESTIGAÇÃO FIXA (EXPERIMENTAL). FONTE: ADAPTADO DE ROBSON (2002, P.88).....	359
FIG. 90 - CARATERÍSTICAS ORGÂNICAS DA ESTRATÉGIA DE INVESTIGAÇÃO FLEXÍVEL (CASO DE ESTUDO). FONTE: ADAPTADO DE ROBSON (2002, P..89).....	360
FIG. 91 - ENQUADRAMENTO DA INVESTIGAÇÃO. FONTE: O AUTOR.....	362
FIG. 92 – ENQUADRAMENTO DA RECOLHA DE DADOS. FONTE: O AUTOR.....	363
FIG. 93 - MODELO DA METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO MISTA ADAPTADO DE JOHNSON AND ONWUEGBUZIE (2004, P. 22) E ALMENDRA (2010, P.108).....	363
FIG. 94 - MODELO DA ANÁLISE DE DADOS RECOLHIDOS NA METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO MISTA ADAPTADO DE ONWUEGBUZIE AND TEDDLIE’S (2003, P. 36) E ALMENDRA (2010, P.110).....	364
FIG. 95 - MODELO DA EXPERIÊNCIA, CASO DE ESTUDO. FONTE: O AUTOR.....	366
FIG. 96 – IMAGENS DO ESTÚDIO PARA A EXPERIÊNCIA DA CONDIÇÃO HÍBRIDA NO 3D LAB IADE- UE. FONTE: O AUTOR.....	367
FIG. 97 – PRINCÍPIOS PARA A QUANTIFICAÇÃO DO PROCESSO DE IDEACÃO. FONTE: O AUTOR.....	370
FIG. 98 – ORGANOGRAMA DA INVESTIGAÇÃO / FASE I. FONTE: O AUTOR.....	371
FIG. 99 – ORGANOGRAMA DA INVESTIGAÇÃO / FASE II. FONTE: O AUTOR.....	372
FIG. 100 – ORGANOGRAMA DA INVESTIGAÇÃO / FASE III. FONTE: O AUTOR.....	373
FIG. 101 – LEVANTAMENTO DAS ESTRUTURAS PROGRAMÁTICAS DE TRÊS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR DE DESIGN. SÍNTESE POR ÁREAS ANALÓGICA, DIGITAL E PROJETO. FONTE: O AUTOR.....	376
FIG. 102 – DISTRIBUIÇÃO DA AMOSTRA.....	379
FIG. 103 – FORMAS DE MODELAÇÃO CONSIDERADAS MAIS ÚTEIS PARA A FASE DE CONCEPTUAL.....	380
FIG. 104 – FORMAS DE MODELAÇÃO CONSIDERADAS MAIS ÚTEIS PARA A FASE DE CONCEPTUAL. ANÁLISE COMPARATIVA 2º E 3º ANOS.....	380
FIG. 105 – FORMAS DE MODELAÇÃO CONSIDERADAS MAIS IMPORTANTES PARA O PROCESSO DE CRIAÇÃO.....	381
FIG. 106 – FORMAS DE MODELAÇÃO CONSIDERADAS MAIS IMPORTANTES E ÚTEIS PARA O PROCESSO DE CRIAÇÃO. RELAÇÃO ENTRE A UTILIDADE E A IMPORTÂNCIA.....	382
FIG. 107 – QUANTIFICAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DA MODELAÇÃO ANALÓGICA NO PROJETO.....	383
FIG. 108 – QUANTIFICAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DA MODELAÇÃO DIGITAL NO PROJETO.....	383
FIG. 109 – GRÁFICOS DA INTEGRAÇÃO DOS TIPOS DE REPRESENTAÇÃO NAS FASES DO PROJETO.....	384
FIG. 110 – FASES DO PROJETO ONDE FOI SENTIDA MAIOR DIFICULDADE.....	386
FIG. 111 – GRAU DE DIFICULDADE SENTIDA NAS FASES PROJETOIS AO NÍVEL DO 2º E 3º ANOS.....	386
FIG. 112 – RELAÇÃO DAS FASES PROJETOIS E AS FORMAS DE REPRESENTAÇÃO POR GRAU DE DIFICULDADE.....	387
FIG. 113 – QUESTÃO PROBLEMÁTICA DAS DIFICULDADES SENTIDAS AO NÍVEL DAS FORMAS DE REPRESENTAÇÃO MAIS APLICADAS NO PROJETO.....	387
FIG. 114 – AÇÕES DETERMINANTES PARA O RESULTADO CRIATIVO DO PROJETO.....	388
FIG. 115 - RESULTADO DAS FASES DO PROJETO RESPONSÁVEIS PELO MAIOR NÚMERO DE SOLUÇÕES.....	389
FIG. 116 - RESULTADO DAS FASES DO PROJETO RESPONSÁVEIS PELO MAIOR DETALHE.....	389
FIG. 117 - RESULTADO DAS FASES DO PROJETO RESPONSÁVEIS PELO MAIOR NÚMERO DE EVIDÊNCIAS RELACIONADAS COM A USABILIDADE.....	390
FIG. 118 - RESULTADO DAS FASES DO PROJETO RESPONSÁVEIS PELA REPRESENTAÇÃO FIDELIGNA.....	390
FIG. 119 – PERCENTAGEM DE ALUNOS QUE VERIFICAM A CONTRIBUIÇÃO DAS FERRAMENTAS DIGITAIS DE PRODUÇÃO (CNC’S, 3D PRINTERS, LASER CUTTERS).....	391
FIG. 120 – QUANTIFICAÇÃO DA PERFORMANCE PESSOAL NAS DIFERENTES FASES DO EXERCÍCIO EXPLORATÓRIO (EXCETUANDO A FASE DE PROSPECÇÃO E ANÁLISE).....	393
FIG. 121 – GRAU DE DIFICULDADE SENTIDA NAS FASES PROJETOIS DO PROJETO EXPLORATÓRIO.....	394
FIG. 122 - PERCENTAGEM DE UTILIZAÇÃO DOS MEIOS ANALÓGICOS E DIGITAIS NO EXERCÍCIO EXPLORATÓRIO.....	395
FIG. 123- ORGANOGRAMA DOS CRITÉRIOS AVALIÁVEIS NO CASO DE ESTUDO.....	396
FIG. 124- MODELO DO SISTEMA COGNITIVO DE JASPER ET AL. (2004) ADAPTADO AO CASO DE ESTUDO DA INVESTIGAÇÃO. FONTE: ADAPTADO DE REIS, LÖBLER, BOLZAN (2013, P.4).....	398
FIG. 125- PREPARAÇÃO DO ESTÚDIO PARA A EXPERIÊNCIA DA CONDIÇÃO HÍBRIDA (TESTE PILOTO) 3D LAB.....	405
FIG. 126- EXEMPLOS DE PROPOSIÇÕES REALIZADAS POR MODELAÇÃO DIGITAL E ANALÓGICA E RESPETIVOS DESENHOS EXPLICATIVOS FEITOS PELO AUTOR PARA DEMOSTRAR O FUNCIONAMENTO DO CONCEITO AO QUADRO DE ESPECIALISTAS.....	405

FIG. 127- ANÁLISE DA FLUÊNCIA NA FASE DE PROSPECÇÃO, GERAÇÃO E FLUÊNCIA EFETIVA DA FASE DE GERAÇÃO.	415
FIG. 128- GRÁFICO DA UTILIZAÇÃO DAS CATEGORIAS DE INFERÊNCIAS NAS CONDIÇÕES ANALÓGICA, DIGITAL E HÍBRIDA. FONTE: O AUTOR.	417
FIG. 129- GRÁFICO DA UTILIZAÇÃO DAS CATEGORIAS DE INFERÊNCIAS NAS CONDIÇÕES ANALÓGICA, DIGITAL E HÍBRIDA. FONTE: O AUTOR.	418
FIG. 130- PROCESSO COEVOLUTIVO. FONTE: O AUTOR	418
FIG. 131 - PROCESSO COEVOLUTIVO. FORMAS DE ABORDAGEM DO PROBLEMA, CORRELAÇÃO DIRETA.	419
FIG. 132- PROCESSO COEVOLUTIVO. FORMAS DE ABORDAGEM DO PROBLEMA. CORRELAÇÃO INDIRETA. FONTE: O AUTOR.	420
FIG. 133- PROCESSO COEVOLUTIVO. FORMAS DE ABORDAGEM DO PROBLEMA. 2ª CORRELAÇÃO INDIRETA. FONTE: O AUTOR	420
FIG. 134- GRÁFICO DA QUANTIDADE DE EMPARELHAMENTOS DIRETOS E PARCIAIS OU INDIRETOS.	422
FIG. 135- GRÁFICO DE QUANTIFICAÇÃO DO ENQUADRAMENTO DO PROBLEMA E DA SOLUÇÃO POR CATEGORIAS DE CONTEXTOS.	423
FIG. 136- RESULTADOS DA QUANTIFICAÇÃO PELOS ESPECIALISTAS EM RELAÇÃO AOS CONCEITOS PRODUZIDOS PELOS GRUPOS NA CONDIÇÃO ANALÓGICA, DIGITAL E HÍBRIDA.	427
FIG. 137- GRÁFICO DE COMPARAÇÃO DOS VALORES MÉDIOS DAS CONDIÇÕES NA ANÁLISE SAPPHIRE.	429
FIG. 138- POTENCIAL PROCESSO CRIATIVO (PPC): GRÁFICO DAS MÉDIAS POR CONDIÇÃO. TESTE ANOVA FATOR ÚNICO PARA AS TRÊS CONDIÇÕES, ANALÓGICA, DIGITAL, HÍBRIDA, COM 8 CASOS POR CONDIÇÃO.	432
FIG. 139- POTENCIAL PROCESSO CRIATIVO (PPC), GRÁFICO DAS MÉDIAS POR CONDIÇÃO TESTE ANOVA FATOR ÚNICO PARA AS TRÊS CONDIÇÕES, ANALÓGICA, DIGITAL, HÍBRIDA, COM 16 CASOS POR CONDIÇÃO (REPLICAÇÃO).	436
FIG. 140- MATRIZ DE QUANTIFICAÇÃO DOS VALORES DO <i>COHEN'S D TEST</i> . FONTE: ESPÍRITO-SANTO E DANIEL (2017, P. 9).	438
FIG. 141- QUANTIFICAÇÃO DA INOVAÇÃO DOS CONCEITOS (ARTEFACTO), PELO MÉTODO SAPPHIRE.	442

viii. Índice de Quadros

QUADRO 1 - EXEMPLO DE TABELA COMPARATIVA DAS DIFERENTES ESCALAS DE AVALIAÇÃO	49
QUADRO 2- TIPOLOGIAS DE HEURÍSTICAS UTILIZADAS NOS MÉTODOS SCAMPER, SYNECTICS E TRIZ. FONTE: ADAPTADO DE YILMAZ (2010, PP. 19,20).	165
QUADRO 3 – EXEMPLO DA MATRIZ APLICADA À ANÁLISE MORFOLÓGICA.	213
QUADRO 4 - ESTUDOS DA CRIATIVIDADE POR ÁREAS E AUTORES SEGUNDO A CATEGORIZAÇÃO DE RHODES (1987) E WILLIAMS, OSTWALD, HAUGEN (2010). FONTE: O AUTOR.	236
QUADRO 5 - MODO DE AVALIAÇÃO DOS PRODUTOS INOVADORES SOBRE O PROCESSO FBS (FUNCTION, BEHAVIOR, STRUCTURE E FORM). FONTE: O AUTOR, ADAPTADO DO MÉTODO DE GERO (1987, 2002), GERO E KANNENGIESSE (2000), QUIAN E GERO (1996) E VERMAAS (2007).	256
QUADRO 6 - MODO DE QUANTIFICAÇÃO DO NÍVEL DE INOVAÇÃO DOS PRODUTOS (EX. ESCOVA DE DENTES) SOBRE O PROCESSO SAPPHIRE (STATE CHANGE, ACTION, PARTS, PHENOMENON, INPUT, ORGANS, EFFECT). FONTE: ADAPTADO DO MÉTODO DE CHAKRABARTI E SARKAR (2007).	257
QUADRO 7 - VARIÁVEIS AVALIADAS NO MÉTODO CEDA (CREATIVE ENGINEERING DESIGN ASSESSMENT) DE CHRISTINE CHARYTON E JOHN A. MERRIL. FONTE: ADAPTADO DE CHARYTON E MERRILL (2009, P.147).	339
QUADRO 8 – ASSOCIAÇÃO DAS FORMAS DE MODELAÇÃO ÀS FASES PROJETAIS.	390
QUADRO 9 - CODIFICAÇÃO DAS CATEGORIAS PARA A QUANTIFICAÇÃO DO MÉTODO SAPPHIRE. FONTE: INVESTIGAÇÃO DE SARKAR E CHAKRABARTI (2007).	428
QUADRO 10 – PONTUAÇÃO DO POTENCIAL PROCESSO CRIATIVO (PPC): MÉDIAS E DESVIO PADRÃO PARA 8 CASOS POR CONDIÇÃO.	431
QUADRO 11 – PONTUAÇÃO DO POTENCIAL PROCESSO CRIATIVO (PPC): RESULTADOS GERAIS 8 CASOS POR CONDIÇÃO.	431
QUADRO 12 – POTENCIAL PROCESSO CRIATIVO (PPC): MÉDIAS E DESVIO PADRÃO, SIMULAÇÃO COM 16 CASOS POR CONDIÇÃO / PROCESSO.	433

QUADRO 13 – POTENCIAL PROCESSO CRIATIVO (PPC): RESULTADOS GERAIS SIMULAÇÃO POR REPLICAÇÃO 16 CASOS POR CONDIÇÃO / PROCESSO.	434
QUADRO 14 – POTENCIAL PROCESSO CRIATIVO (PPC): TESTES POST-HOCS PARA COMPARAÇÃO DAS DIFERENÇAS MÉDIAS.....	435
QUADRO 15 – RESULTADOS DO TESTE DELTA GLASS PARA AS RELAÇÕES HÍBRIDO E ANALÓGICO E HÍBRIDO E DIGITAL.....	438
QUADRO 16 – POTENCIAL PRODUTO CRIATIVO, MÉDIAS E DESVIO PADRÃO, SIMULAÇÃO COM 8 CASOS POR CONDIÇÃO / ARTEFACTO	439
QUADRO 17 – POTENCIAL PRODUTO CRIATIVO, RESULTADOS GERAIS SIMULAÇÃO COM 8 CASOS POR CONDIÇÃO / ARTEFACTO	439
QUADRO 18 – POTENCIAL PRODUTO CRIATIVO, MÉDIAS E DESVIO PADRÃO, SIMULAÇÃO COM 16 CASOS POR CONDIÇÃO / ARTEFACTO	441
QUADRO 19 – POTENCIAL PRODUTO CRIATIVO, RESULTADOS GERAIS SIMULAÇÃO COM 16 CASOS POR CONDIÇÃO / ARTEFACTO	441

ix. Lista de Acrónimos e Abreviaturas

ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene)
ADDIE (Analysis, Design, Development, Implement, Evaluate)
AI (Artificial Inteligence)
CAD (Computer Aided Design)
CAT (consensual Assessment Technique)
CCA (Comparative Creativity Assessment)
CEDA (Creative Engineering Design Assessment)
CNC (Computer Numerical Control)
CPAM (Creative Product Analysis Matrix)
CPS (Creative Product Semantic)
CuPRIG (Cue-Based Memory Probing in Idea Generation)
DMLS (Direct Metal Laser Sintering)
DSPC (Direct Shell Production Casting)
EPI (Evaluation of Innovative Potential)
FABLAB's (Fabrication Laboratory)
FBS (Funtion, Behavior, Structure)
FDM (Fused Deposition Modelling)
FDM (fusion deposition modelling)
FRRPD (Formas de Representação e Reflexão no Projeto de Design)
GMA (General Morfological Analysis)
HIS (Híbrid Ideation Space)
IPS (Information Processing System)
KAI (Kirton Adaption Innovation)
LOM (Laminated Object Manufacturing)
LTM (Long-Term Memory)

MDCA (Multi-Point Creativity)
MPCA (Multi-Point Creativity Assessment)
PLA's (Polylactic acid)
PME's (Pequenas e Médias Empresas)
PVC's (Polyvinyl chloride)
RCT (Randomized controlled Trial)
RPT (Rapid Prototyping Tools)
SAPPhIRE (State-Action-Part-Phenomenon-Input-organ-Effect)
SFBS (Situated Function Behavior Structure)
SL (Stereolithography)
SLS (Selective Laser Sintering)
SPAF (Students Product Assessment Form)
SPSS (Creative Product Semantic Scale)
SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)
STM (Short-Term Memory)
3 D.V.W. (3D Virtual Worlds)
TDE (Tamanho do Efeito)

“Hands and machines are equal; each works in its own way, each has its own beauty.

The designer must find the right balance of human touch and mechanical structures.”¹

Reiko Sudo (citada por Anderson, 2006, p.15).

I. Contextualização da Investigação

O *leitmotiv* desta investigação centra-se numa reflexão de Manzini (1993), sob o título de “Os percursos da experiência”, que coloca a questão sobre qual será o resultado das nossas diferenças perceptivas, quando estamos sujeitos a um ambiente simulado e artificial ou, de modo inverso, a um ambiente natural e real². Nessa dicotomia, onde cada vez mais se verifica a fusão e, por vezes, a irreconhecibilidade na separação dos contextos da matéria real e da simulação virtual, torna-se imperativo compreender a adequação dos objetivos dos métodos de ensino em relação a esta realidade, não sendo possível ignorar a emergente e acelerada transformação social (Thomas e Brown, 2011). Na perspetiva do design, verificamos que o processo conceptual estrutura-se cada vez mais por princípios dialéticos³ de representações analógica e virtual para

¹ Tradução livre do autor: “As mãos e as máquinas são interceção iguais. Cada uma delas trabalha da sua forma, cada uma delas tem a sua beleza. O designer tem de encontrar o equilíbrio certo entre o toque humano e as estruturas mecânicas.” (Anderson, 2006, p.15). Reiko Sudo, designer têxtil e cofundadora da empresa japonesa Nuno Corporation. O seu nome está associado à inovação têxtil, combinando os processos tradicionais japoneses e as sofisticadas tecnologias de representação e de transformação das fibras.

² Ezio Manzini abordou o paradigma dos diferenciados estímulos perceptivos na segunda metade dos anos 80 e início dos anos 90, alertando para o efeito da realidade numérica digital sobre a realidade biológica natural. Na projeção de Manzini a coexistência será inevitável e o processo de design terá de se adaptar a esta nova realidade. Segundo Manzini “Cada objeto feito pelo Homem situa-se na de linhas de desenvolvimento do pensamento (modelos, estruturas culturais, formas de conhecimento) com linhas de desenvolvimento tecnológico (disponibilidade de materiais, técnicas transformadoras, sistemas de previsão e de controlo)” (Manzini, 1993, p7).

³ Neste contexto os princípios dialéticos são entendidos como a comunicação ou diálogo que surge de uma forma instintiva entre o designer e o problema numa perspetiva do paradigma metodológico da coevolução do espaço – problema/solução de (Dorst e Cross, 2001), denominados por enquadramento e reenquadramento, durante os processos de criação e conceptualização. Este processo autoconstrutivo de constante questionamento sobre as formulações pensadas e geradas, pelas variáveis do projeto vão sendo de novo respondidas sequencialmente até se obter uma solução “julgada” mais eficaz, uma nova visão do problema de partida. Katja Tschimmel, fez referência ao processo como uma “(...) reformulação de experiências anteriores que são transformadas em novas soluções (...)”. Tschimmel, K. (2010, pp.289-302) “Sapiens e Demens no Pensamento Criativo do Design” Universidade de Aveiro, Departamento de Comunicação e Arte, <http://biblioteca.sinbad.ua.pt/teses/2010000838> [9 de junho 2016].

descrever e materializar o imaterial que, habitualmente, denominamos por imaginação. Para compreender a interrelação entre as áreas material/física do domínio da conceção e imaterial/metafísica no domínio do pensamento criativo, considerámos primeiramente relevante a compreensão das tipologias das ferramentas do design e as funções da ação de modelação⁴ dos modelos⁵ físicos / analógicos e da modelação dos modelos digitais, processados em ambientes virtuais. Focando o nosso estudo na terminologia do design praxiológico que assenta na análise da prática e dos processos de design, focámos o objeto de investigação ao nível do ensino de projeto e à fase de ideação dos primeiros conceitos, onde se agregam os primeiros insights⁶ no reconhecimento do problema, a preparação ou reunião de dados, a incubação onde se processa o período de reorganização, a iluminação ou surgimento da pré-ideia e a verificação pelo testar e tomar decisões (Wallas, 1926; Cross, 1982).

Segundo alguns estudos desenvolvidos sobre as características dos modelos tridimensionais no processo cognitivo e conceptual do design, dos quais destacamos o trabalho de Gursoy e Özkar (2010), os modelos físicos e digitais são descritos e analisados como formas de representação por comparação às características da representação do esboço ou do desenho. Outra visão, um pouco diferenciada, respeita o trabalho de Harvard (2004), que questiona a função dos modelos e dos protótipos como artefactos⁷ do design e a sua relação com os designers na formação e construção de um conhecimento específico de base experimental ou de uma cultura de conhecimento momentâneo e, no seu entender, muito relevante para promover uma linguagem comum e específica, dentro de um projeto interdisciplinar de Design. Perante as duas perspetivas, as modelações analógica e digital são fundamentalmente percecionadas como meios ou instrumentos de explanação de ideias, não ponderando o seu papel nas práticas reflexiva e sistémica⁸ do projeto. Neste estudo, assumimos o conceito dos modelos como instrumentos de interação ou de linguagem própria, da dialética entre o designer e o material da situação de

Para Christiaans (1992) a qualidade de trabalho é resultante do tempo que é dedicado à reflexão sobre uma determinada tarefa de Design.

⁴ A modelação é entendida neste contexto, como a forma descritiva de operacionalizar um projeto da fase de ideação, à fase de prototipagem. Os modelos no design, são os veículos onde as descrições ganham a materialização e fisicalidade.

⁵ Os modelos físicos têm o mesmo significado de maquetes apesar de serem denominados como simulações ou representações de objetos e as maquetas como representações de edificações de arquitetura. Maquetes ou maquetas têm, no entanto, a mesma designação.

⁶ Tversky e Chou (2011) mencionaram os “insights” como as diferentes direções que não são relacionadas, até que, um súbito flash (iluminação), faça apresentar elementos que colaborem na resolução do problema.

⁷ Leia-se o mesmo que ferramentas do design.

⁸ Ver o subcapítulo 1.1.1 “Projeto de Design como Processo Sistémico e Biológico”.

design⁹, que gera o processo coevolutivo e criativo. O contacto dos designers com as simulações descritivas¹⁰ do projeto é um momento de cíclica conversação entre a reflexão e ideação e a materialização e implementação. A conversação tem por base duas características: a descoberta de novos dados ao projeto (visto como um sistema) e o papel da tomada de decisão das melhores proposições (Almendra, 2010). Reciprocamente, o refinamento do processo (à medida que vai avançando nas fases do projeto) torna o ato e o resultado criativo¹¹ mais consistentes. Neste propósito, defendemos que o ato criativo não se resume a uma ação designada apenas às primeiras fases de um processo projetual, mas a todo o espaço temporal compreendido entre momento em que surge o problema / desafio e o momento em que se propõe a solução.

Os momentos de interação com as ferramentas, nas diferentes fases da ação criativa, não podem ser analisados genericamente como um relacionamento constante e absoluto, uma vez que as ferramentas de simulação assumem níveis de descrição e objetivos diferenciados. As tipologias das descrições através das modelações e dos modelos existem com especificidades distintas e interagem de diferente modo no desenvolvimento das soluções projetuais. Por esta razão, subentende-se que, nas fases iniciais do processo projetual, não se utilizem as ferramentas de simulação por representação técnica geometrizada ou de detalhes de produção, dado que requerem a informação objetivada, resultante dos primeiros momentos de abstração, hipotetização e sintetização da informação adquirida. Os princípios da relação da modelação e da composição dos modelos analógicos e digitais com o designer são tão diferentes quanto o ambiente natural e o simulado descrito por Ezio Manzini. O processamento mental em design,

⁹ Duarte et al. (2012), ao referenciar Schön (1987) e Schön e Wiggins (1992), mencionaram que segundo a “Theory of Reflective Practitioner”, a projeção é vista como uma conversação com os materiais da situação de Design, onde “(...) to be able to construct visual representations of a design context is a key element of an effective designing process” (p.393). Tradução livre do autor: “(...) ser capaz de construir uma imagem visual representativa do contexto do Design é a chave para um processo de projeção viável”.

¹⁰ A simulação descritiva do projeto é entendida neste contexto como a ação que traduz os conceitos abstratos em signos inteligíveis e manipuláveis pelos seus criadores. A simulação descritiva seja pela via da modelação analógica ou digital pode ser comparada aos sistemas compostos pelo hardware onde a ferramenta é o próprio modelo, e o software que engloba os recursos e os skills necessários para saber potenciar a ferramenta. Existem vários meios e recursos que proporcionam ao designer a simulação e a apresentação das ideias, dos quais podemos destacar o desenho, a imagem, os modelos, a linguagem, as expressões, etc.

¹¹ Entendemos o ato criativo como um processo contínuo, que surge quando há uma intenção (tarefa do design), para decodificar algo que nos intriga ou nos apaixona. Este ato é autopoietico, desenvolvendo-se de uma forma ininterrupta e progredindo em todas as fases de um projeto de Design, formando-se deste modo, a evolução do sistema.

conjugando os diferentes modos do percecionamento, ação e cognição¹², funciona como uma rede conectada de inputs e outputs, que conduzem a linhagem¹³ do projeto.

O contexto do desenvolvimento da investigação que propomos reflete a preocupação sobre a forma como estão a ser utilizadas as ferramentas ou os modelos que descrevem o ato projetual em design. Focando-nos no processo de design e, fundamentalmente, numa perspetiva educativa (que se pretende associada impreterivelmente ao universo profissional), procurámos compreender de que modo se poderá garantir uma maior eficácia no relacionamento do agente criativo com os meios de conceptualização das ideias, resultando no melhor produto¹⁴ da ação criativa.

II. Contextualização do problema da Investigação

O presente estudo foca-se essencialmente no design enquanto processo autopoiético de reflexão e ação, tendo como centro de atenção o desempenho que as ferramentas analógicas e digitais detêm na inovação e na consistência das ideias. O âmbito da nossa investigação determina-se pela preocupação redigida por Duarte, Celani e Pupo (2012), sobre a introdução dos métodos e as tecnologias computacionais no ensino de projeto, nos currículos universitários de arquitetura do Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa e a Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, Brasil. Visando a inovação do ensino de projeto e a sua prática, através do desenvolvimento de conteúdos teóricos e práticos baseados nas estratégias, métodos e infraestruturas para configurarem um novo conceito de estúdio de design assente nas novas tecnologias de informação, os autores concluíram que o sucesso da integração dos sistemas digitais na educação de Arquitetura não dependem do tipo e do número de cursos, mas do modo como os princípios da modelação são introduzidos no currículo, e da forma como estão inseridos culturalmente e organizacionalmente. No momento em que os autores efetuaram a análise dos dois estudos de caso, Portugal e Brasil, concluíram ainda que as unidades curriculares ligadas ao CAD (Computer Aided Design) não

¹² Tschimmel (2010), inspirando-se em Gardner (1989), Van der Meer (1990) e Sternberg (2000) apresentou uma definição da cognição como a "(...) capacidade do cérebro de percecionar, pensar, processar, e avaliar informação, de resolver problemas, de produzir conhecimento e aprender coisas novas"(p.95).

¹³ O termo utilizado neste contexto representa o percurso do projeto, tendo em conta que os fatores externos ou internos ao projeto são influentes, alterando a estrutura e o resultado inicialmente previsto. O projeto é um sistema aberto e flexível que evolui muitas vezes de uma forma imprevisível.

¹⁴ O produto da ação criativa é considerado o resultado da proposição do conceito que melhor responde aos requisitos do problema projetual.

estavam relacionadas transversalmente com as áreas projetuais, cumprindo apenas um programa de ensino baseado na dimensão técnica de aprendizagem do funcionamento dos softwares. Opondo-se aos princípios que as ferramentas computadorizadas e os seus métodos se cingem à designação de ferramentas de representação, José Pinto Duarte, Gabriela Celani e Regiane Pupo defendem que as ferramentas computadorizadas devem ser compreendidas como ferramentas conceptuais de colaboração à exploração da solução dos problemas de projeto e, referenciando Shön (1992), devem ser capazes de promover a construção visual das representações¹⁵ processadas ao longo do projeto.

Sob a preocupação da falta de planeamento e coesão das valências ligadas às tecnologias computacionais e as unidades curriculares de projeto de Arquitetura, vemos que o problema foi transversal em relação à área do Design e, decorridos cinco anos, podemos afirmar que, em algumas instituições de ensino de design¹⁶, ainda são pouco evidenciados os aspetos de considerar as ferramentas analógicas e digitais como estímulo à reflexão e ao diálogo, nas fases projetuais. A razão descrita por alguns professores de projeto e modelação digital, com quem pudemos partilhar as nossas preocupações, corrobora as conclusões prescritas pelos autores e são fundamentalmente marcadas pelos fatores do tempo, a experiência necessária para o domínio das ferramentas e a necessidade de gerar a liberdade de pensar com as ferramentas. Este problema acentuou-se no ponto de viragem dos currículos de ensino com a integração do processo de Bolonha nos cursos de teor teórico e prático, sofrendo-se uma redução das horas de contacto dos tempos letivos. Almendra (2010) fez uma chamada de atenção sobre a influência dos programas marcados pela nova alteração, dizendo que:

In general terms, it was observable a clear problem in the practice of designing where in most cases a methodological approach to design problems was not formalized and hardly internalized. That resulted in irregular final solutions in terms of overall quality, productivity, as well as strategic adequacy to markets and firm's aims. (p. 3)¹⁷

¹⁵ As representações que referimos respeitam o processamento mental analítico e sintético, baseado na indução e dedução.

¹⁶ Como forma de despiste, (apresentado neste documento), foi utilizado o método pelo inquérito por questionário a duas instituições de Ensino Superior de Design nacionais e duas estrangeiras, no qual o volume da amostra foi de duzentos alunos.

¹⁷ Tradução livre do autor: “Em termos gerais, foi observável um claro problema na prática de projetar onde, na maioria dos casos, uma abordagem metodológica para problemas de projeto não foi formalizada e dificilmente interiorizada. Isso resultou em soluções finais irregulares em termos de qualidade geral, produtividade, bem como adequação estratégica aos mercados e aos objetivos das empresas” (Almendra, 2010, p.3).

Segundo as abordagens dos professores que consultámos de modo informal e o levantamento programático que efetuámos aos currículos de três instituições de Ensino Superior de Design em Portugal, o contexto designado para a prática de conhecimento dos sistemas digitais e da modelação analógica¹⁸, por modelos físicos e desenho, resume-se a uma aprendizagem focada apenas nas questões mais tecnicistas do saber operar com a ferramenta, limitando-se o conhecimento somente ao funcionamento dos componentes e ao que os mesmos permitem executar. Desta alusão, colocamos as dúvidas se estaremos a potenciar as ferramentas de simulação do design para uma dimensão diferente, que apenas a de reprodução dos diferentes momentos de projeto, e como se estão a adaptar as metodologias projetuais em relação à rápida expansão dos instrumentos de simulação e materialização dos conceitos idealizados? Reconhecendo que, atualmente, a realidade dos sectores profissionais na área do design está fortemente relacionada com uma cultura de projeto estruturada pela representação digital e que a competição e o posicionamento empresarial exigem o investimento e o desenvolvimento nestas áreas de conhecimento, torna-se indispensável que se promovam, ao nível académico, competências que “(...) se articulem com o tecido empresarial e social” (Ferreira, 2009, p.39).

A segunda preocupação no contexto do estudo que propomos remete-se para o problema da incapacidade de representar e comunicar os conceitos através da modelação analógica por desenhos de esboço. O problema foi apontado por Almendra (2010) no estudo em que participaram alunos da Faculdade de Arquitetura da Universidade Técnica de Lisboa e da Faculty of Industrial Design Engineering da Delft University of Technology, mencionando que:

In fact, almost all the subjects along the experiment gave notice of their concern about their performance in terms of final presentation alluding to their inability to draw, the poor communicational capabilities of their sketches and of the composition and arrangement they made of it. (...) there is a very accurate conscience among the design students that their solutions in themselves must be very clear and consistent pieces of information and (...) their efficacy depends heavily on representation skills either mentally of physically through drawings and modelling. (p. 238)¹⁹

¹⁸ Entendemos por modelação analógica em design, a forma de representação que integra a utilização dos recursos manuais como o desenho, os modelos físicos e maquetas e a modelação digital como a que é efetuada com a colaboração de ferramentas digitais de base numérica sejam os computadores e os softwares, as máquinas CNC (computer numerical control), impressoras laser, tecnologias de prototipagem rápida, etc.

¹⁹ Tradução livre do autor: “Na verdade, ao longo da experimentação, quase todos os sujeitos informaram a sua preocupação em relação ao desempenho em termos de apresentação final, referindo a sua incapacidade de desenhar, a baixa capacidade comunicativa dos seus esboços, a composição e o arranjo gráfico. (...) há uma consciência muito precisa nos estudantes de design que as suas soluções devem ser informações muito claras e

Mais recentemente, em 2015 e 2016, pudemos constatar através da elaboração de um inquérito por questionário, direcionado a 200 alunos dos segundo e terceiro anos do primeiro ciclo de estudos do IADE Creative University, da Faculdade de Arquitetura da Universidade Técnica de Lisboa, do Polytechnic of Bari – DICAR e da Universidad Europea de Madrid, que o problema prevalece de uma forma abrangente, com contornos nefastos para a ação de projetar e, conseqüentemente, na qualidade dos resultados criativos. Os alunos inquiridos mencionaram ter grandes dificuldades na forma de exteriorização das ideias pelas representações por desenhos de esboço e na modelação digital tridimensional, sendo que os próprios demarcaram a consciencialização do grau de importância das duas formas de representação para o desenvolvimento do projeto e da ação criativa.

Através da revisão bibliográfica sobre a teoria de design e dos resultados obtidos no inquérito por questionário, constatámos que a descrição dos conceitos é fortemente implementada por uma cultura do desenho, que se assume como o principal meio proporcionador do “creative thinking”. O enraizamento desta cultura dos esboços e dos esquisços²⁰ nos currículos de ensino de design não se deve a um acaso e, para se compreender como se estabeleceu, tem de ser percebida no contexto diacrónico. A razão pelo qual a representação por desenho assumiu o maior destaque em relação às outras formas de expressão remonta ao princípio da teorização impressa sobre o “Disegno”. Segundo Côrte-Real (2010), Francisco d’Hollanda (1517/18-1584)²¹ foi o impulsionador das primeiras teorizações e principalmente “(...) *one of the first, if not the first, Art theorist that defines Desegno as the Science that sustains all practical Arts*” (Côrte-Real,

consistentes e (...) que a sua eficácia depende fortemente das habilidades de representação, seja mentalmente ou fisicamente através de desenhos e modelação” (Almendra, 2010, p.238).

²⁰ Rodrigues (2007, p.70) no subcapítulo da sua tese intitulado “O lugar do desenho no projeto de design” faz uma alusão ao trabalho de Paul Laseau que estudou a interação da atividade visual e o pensamento formulado pela prática do desenho. A autora referiu que “ A interação entre o pensamento e ação que faz do esboço um meio privilegiado de projeto é entendida como essencial à atividade conceptual do design”, O valor prescrito à função dos esquisços conceptuais foi muito defendido no processo projetual de Daciano da Costa, para quem os desenhos foram mais que simples símbolos representativos, e tiveram um papel crucial de instrumento da gestão do projeto como salientou Martins (2010, pp.180-181) dizendo “ Invariavelmente, o primeiro gesto de desenho era aquele que definia o próprio processo. Uma vez analisadas as condicionantes, identificadas as relações de adequação com a realidade, estabelecia uma estratégia de actuação. (...) era um instrumento de pesquisa, que lhe permitia enunciar questões, perseguir uma ideia e definir-lhe os contornos, inventar alternativas, buscar a forma e a sua construção”. Tschimmel (2010,p.386) referindo-se à função do desenho numa perspectiva do exercício de Daciano da Costa mencionou “Os desenhos aprofundam ideias sobre um problema, reforçam associações de imagens internas e encorajam o designer a enveredar por outras direcções com as suas ideias”.

²¹ Optámos por referenciar a data deste modo, por não existir unanimidade entre autores, quanto à data de nascimento de Francisco d’Hollanda.

2010, p. 30)²². Para o autor, também os livros de Cennini (*Libro del'Arte*, 1400) e Alberti (*De Pictura*, 1435) foram dois marcos históricos que alteraram a forma de ver e de representar através do desenho, mas a palavra só ganhou expressão no séc. XVIII. A visão histórica da relevância da função do desenho foi, ao longo dos tempos, assimétrica e o que para alguns possibilitou a criação das novas experiências visuais²³, um meio de comunicação universal e a própria capacidade de alterar o mundo, visto pelo domínio científico, as artes, até quase finais do séc. XX, detiveram pouco interesse científico, menosprezando-se o valor social e cultural que desempenhavam. Nos anos 80, Ashwin (1984), focando esta paradoxal reduzida importância atribuída ao desenho, à arte e ao design, pelo campo da investigação científica (que defendia a confiabilidade das ciências exatas), referiu a condição dos sistemas de ensino estarem, de algum modo, “presos” aos clássicos cânones das ciências naturais, não reconhecendo, por razões históricas e sociais, o valor das disciplinas das ciências sociais²⁴ e humanas. Ashwin (1984) mencionou este aspeto, referindo:

We continue to suffer from the cultural legacy of the romantic movement which often represented the plastic arts, including drawing, as a matter of intuition and inspiration somehow above and beyond the access of rational inquiry and understanding. (p. 42)²⁵

Os conteúdos das práticas de representação, sediadas em programas de ensino específicos das Belas-Artes, foram implementados nas primeiras instituições de ensino de design na segunda metade do séc. XX, por um quadro de professores designers/artistas com formação académica e profissional. Exemplo deste percurso ao nível nacional, foi a criação do IADE pelo visionário

²² Tradução livre do autor: “(...) um dos primeiros, senão o primeiro teórico de Arte que definiu o Desenho como a Ciência que sustenta todas as artes” (Côrte-Real, 2010, p.30).

²³ As novas experiências visuais a que nos referimos respeitam os momentos em que o desenho promoveu uma viragem na perceção de ver e recriar o mundo. O desenho como meio descritivo e criativo alterou-se nos tempos devido às descobertas das técnicas, dos suportes e o espírito social em que se encontrava e o espírito crítico do artista. Os vários períodos marcam-se pelas práticas de desenho substancialmente diferenciadas não só pelo engrandecimento técnico, mas pelo impacto de mudança social. A correta noção da perspectiva desenvolvida no Renascimento Pleno em Itália, foi um enorme passo para o desenvolvimento humano pelo modo como ainda hoje percebemos a tridimensionalidade. Outros grandes momentos artísticos que perfizeram o chamado mundo moderno com a chegada da revolução industrial, foram até os nossos dias proporcionadores de novas mentes e intelectualização social. No sec. XVI a capacidade expressiva de Leonardo Da Vinci, Raffaello, Michelangelo, elevou o desenho como uma relação íntima da inspiração e do génio do artista, e do desejo descobrir a realidade.

²⁴ Ver Snodgrass e Coyne, (1997).

²⁵ Tradução livre do autor: “Continuamos a sofrer o legado cultural do movimento romântico, que muitas vezes foi representado nas artes plásticas, incluindo o desenho, como uma questão de intuição e inspiração de alguma forma acima e para lá da descoberta e compreensão racionais” (Ashwin, 1984, p.42).

António Quadros, em 1969, com a designação de Instituto de Arte e Decoração, onde nomes sonantes como John David Bear, Stephanie d'Orey, Tomás Maldonado, Bruno Munari, Attilio Marcoli, Lima de Freitas, Manuel Lapa, Costa Martins, Rafael Calado, António Pedro entre outros, cultivaram a prática do projeto alicerçada no Arts e Crafts com primazia a representação pelo esquisso. O desenho por esboço tem sido muito enfatizado não só nos currículos de ensino das áreas artísticas e das engenharias como nos estudos da cognição em design, dos quais destacamos Goldschmidt (1991), Goel (1995), Suwa e Tversky (1997) Van der Lugt, (2001, 2005) Cross (2001) Purcell e Gero (1998); Lawson (2006), Buxton (2010) Reis (2010), Williams, Gu, Askland (2011). Estes e muitos outros estudos revelam que a cultura de projeto está mais ligada à representação gráfica do desenho²⁶ do que propriamente à conceptualização de modelos físicos, como descreveu Gürsoy (2010), referindo: “Sketching is the one of the most explore activities in design cognition studies and considerable research has been done to assess its significance in the early stages of the design process”(p.12).²⁷ Cowdroy and Williams (2006), citados por Williams, Gu e Askland (2011), escreveram “Drawing is a crafting skill, which together with particular types of memory and thinking skills represent an important aspect of creative ability” (p. 189).²⁸

Tomando em consideração a estrutura dos programas curriculares de projeto de design, afetos principalmente à representação pelo esboço e a inabilidade expressa pelos alunos na percepção e geração de formas tridimensionais, quer pela modelação analógica ou digital, parece-nos existir um “gap” potencialmente perigoso para desenvolvimento da ação criativa dos alunos no projeto de design. O condicionalismo imposto pela incapacidade de exteriorizar os símbolos originários do processo mental influencia a ação de comunicação iterativa²⁹ e a criação das imagens

²⁶ Ibrahim e Rahimian (2010) mencionaram de um modo mais abrangente a sobrevalorização da utilização dos meios analógicos sobre os digitais nas fases de ideação dizendo “This integration is yet to happen smoothly since heterogeneous design media are being used during different design stages. For instance, conventional analogical format of design ideation tools, which are used during early conceptual design phase, are yet to be replaced with appropriate digital formats” (p.978). Tradução livre do autor: “Esta integração ainda está a acontecer lentamente desde que se estão a utilizar os meios de design heterogéneos nas diferentes fases do projeto. Por exemplo, o convencional formato analógico das ferramentas de ideação de design, que são usadas na primeira fase do projeto conceptual, ainda não foi substituído pelos formatos digitais apropriados”.

²⁷ Tradução livre do autor: “O esboçar é uma das atividades mais exploradas nos estudos da cognição de design e consideráveis pesquisas têm sido feitas para compreender o seu significado nos estágios iniciais do processo de design” (Gürsoy, 2010, p.1).

²⁸ Tradução livre do autor: “O desenho é uma habilidade de elaboração que com os tipos particulares de memória e pensamento, representam um aspeto importante da capacidade criativa” (Williams, et al. ,2011, p. 189).

²⁹ O processo iterativo em design é um processo cíclico repetido de questionamento e de projeção de respostas, de análise e refinamento que sustenta todos os momentos do projeto. Dos trabalhos científicos que referiram o

abstratas que são essenciais para o ato de projetar. O projeto, enquanto sistema que reúne um complexo conjunto de fatores e ações que estão interligados, é extremamente sensível na fase inicial do processo, na constituição dos primeiros princípios e na construção das primeiras imagens que definem os pré-conceitos. O desenho e o esboço são, como designou Reis (2010), fontes do conhecimento de projeto e um tipo de linguagem, onde os

(...) designers transform one set of Knowledge – constraints and criteria which may be either entirely internal to the product being designed or may be linked with external factors that are not under the designer’s control, such as the required or desired relationships imposed by the problem generators – into another set of knowledge about goals, artefacts, connections, structures, and physical properties. (p.49)³⁰

Porém, uma visão antagónica foi mencionada por Taura e Nagai (2011), para quem o processo dialogal de design representado apenas pelo desenho é incompleto e “(...) cannot create a truly new output, since drawing itself is a process that involves only transforming an abstract image into a concrete figure or shape (...) It’s essential creative nature lies in the abstract image from which the figure or shape is derived” (p.6).³¹

Reforçamos a anterior afirmação verificando que o ato da criação de algo está efetivamente na geração da imagem; no entanto, compreendemos que a formação dos signos pelos procedimentos mentais analítico e sintético é a interação elementar para se obter a novidade. As formas representativas em design, seja a escrita, o diálogo, o desenho, a modelação de modelos e maquetas e a modelação digital, não podem ser entendidas apenas como apenas uma reprodução da imagem abstrata gerada no cérebro. Estes veículos do design existem por motivos que se prendem com a necessidade de pensar, propor e construir, a que chamamos “projetar”, e cumprem duas grandes funções:

processo científico distinguimos os autores Zimmernan (2003), Yeoh (2006), Bonnardel e Zenasni (2010), Adams e Atman (1999), Radcliffe e Lee (1989).

³⁰ Tradução livre do autor: “Os designers transformam um conjunto de conhecimentos - restrições e critérios que podem ser inteiramente internos ao produto projetado ou podem ser vinculados aos fatores externos que não estão sob o controlo do designer, como as relações necessárias ou desejadas impostas pelos geradores do problema - noutro conjunto de conhecimentos sobre objetivos, artefactos, conexões, estruturas e propriedades físicas” (Reis, 2010, p.49).

³¹ Tradução livre do autor: “(...) não pode criar verdadeiramente uma produção, uma vez que o desenho em si é um processo que envolve apenas a transformação de uma imagem abstrata numa figura ou forma concreta (...)A essência da natureza criativa reside na imagem abstrata a partir da qual a figura ou forma é derivada” (Taura e Nagai, 2010, p.2).

- . Materialização de momentos do pensamento do ato da criação (simulação das ideias abstratas).
- . Teste das ideias geradas (fantasias que permitem formar as hipóteses).

Tschimmel (2010) focou a situação descrita, referindo que “Os desenhos aprofundam as ideias sobre um problema, reforçam associações de imagens internas e encorajam o designer a enveredar por outras direções com as suas ideias” (p. 386).

Sabendo que as dificuldades na representação tridimensional enunciadas pelos alunos é um fenómeno constrangedor para a estruturação de um raciocínio gerador de reflexão e solução dos problemas, coloca-se-nos uma interrogação de como podemos dinamizar o ato projetual, criando-se processos alternativos de representação?

O propósito deste estudo é o compreender se a utilização sinérgica das modelações analógica e digital, aplicadas na fase de ideação do projeto de design, poderão, ou não, potenciar os resultados criativos e como o fazem.

III. Enquadramento

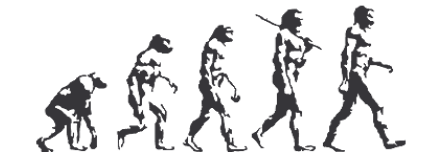


Fig. 2 - Da Pedra Lascada ao Hexapod robot (protótipo de uma máquina autónoma robotizada, C.N.C. Tupia), mudaram os materiais, as técnicas e tecnologias, os conceitos formais e funcionais e de valor, mas não mudou o espírito criador de pensar o objeto cortante. A diferença é apenas uma questão de temporalidade e evolução. Fontes: <http://arte-e-manhas-arte.blogspot.pt/2011/01/o-utensilo-de-pedra-na-pre-historia>.<https://www.infoplease.com/science-health/life-science/human-evolution>
http://www.hexapodrobot.com/projects/CNC_Hexapod/images/B.F.Hexapod_CNC_02.jpg.

“Uma criança joga à bola: atira-a à parede, a bola executa uma trajetória, faz ricochete e a criança apanha-a no ar, com um gesto rápido. O ciclo repete-se várias vezes: o écran fica branco e aparecem duas palavras, Game Over” (Mazini, 1993, p. 27).

Da idade da pedra lascada à conceção dos produtos atuais, a realidade é diferenciada pelo que Ezio Manzini definiu por desenvolvimento de novos modelos de pensamento, estruturação cultural e o crescente desenvolvimento tecnológico gerado pela vasta possibilidade material e das técnicas transformadoras (Ferreira, 2007b). No entanto, pode afirmar-se que a capacidade de previsão que consolidou a interação entre o “pensável e possível”³² estabeleceu-se desde o primeiro ato criativo de conferir uma função a um pedaço de material, tenha sido a madeira ou a pedra. Num período de cerca de 250 mil anos³³, o Homem teve uma lenta progressão material e conceptual de artefactos, relativamente aos dois últimos séculos após o aparecimento das máquinas mecanizadas. A Revolução Industrial (1780-1914) surgiu como uma estrutura alternativa e substituta do trabalho inteiramente manual, imitando as artes e as técnicas manipulativas do artesão de um modo mecanizado e artificial. Contudo, as máquinas não substituíram as qualidades humanas na relação das apreensões adquiridas pelas técnicas ancestrais, o poder de decisão por um raciocínio dedutivo analógico e um pensamento sintético³⁴, assim como o toque pessoal e único, como se de uma impressão digital se tratasse.

Com o aparecimento da transformação do silício³⁵, a realidade tecnológica tornou-se difícil de perceber e interiorizar, levando-nos a questionar sobre os seus resultados nas infraestruturas económicas, sociais e ambientais. Herbert Simon, Ezio Manzini, Gui Bonsiepe e Victor Papanek, entre outros, apresentaram esta preocupação há já duas décadas, direcionando parte da solução para a função do design como atividade que “(...) faz emergir novas realidades que ainda não existiam antes” (Bonsiepe, 1992, p. XVIII).

As novas tecnologias desencadearam profundas alterações no modo de vida e na forma de ser, estar e sentir (Ferreira, 2007b). Encontramo-nos atualmente numa era em que o real e o virtual se fundem e que a máquina não é apenas um instrumento de produção, mas um complemento inato das nossas funções e, por vezes, autêntica “prótese humana”. Dependemos de tal forma das novas tecnologias que determinadas operações, ações e vivências extinguíram-se, dando lugar a mutações das nossas necessidades e ao desenvolvimento de outras aptidões. O esforço

³² Manzini (1993, p.17).

³³ Idade referente à datação dos antigos fragmentos deliberadamente lascados pelo Homo Sapiens segundo a “*História do Homem nos Últimos Dois Milhões de Anos*”, Selecções do Reader’s Digest, Lisboa, 1976, p.15.

³⁴ O pensamento analítico é um pensamento de análise e de descoberta dos factos que se estrutura na desconstrução ou subdivisão dos fenómenos por partes mais facilmente compreensíveis. O pensamento sintético corresponde à recombinação e à estruturação das partes ou elementos analisados, peneirando-se as informações imprescindíveis para se obterem as conclusões.

³⁵ Elemento essencial base para a realização de componentes eletrónicos e atualmente nanoeletrónicos.

Humano foi, em muito, substituído pela desmultiplicação hidráulica e pela pneumática, parte do esforço mental por impulsos elétricos, convertidos em *softwares* e inteligência artificial e partes do nosso corpo são atualmente substituídos por próteses biológicas e artificiais geradas em processos de prototipagem rápida. É neste sentido que nos questionamos em relação à influência do “automatismo” e da vastidão de informação oferecida de forma imediata e, muitas vezes, gratuita, pelos meios de comunicação existentes. Numa visão generalista sobre a influência destes instrumentos na concepção do design, colocamos a questão se estaremos a perder qualidades e valores técnicos (alguns ancestrais) do “fazer” e do “pensar” para dar lugar às qualidades humanas puramente mecanizadas, técnicas e estéticas? Será que sabemos utilizar os meios ao nosso dispor, numa relação híbrida de pensamento e ação, com vista a inovação?

Sendo a criatividade entendida como a capacidade humana para a evolução³⁶ e a principal ferramenta do Design pela capacidade de resolver problemas com um certo grau de inovação, como mencionou Bonsiepe³⁷, não estará a ser “transformada e de alguma forma a ficar redutora” pela dependência que temos dessas tecnologias? Até que ponto estaremos a esquecer as estruturas artesanais (os saberes e as experiências refletidas por muitos e longos anos) e as formas engenhosas do fazer, para utilizar apenas as estruturas mecanizadas e automatizadas, sabendo que, ambas materializam as ideias com semânticas idênticas, mas intencionalidades distintas? Essas diferenças de intencionalidades e de culturas operacionais³⁸ foram verificadas e reclamadas no movimento do *Arts and Crafts* de William Morris e John Ruskin, e muito provavelmente terão de ser reequacionadas um dia, por não se poderem perder as especificidades e culturas antepassadas conceptuais e os saberes antigos, que são necessários para o desenvolvimento de uma cultura criativa e do “saber-fazer” em design. Mesmo que se

³⁶ Tschimmel, K. (2010, p.191).

³⁷ Bonsiepe, G. (1992, p.56).

³⁸ Sob este ponto de vista, Maria Helena Souto define a transição dicotómica do processo estrutural conceptual manual, que valorizou o “fazer” pelo gesto que “ (...) contém em si a capacidade de previsão e por conseguinte, de projeção embrionária (...)”, e que foi drasticamente substituído pelas máquinas com a Revolução Industrial e a produção em massa exigindo uma nova forma de pensar a “reorganização do trabalho e do uso de máquinas (...)”, e o produto que passou a ser “(...) projetado nas suas componentes para realizar o sistema de pré-fabricação industrial que deu origem ao design *in its contemporary sense* e conduziu no início do século XX ao aparecimento de uma nova profissão, o designer industrial. Souto, M. Helena (2009, p.17) *História do Design em Portugal I, Reflexões*. Edições IADE, Lisboa.

utilizem as mais avançadas tecnologias³⁹ de assistência e conceptualização do projeto, as origens processuais vernáculas têm de ser percebidas para estimular a “ludicidade criativa”.⁴⁰

Outro efeito da implementação das tecnologias de produção e de simulação do trabalho humano relaciona-se com o ritmo acelerado da sua propagação e da evolução da artificialidade, que ultrapassa a nossa capacidade de adaptação⁴¹. Manzini (1993)⁴² descreveu deste modo o problema, referindo:

Com efeito, são os nossos ritmos biológicos, a duração dos ciclos individuais de aprendizagem e resposta, os períodos de tempo necessários à formação de modelos de pensamento e linguagem que, mercê dos encontros e desencontros em relação ao ritmo acelerado da transformação técnica, produzem uma espécie de crise na nossa capacidade de conhecer e reconhecer o ambiente no qual estamos inseridos. (p.31)

É importante reconhecer estas questões, no meio do ensino propedêutico de design, para melhor se utilizarem as potencialidades, tanto dos processos tradicionais, como dos processos tecnológicos emergentes. No ensino propedêutico de design, o problema da aceleração do desenvolvimento dos meios representativos pode resultar num desfasamento temporal de articulação e adaptação das novas tecnologias aos contextos curriculares e pedagógicos, essencialmente porque exige uma nova forma de pensar o projeto, tal como abordou Duarte et al. (2012, p. 392). A aquisição de experiências e vivências exige o tempo necessário para o domínio das ferramentas e para o relacionamento natural do aluno com o meio, e esse tempo é reduzido nos atuais currículos de ensino. Neste processo, existe a contrariedade que compromete o contacto e o domínio dos materiais, das técnicas e das tecnologias que formalizam

³⁹ As novas tecnologias virtuais não são pensadas apenas como softwares de modelação, mas como Espaços Virtuais 3DVirtualWorlds onde funcionam plataformas com programas distintos (por exemplo o estúdio virtual de design, Nu Génesis,) em redes sociais, e que são definidas por Anthony Williams, Ning Gu, Hedda Haugen, como “ (...) *an important extension to our environment. (...) they represent an alternative milieu in which design can be generated, explored and assessed (...)*” Tradução livre do autor “(...) uma extensão importante para o nosso ambiente (...) eles representam um meio alternativo onde o design pode ser gerado, explorado e avaliado (...). Williams A., Gu N., Haugen H. (2010, p.183).

⁴⁰ Victor Papanek escreveu “Chamaram-nos Homo Ludens, o ser que brinca; entre os aspetos humanos mais profundos encontram-se, sem dúvida, a curiosidade e a diversão, e na sequência destas o prazer em aprender com a experiência e o erro, com a experimentação. “Somos o único animal preso no tempo, que comunica técnicas, ideias e conhecimentos adquiridos através de gerações, e assim antecipamos muitos futuros possíveis (...)” (Papanek, 1995, p.9).

⁴¹ Como em qualquer avanço tecnológico da humanidade, existe um senão, verificado por Fosberg, F.R. (1975) ao nível biológico, em que a rapidez da evolução do ambiente exclusivamente artificial pode originar a cedência do sistema nervoso por não conseguir adequar-se às rápidas mutações do ambiente.

⁴² Ezio Manzini no livro “A Matéria da Invenção” refletiu sobre a relação dos espaços material e virtual e o reconhecimento que advém da imersão nestes espaços.

o *modus operandi* do projeto e que promovem a função do designer⁴³. Sem o domínio das ferramentas e processos, não acreditamos que se formem os elementos suficientes para compor a engrenagem que impulsiona o design enquanto sistema.

IV. Origem da pesquisa

O sentido da pesquisa é primeiramente determinado pela preocupação que Ezio Manzini proferiu no Programa de Investigação “Progetto Cultura Montedison (1986)”, face ao efeito que a acelerada evolução tecnológica e o excesso de informação têm na crise de reconhecibilidade dos materiais, dos recursos e das técnicas de transformação. Consideramos que o fenómeno se tem acentuado na geral indefinição instalada no léxico comum (verbal e cognitivo) dos discentes e designers profissionais, repercutindo-se inevitavelmente numa relação de diálogo com a ferramenta, que se torna mais genérica para o exercício do projeto.

O segundo propósito, como anteriormente abordado, resulta da problemática verificada em torno da incapacidade generalizada pela falta de prática da representação do esboço e modelação digital tridimensional. Na identificação destes problemas, questionamo-nos como o ensino de design tem lidado com o fenómeno e como relaciona a coexistência dos meios analógico e digital para ensinar o projeto. A dúvida de qual será o impacto que a rápida expansão das tecnologias detém no ato projetual, formaliza o nosso interesse em saber quais as transformações que se estão a formar no âmbito conceptual de design em termos de processo, resultando na qualidade do produto.

Com este estudo, procuramos obter um quadro de referências (estudo prospetivo), que possam servir de reflexão sobre a forma de “materializar”⁴⁴ o design, com a intenção de repensar e otimizar competências através de uma melhor aplicação dos processos de representação tradicionais e os novos instrumentos tecnológicos. É do nosso interesse tornar mais efetiva a atividade cognitiva e criativa dos discentes, apostando na formação dos futuros profissionais. Através do reconhecimento que o processo de design é um ato reflexivo que envolve a criação e a resolução de problemas, a interação do designer com os elementos descritores do raciocínio

⁴³ A função do designer em termos criativos é vista por alguns investigadores como o resultado de uma experiência adquirida e todo um conhecimento técnico, como podemos observar nesta descrição de Manzini, E. (1993, p.56), “(...) designer consegue servir-se dos seus conhecimentos e experiências para fazer opções e agir, garantindo assim a possibilidade de ser criativo do modo mais apropriado à situação (...). O conhecimento da evolução e dinâmicas tecnológicas, bem como das suas correntes internas, constitui a base de qualquer forma de criatividade (...).”

⁴⁴ O termo “materializar” foi aplicado com a intenção de representar a projeção e a geração de algo.

são matérias fundamentais para compreender o significado do processo projetual em design. Acreditamos que os instrumentos conceptuais e o processo de representação inerente, são elementos responsáveis pela estruturação do raciocínio gerador de reflexão e solução dos problemas no projeto de design, condicionando os resultados criativos quando mal estruturados.

V. Objetivos da Investigação

Os objetivos do presente estudo enquadram-se nas áreas de conhecimento do processo de design, estudo da criatividade, ensino de projeto e dos recursos conceptuais de design. Considerando a intenção central da investigação, a utilização da modelação híbrida (analógica e digital) no ensino do projeto de design, para perceber as causas e os efeitos na perceção cognitiva e na estimulação criativa, tivemos em conta os seguintes pontos:

- . Compreender a natureza dos instrumentos de conceptualização do design e a interação com as formas de pensar e fazer o projeto, nas diferentes fases;
- . Analisar as práticas projetuais e o efeito da utilização dos instrumentos conceptuais na ação heurística e de ideação;
- . Compreender a ação criativa pela perspetiva da reflexão com os instrumentos de representação;
- . Identificar e quantificar estratégias cognitivas e práticas para otimizar as estruturas propedêuticas de ensino de projeto de design, visando uma melhor formação dos designers aprendizes, futuros profissionais;
- . Promover a interação mais eficaz entre as diferentes valências educativas de ensino das representações analógica e digital para melhorar a qualidade dos resultados;
- . Contribuir para o desenvolvimento de novas considerações e reflexões que possam integrar o contexto teórico sobre as metodologias, os processos e os meios do design;
- . Constituir um corpo de conhecimento que possa ser aplicado ao ensino e às áreas profissionalizantes ligadas ao design;
- . Provar que é possível incrementar um processo de descrição e descoberta nas primeiras fases de um projeto, mais efetivo, pela utilização sinérgica das modelações analógica e digital, que designamos por modelação híbrida.

VI. Benefícios de investigação

Assumindo a significância do estudo focado no contexto da prática projetual de design, contamos adquirir os seguintes benefícios:

Ordem pessoal

- . Aquisição de conhecimento pelo desenvolvimento de experiências do foro académico e profissional, ao nível do processo de design, para melhorar a nossa prestação enquanto docente. Entendemos a atividade de design e o ensino como uma constante progressão de conhecimentos e uma enorme curiosidade pelos fatores de desenvolvimento humano;
- . Aquisição de novas metodologias de trabalho e rigor no âmbito da investigação académica;
- . Ambição de obter novos upgrades culturais, técnicos e emocionais e a criação de novos interesses, motivações e saberes.

Ordem Científica

- . Desenvolvimento de conhecimento específico sobre a prática projetual em design, as metodologias e o contexto das ferramentas do design no processo criativo;
- . Contribuição para a rede de conhecimentos científicos através da divulgação de resultados obtidos.

Ordem Social

- . Apostar numa melhor formação dos designers aprendizes, para gerar profissionais eficientes ao nível do saber, pensar e fazer, criar;
- . Contribuir para o desenvolvimento da atividade profissional, através da geração de novas metodologias criativas e operativas de projeto;
- . Divulgar a função do design no meio social, como fator de mudança e evolução.

VII. Questões de Investigação

O presente estudo assenta no princípio exploratório de base experimental, focado na fase conceptual do processo projetual de design. Centrado na análise da forma como estão integradas as modelações analógica e digital na ação projetual no ensino de design, pudemos constatar pela nossa intervenção de reconhecimento do meio⁴⁵ que, passadas duas décadas após a introdução dos meios informáticos digitais nos currículos, continuamos a assistir a uma sectorização das unidades curriculares de ensino das modelações analógica e digital, em especial em relação ao projeto. A atenção programática das unidades curriculares estrutura-se apenas para o leccionamento das questões técnicas, teóricas e práticas de aprendizagem das ferramentas (por questões que foram enumeradas anteriormente) e perde-se a essência da compreensão da ferramenta, como um elemento de colaboração ao pensamento em design.

O processo projetual como sistema autoconstrutivo de identificação de memórias, reflexão e descrição, é influenciado pelos fatores exógenos, fatores psicológicos e pelos meios ligados à exteriorização dos conceitos. Um só elemento do sistema influencia os resultados da sinergia de todos os componentes do projeto. Neste encontro dos constituintes do projeto, o design é o elemento unificador, capaz de decodificar as realidades abstratas e transformá-las numa descrição materializada pelo signo (Bürdek, 2005; Ashwin, 1984)⁴⁶. Sendo o projeto expresso por signos que ligam a imaginação implícita⁴⁷ à representação explícita, a qualidade do produto final em muito se deve à cuidada combinação da reflexão do designer com os mecanismos delineados para exteriorizar as ideias. A dificuldade sentida pelos alunos quanto á forma de explicitar os conceitos⁴⁸, suscitou-nos a seguinte questão:

⁴⁵ O reconhecimento do meio utilizou três ferramentas de investigação, o levantamento dos programas curriculares de três instituições de ensino superior em design ao nível nacional, utilizou um inquérito por questionário direcionado a alunos de design de duas instituições nacionais e duas estrangeiras, e por último, utilizou a observação direta domeio com um exercício de aula no segundo ciclo do Ensino Superior de design do IADE-Universidade Europeia.

⁴⁶ Ver o paper Milne, V. et al. (2017) "The Hybrid Analog and Digital Representation as a Process of Expanding Design Reflection. Model Construction for Evaluation of the Descriptive Process. Paper apresentado na conferência Design Doctoral Conference'17, IADE- Universidade Europeia, Portugal.

⁴⁷ Cross (2006) designou a imaginação implícita por "mental imagery".

⁴⁸ Rahinah e Farzad (2010) tomando por base as implicações da incapacidade de representar, referiram que "The problem is magnified when novice designers have limited expertise in using an external representation tool as a means for expressing and fortifying their design ideas" (p.978). Tradução livre do autor: "O problema é ampliado quando os designers aprendizes, têm conhecimentos limitados em relação à utilização de ferramentas de representação externa, como um meio para expressar e fortificar suas ideias de design"

Será possível aumentar a performance criativa dos designers, através da consolidação de uma metodologia que funda as dinâmicas cognitivas geradas nas modelações analógica e digital?

Associada a esta questão, outras subquestões foram desenvolvidas no sentido de reforçar o plano de ação da investigação, seguidos pelas seguintes dúvidas:

. De que forma a interação do designer com os meios de exteriorização ou descrição das ideias poderá influenciar a percepção do problema e a geração de soluções, na ação projetual de design?

. Será possível articular as formas de representação analógica e digital na fase inicial de ideação do projeto, em benefício da formação de bons raciocínios geradores?

. Que estruturas heurísticas são formadas quando são utilizadas as formas de representação analógicas e digitais? Quais os seus benefícios e entraves?

. Estaremos a articular e a aplicar do melhor modo (na formação dos discentes de design), as ferramentas de representação?

VIII. Investigação / Razão de Ser Pessoal

A investigação que propomos surge do seguimento de um conjunto de interesses pessoais que se estruturaram pelos seguintes fatores:

. Interesse de infância pelo saber/fazer, impulsionado pela possibilidade de contacto direto com ferramentas, materiais e tecnologias e a intensa curiosidade de querer saber “como são feitas as coisas”;

. Percurso e experiência profissional⁴⁹ como designer, docente e modelista;

Salientamos que as primeiras questões sobre a temática que apresentamos, surgiram de uma interrogação que se fez sentir no primeiro emprego como designer colaborador, num gabinete de design, quando, de um momento para o outro, surgiu a necessidade emergente (uma questão de competição de mercados) de repensar um processo de representação totalmente manual para um processo informatizado em 1995/96. Rapidamente nos apercebemos que o processo de estruturar e pensar o projeto era diferenciado, com implicações tanto de ordem técnica,

⁴⁹ A Modus Design foi o gabinete de Design onde realizei o primeiro estágio e trabalhei como colaborador interno (1995-1999) e colaborador externo (1999-2000). Paralelamente à atividade de Docente (1998-2018), efetuei um estágio na Alma Design ((1999-2000) e criei, em parceria com mais quatro sócios/designers, o atelier Área 14 – Oficina de Design (2001-2004). Desde 2004, a atividade exercida tem sido de freelancer com atelier/oficina próprio, destacando-se a consultoria e participação na área da modelação de protótipos, com o Instituto Superior Técnico, ISR Laboratório VISLAB, em de projetos multidisciplinares na área da Visão e Mecânica de Robots (2006-2016).

planeamento, logística de recursos, materiais e novos tempos para conceção do projeto. Recordamos que em poucos meses, o atelier modificou toda a sua orgânica e composição original, rendendo-se à modernização tecnológica.

No âmbito da função de docente, verificamos que os meios tecnológicos transformaram o sistema de ensino de Design, introduzindo um novo léxico nas dinâmicas e nas metodologias do processo (Oxman, 2006)⁵⁰. A expansão dos recursos e dos meios foi tão rápida, que sentimos que não houve um tempo (biológico) para pensar em profundidade as estruturas necessárias para a integração dos novos meios em articulação com os tradicionais, assim como o pensar os resultados que decorreram desse processo.

A razão pessoal prende-se também com o facto de encararmos as estruturas curriculares como um processo evolutivo, de constante adaptação e atualização do conhecimento, imperativo para promover o enriquecimento teórico e as competências técnicas, necessárias aos futuros designers;

. É ainda de nosso interesse dar continuidade ao trabalho de Investigação⁵¹, concluído no ano de 2005, sob a designação de Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica, em que o foco de investigação incidiu nas técnicas e tecnologias de produção de modelos e protótipos para as áreas do design industrial e design de ambientes.

XIX. Pertinência

A influência que as ferramentas analógicas e digitais de operacionalidade conceptual do Design exercem na constituição de um corpo de conhecimento e na dimensão criativa dos designers é, no nosso ponto de vista, um estudo relevante para compreender novas semânticas processuais da metodologia projetual, para garantir um melhor entendimento do processo e qualificação dos resultados. Compreender a forma como se podem gerir estes instrumentos no projeto e começar

⁵⁰ Rivka Oxman demonstrou a relevância dos meios digitais no contexto da mudança do paradigma da ação de projetar.

⁵¹ Temática apresentada na prestação de Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica “Técnicas de Moldes e Moldação de Cerâmicos e Materiais Compósitos”, no âmbito da criação e sistematização de conteúdos didáticos para a disciplina de Técnicas de Modelos e Protótipos, e introduzido posteriormente (2006) no programa de Tecnologias e Ciências dos Materiais, do primeiro ciclo de estudos da licenciatura em design no IADE Creative University. A aplicação da investigação no programa da disciplina prática de Técnicas de Modelos e Protótipos, conseguiu-se que o mesmo demarcasse do conhecimento puramente empírico utilizado anteriormente, envolvendo os alunos num processo de descoberta e criação de metodologias científicas.

por integrá-los coerentemente num programa de ensino, pode repercutir-se numa melhor identificação e relacionamento dos alunos face o ensino e numa maior autonomia na descoberta de conhecimentos. Reconhecendo que o processo projetual de design é atualmente constituído com os meios e os recursos analógicos e digitais e que, nos currículos de ensino a realidade tecnológica (em rápida expansão), é cada vez mais evidente, novas metodologias, conteúdos e práticas programáticas, são necessários repensar, para fomentar a atualização e a inovação dos meios universitários, face a atual realidade dos mercados.

X. Estruturação e Desenvolvimento da Investigação

Procurando quantificar o efeito da utilização sinérgica das modelações analógica e digital na fase de ideação do projeto de design, contámos com uma estrutura dividida em cinco fases (ver figura 91). A primeira fase (Introdução) identificou-se pela “constituição” da questão de investigação, o propósito, a estrutura e os benefícios pessoais e sociais. A segunda fase (capítulo I, II e III), compreendeu a identificação da problemática com a realização do “enquadramento teórico” e “investigação explorativa”. Na terceira fase (capítulo IV)., formalizou-se a “construção do modelo de análise” com a identificação da hipótese, os métodos e as técnicas de investigação ativa “implementação”, de natureza mista, quantitativa e qualitativa. Quatro métodos foram aplicados à recolha de dados (estado da arte), contando-se com a aplicação de um inquérito por questionário, um exercício exploratório em aula (com relatório), o levantamento de programas curriculares de design e um exercício exploratório em estúdio (caso de estudo), utilizando-se o método de recolha de informação pela análise de dados verbais. A quarta fase (capítulo V)., determinou-se pelo processamento e o “tratamento dos dados” pelos métodos qualitativos e quantitativos, com base estatística descritiva e inferencial, para comprovação dos dados. A quinta fase, compreendeu a discussão dos resultados das experiências, seguindo-se as “conclusões” e as “orientações futuras”.

Partindo da constituição de um modelo experimental e empírico de observação direta dos processos cognitivos, aplicados à ideação no processo de design, o resultado esperado não se prende a uma conclusão efetiva ou absoluta, mas uma contribuição para o quadro teórico existente, sabendo que este resultado é suscetível de melhoramento ou refutação. Reconhecendo que a área de investigação em causa implica o universo da subjetivação, a confiabilidade dos métodos utilizados é discutível. Não interpretando a investigação do processo

de design como um sistema fechado para a obtenção de resultados, o nosso objetivo intencionou o abrir o espectro para a realização de novas investigações, que permitam conhecer melhor os âmbitos da ação cognitiva e o ato de conceber o projeto.

XI. Referências Bibliográficas

Adams, R. S., Atman, C. J. (1999). Cognitive processes in iterative design behavior. In *Frontiers in Education Conference, 1999. FIE'99. 29th Annual (Vol. 1, pp. 11A6-13)*. IEEE.

Almendra, R.A. (2010). *Decision Making in the Conceptual Phase of Design Process. A descriptive study contributing for the strategic adequacy and overall quality of design outcomes*. Tese de Doutoramento em Design apresentada na Faculdade de Arquitectura da Universidade de Lisboa. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.5/3320> [07 set. 2016].

Anderson, K. M. (2006). *Leveraging Technology and Creativity among Self-Employed Textile Artists and Designers Through the Use of Geometric Software*. Dissertation submitted to the Graduate Faculty of North Carolina State University, Degree of Doctor of Philosophy Textil Technology Management. Disponível em: <http://wenku.baidu.com/view/cfbfd0b565ce0508763213cd.html> [12 jul. 2015].

Ashwin, C. (1984). *Drawing, Design and Semiotics*. *Design Issues*, 42-52.

Askland, H. H., Ostwald, M., Williams, A. (2010). Changing conceptualisations of creativity in design. In *Proceedings of the 1st DESIRE Network Conference on Creativity and Innovation in Design: Desire Network (pp. 4-11)*.

Bonnardel, N., Zenasni, F. (2010). The impact of technology on creativity in design: an enhancement? *Creativity and innovation management*, 19(2), 180-191.

Bonsiepe, G. (1992). *Teoria e Prática do Design Industrial: Elementos para um manual crítico*. Centro Português de Design: Lisboa.

Bürdek, B. E. (2005). *Design: History, theory and practice of product design*. Walter de Gruyter.

Buxton, B. (2010). *Sketching User Experiences: Getting the Design Right and the Right Design*. Morgan Kaufmann.

Côrte-Real, E. (2010). *The Triumph of Design. O Triunfo do Desenho*. Livros Horizonte. Unidcom/lade Creative University, 44-79.

Cross, N. (1982). Designerly ways of knowing. *Design studies*, 3(4), 221-227.

Cross, N. (2001). Design cognition: Results from protocol and other empirical studies of design activity. In *Design knowing and learning: Cognition in design education (pp. 79-103)*.

Cross, N. (2006). *Designerly ways of knowing*. Springer London.

Duarte, J., Celani, G., Pupo, R. (2012). Inserting computational technologies in architectural curricula. *Computational Design Methods and Technologies: Applications in CAD, CAM and CAE Education*, 390-411.

Ferreira, A. M. (2007). *Evolução do Conceito e da Prática do Design, Prova complementar à dissertação para obtenção do Grau de Doutor em Engenharia de Produção, UBI, Covilhã*.

Ferreira, A. M. (2009) – *Criatividade e Inovação*. *Revista Formar, revista dos formadores*, nº 66. Instituto de Emprego e Formação Profissional, jan. Fev. Mar. de 2009.

Fosberg, F.R. (1957). The Preservation of Man's Environment. In *Proceedings of the Ninth Pacific Science Congress, vol XX*. EM MCHARG.

Goel, V. (1995). *Sketches of thought*. MIT Press.

Goldschmidt, G. (1991). The dialectics of sketching. *Creativity research journal*, 4(2), 123-143.

Gürsoy, B. (2010). *The Cognitive Aspects of Model Making in Architectural Design*. Master Thesis of Architecture, Middle East Technical University, Architecture Department. Ankara, Turquia, 2010, Available in: <http://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12611677/index.pdf>. Last access: 2016.06.18.

- Harvard, Â. (2004). Prototyping Spoken Here: Artefacts and Knowledge Production in Design. Working Papers in Art and Design3. Available in: http://sitem.herts.ac.uk/artdes_research/papers/wpades/vol3/ahfull.html. ISBN 1466-4917 [29 Dez. 2015].
- Ibrahim, R., Rahimian, F. P. (2010). Comparison of CAD and manual sketching tools for teaching architectural design. *Automation in Construction*, 19(8), 978-987.
- Lawson, B. (2006). *How Designers Think: The Design Process Demystified*. Architectural Press.
- Manzini, Ezio (1993). *A Matéria da Invenção*. Centro Português de Design. Lisboa.
- Martins, J.P. (2010). Daciano da Costa: Designer. Em Côrte-Real, E., *The Triumph of Design* (pp. 172-185). Lisboa: Livros horizonte.
- Milne, V. et al. (2017). The Hybrid Analog and Digital Representation as a Process of Expanding Design Reflection. Model Construction for Evaluation of the Descriptive Process. Paper apresentado na conferência Design Doctoral Conference'17, IADE- Universidade Europeia, Portugal.
- Oxman, R. (2006). Theory and design in the first digital age. *Design studies*, 27(3), 229-265.
- Papanek, Victor (1995). *Arquitectura e Design: Ecologia e Ética*. Lisboa, Edições 70, Lda.
- Purcell, A., Gero, J. S. (1998). Drawings and the design process: A review of protocol studies in design and other disciplines and related research in cognitive psychology. *Design Studies* 19(4), pp. 389-430.
- Radcliffe, D. F., Lee, T. Y. (1989). Design methods used by undergraduate engineering students. *Design Studies*, 10(4), 199-207.
- Reis, L. (2010). Drawing, It's a Matter of Design: The Emergence of Design in Portugal through the Multidisciplinary Role of Drawing. Em Côrte-Real, E., *The Triumph of Design* (pp.42-79). Lisboa: Livros horizonte.
- Rodrigues, I. (2007). Estratégias de desenho no projeto de design: Um estudo sobre o uso do desenho como recurso instrumental e criativo ao serviço do pensamento visual do designer de equipamento. 2007. Tese Doutorado em Design de Equipamento apresentada na Faculdade de Belas-Artes, Universidade de Lisboa. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10451/663> [20 Jan. 2017].
- Schön D, (1992). Teaching and Learning as a Design Transaction. In Cross, Dorst e Roozenburg (Eds.). *Research into Design Thinking*. Delft: University Press.
- Suwa, M., Tversky, B. (1997). What do Architects and Students Perceive in their Design Sketches? A protocol analysis. *Design Studies*, 18 (4), 385-403.
- Taura, T., e Nagai, Y. (2011). Discussion on direction of design creativity research (Part 1)-New definition of design and creativity: Beyond the problem-solving paradigm. In *Design creativity 2010* (pp. 3-8). Springer, London.
- Thomas, D., Brown, J. S. (2011). *A new culture of learning: Cultivating the imagination for a world of constant change* (Vol. 219). Lexington, KY: CreateSpace.
- Tschimmel, K. C. (2010). Sapiens e Demens no Pensamento Criativo do Design. Tese apresentada na Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Design. Disponível em: <http://biblioteca.sinbad.ua.pt/teses/2010000838> [11 dez. 2015].
- Van der Lugt, R. (2001). Sketching in design idea generation meetings. PhD Dissertation, 2001, Faculty of Industrial Design: Delft University of Technology.
- Van der Lugt, R. (2005). How sketching can affect the idea generation process in design group meetings. *Design Studies* 26(2):101-122.
- Wallas, G. (1926). *The art of thought*. J. Cape. London.
- Yeoh, K. C. (2002). A study on the Influences of Computer Usage on Idea Formation in Graphic Design Students. Dissertation submitted to the Tech University, Texas, Degree of Doctor of Philosophy in Fine Arts. Disponível em: <https://ttu-ir.tdl.org/ttu-ir/handle/2346/18064>
- Zimmerman, E. (2003). Play as research: the iterative design process. *Design Research: Methods and Perspectives* pp. 176-184.

1. Processo de Design. Visão Geral

“A design process may be defined as the set of activities involved in taking a design problem from an initial specification to producing a finished artefact that meets these specifications.”⁵²

(Johnson, Castilho, Brockman, 1996, p.185).

1.1. Processo de Design

Lawson (2006) descreveu o processo de design assente em seis diretivas que correspondem ao processo infundável, processo falível, processo de procura e resolução de problemas, envolvimento de valores subjetivos na avaliação, design como atividade prescritiva, e trabalho no contexto de uma necessidade para a ação. O design, como processo infundável, compreende a razão que um processo de design nunca termina e pode ser sempre melhorado e alterado. A solução pode ser encontrada por vários métodos metodológicos e criativos e o desfecho do processo acaba num ato de julgamento e decisão, que abre portas às críticas e à criação de um novo processo. Neste sentido, podemos afirmar que as proposições nos projetos são efémeras⁵³, e as soluções criadas têm um tempo de vida que resulta da performance, da qualidade dos seus componentes, dos materiais e da boa metodologia associada ao projeto.

A ação criativa e a capacidade de decisão do designer são responsáveis pela constante antevisão de novos sistemas que, mesmo concretizados, deixam em aberto a possibilidade de serem transformados e melhorados. O design, como processo falível, representa a instabilidade natural do processo, porque, apesar de existirem muitas metodologias, não existe uma maneira infalível e totalmente absoluta para projetar. Lawson (2006) escreveu “In design the solution is not just the logical outcome of the problem, and there is therefore no sequence of operations which will guarantee a result” (pp.123,124)⁵⁴. Na ação projetual, o designer (através da experiência) é capaz

⁵² Tradução livre do autor: “Um processo de design pode ser definido como o conjunto de atividades envolvidas na resolução de um problema de projeto, desde uma especificação inicial, até a produção de um artefacto acabado que atenda a essas especificações” Johnson, Castilho, Brockman (1996, p.185).

⁵³ A satisfação atingida no ato que se propõe a solução é uma situação provisória, pois logo após a sua implementação, muitas vezes usamos a expressão “já fazia de um modo diferente...”.

⁵⁴ Tradução livre do autor: “No projeto, a solução não é apenas o resultado lógico do problema e, portanto, não há uma sequência de operações que garanta um resultado” (Lawson, 2006, pp. 123,124).

de controlar e modificar a estrutura do processo mediante a percepção que tem, sobre se a metodologia aplicada está a cooperar com o objetivo de obter um bom resultado ou a impossibilitá-lo. O processo de procura e resolução de problemas não é linear e não existe uma lógica coerente na sinalização dos problemas e obtenção de respostas. Dentro do processo, é sempre possível recorrer-se a uma nova estruturação de objetivos e a uma reformulação de novas soluções, como se pode verificar na figura 3. Nas fases mais avançadas do projeto, quando as decisões estabelecem um rumo que demonstram a segurança no contexto das proposições implementadas, os problemas e as soluções tornam-se mais claros, resultando num processo mais fluído e definido.

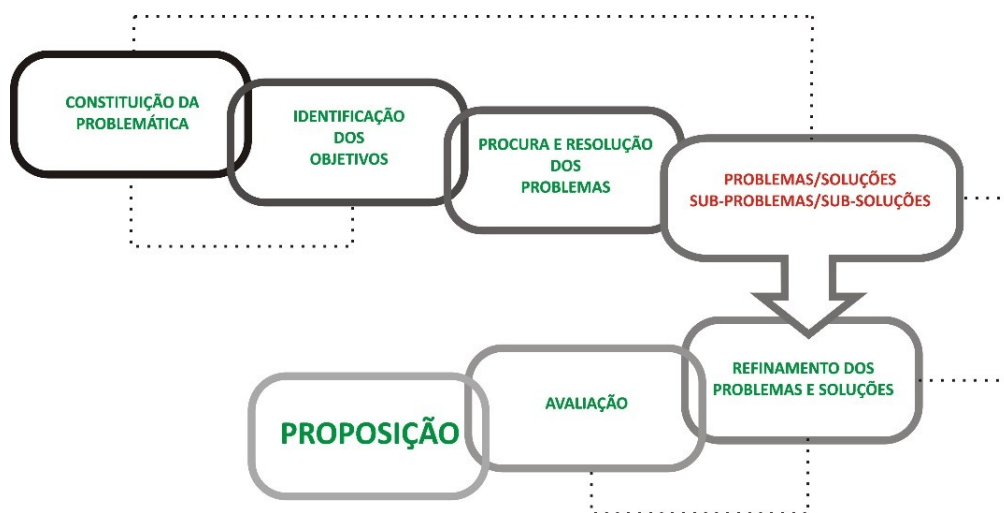


Fig. 3 - Processo de procura e resolução dos problemas. Fonte: o autor.

A envolvência de valores subjetivos na avaliação determina que, de uma forma constante, qualquer decisão de escolha de uma proposta ou hipótese depende da noção de valor que é atribuído. Os valores aplicados na decisão são idiossincráticos e subjetivos, resultando na explanação motivada por razões ligadas ao conhecimento e à descoberta pessoal. Os critérios de estruturação de valor não cumprem uma padronização e são por este motivo considerados subjetivos e de natureza única.

O design, como atividade preditiva, demonstra a independência do método em relação ao método científico, como abordou Lawson (ibid. p.125) "(...) the processes of science and design

cannot usefully be considered as analogous”⁵⁵. A ação de previsão corresponde à representação de uma imagem futura que na ciência não existe, porque o método é descritivo baseado nos factos reais observáveis, que aconteceram ou estão a acontecer. No design, a criação é a construção de um estado futuro, sob o reconhecimento do que foi gerado no passado. Qualquer projeto de design reformula algo existente, intervindo e promovendo novas propriedades que constituem novos sistemas. Por este motivo, as decisões finais do projeto não têm, no entanto, grande margem para erro, dado que os sistemas criados interagem diretamente com o meio onde está inserido. Um processo representa uma ação que está em curso e que progride. Almendra (2010) designou o processo como uma progressão de passos estratégicos para atingir um objetivo, referindo “(...) most process are no more than a set of (usually sequential and with recurrent iterative) pondered actions aimed at reaching a specific target” (p.97)⁵⁶. Para Rita Almendra, o processo está conectado à capacidade de planeamento, criação, transformação, produção, utilização, manutenção, etc. Sob uma visão sistémica, Tschimmel (2009), vê o processo de design como um sistema aberto e pessoal, afirmando:

Se partimos do princípio de que a maioria dos projetos de design, apesar dos constrangimentos tecnológicos, materiais, económicos ou sociais, não conhece limites, ou seja, proporciona variadíssimas possibilidades de expressão semântica, então podemos designar o processo de design como um processo de transformação livre. (p.32)

Existem várias lógicas que não só demarcam uma metodologia própria dos designers, como são diferenciadoras de acordo com a semântica do problema e a perceção que se tem dos mesmos. O processo de design é analogamente uma sintaxe autoconstrutiva e evolutiva que reúne os dados do problema e projeta soluções. Mas nem sempre o processo de design foi interpretado deste modo, porque no início do séc. XX, com o auge nos anos 60, a metodologia projetual assentava nos princípios de uma metodologia científica positivista⁵⁷, que se baseava no conceito de um método racional, rigoroso, à semelhança dos métodos científicos. Simon (1969) trouxe uma nova preocupação, referindo que o método de design não descrevia uma realidade contemporânea na procura de respostas, mas previsivelmente trabalhava uma realidade que ainda não existia. Archer (2007, apud. Ruivo, 2014, p.5) fez a distinção entre os dois métodos, afirmando: “Research starts with the particular, and moves toward the general. Design starts with

⁵⁵ Tradução livre do autor: “(...) Os processos de científicos e de design, não podem ser considerados como análogos” (Lawson, 2006, p.125).

⁵⁶ Tradução livre do autor: “(...) A maioria dos processos não são mais do que um conjunto de ações ponderadas (geralmente sequenciais e recorrentes) que visam alcançar um alvo específico” (Almendra, 2010, p.97).

⁵⁷ Design Science de Buckminster Fuller.

the general and works toward's the particular"⁵⁸. Podemos verificar que, no processo científico, a origem da metodologia inicia-se na formulação de uma questão de fundo e o resultado do processo apresenta-se sempre como uma validação do que se pretende provar com os testes.

No processo de design não existe uma questão, mas a constituição e definição de um problema que, na sua origem, é mal definido, e que vai sendo decomposto e refinado durante o processo, até se encontrar uma solução satisfatória. Diferentemente do resultado das ciências naturais, o resultado no design é uma proposição suscetível de um valor e não uma resposta definitiva. Ruivo (2014) estabeleceu ainda que a especificidade de atuação do designer para a solução dos problemas de design é responsável pela criação de submétodos próprios, que podem ser resolvidos através do carácter racional e irracional ou misto. Os métodos racionais são descritos pela autora como “ponderáveis do design”, incorporando as fases de aplicação de um pensamento mais objetivo como questões funcionais, tecnológicas, legais, custos, produção, etc.

As fases relacionadas com a ideação ou de carácter criativo são conotadas como “imponderáveis do design” e estão ligadas à composição de imagens gráficas e descrições que constituem os conceitos, a dimensão estética e simbólica. Os métodos mistos correspondem à definição dos critérios do problema, à análise, à definição e à promoção dos conceitos, produção e mercado. Sob estas designações, vemos o contexto metodológico como uma simbiose de todos os critérios implícitos e interconectados (ver figuras 4 – 11), várias metodologias de projeto) de modo flexível e reversível em ciclos para a frente e para trás. No evoluir do processo, a quantidade de problemas existentes no espaço do problema vai diminuindo conforme aumenta o espaço solução. O tempo para a resolução dos problemas reduz-se a cada ciclo de avanço também chamados de ciclos de tomada de decisões e refinamento das soluções decididas, como se pode ver na figura 12 (esquema fractal).

⁵⁸ Tradução livre do autor: “A investigação começa com o que é particular e avança para o geral. O design começa com o geral e trabalha em direção ao particular” (Ruivo, 2014, p.5).



Fig. 4 - Processo projetual de Jones (1963) e Archer (1965). Processo linear ligado ao problem solving, visto como uma seqüência de fases ordenadas unidireccionalmente. Fonte: o autor.

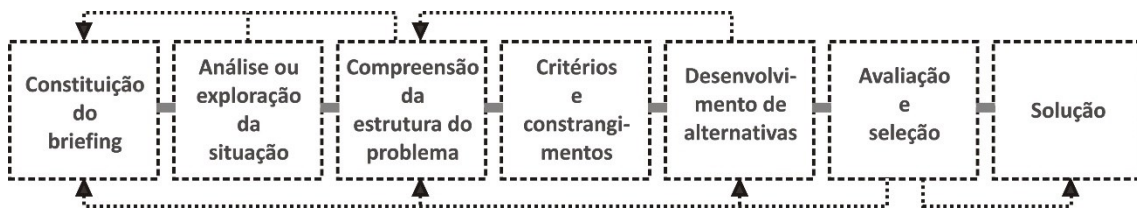


Fig. 5 - Processo projetual de Jones (1970) e Bürdek (1971). Processo flexível de avanços e recuos para chegar à solução. Fonte: o autor.

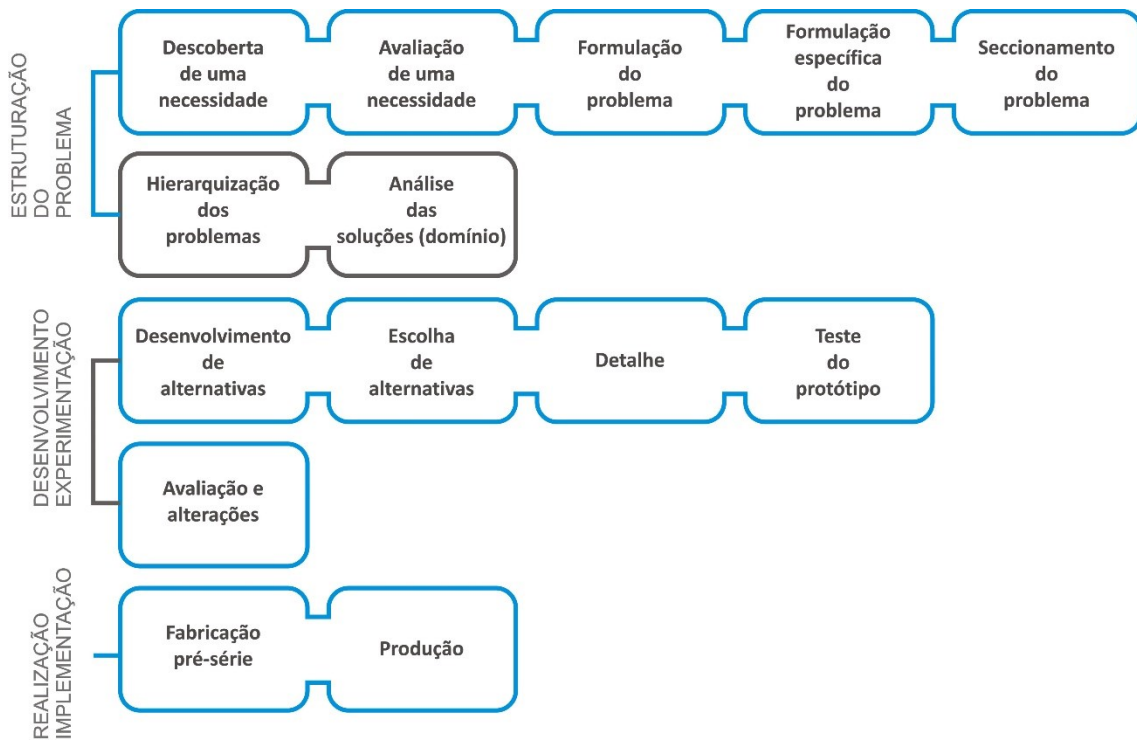


Fig. 6 - Processo projetual de Bonsiepe (1975). Fonte: o autor.



Fig. 7 - Processo projetual de Bubberly (2004), Benami (2000), Finke et al. (1992). Fonte: o autor.



Fig. 8 - Processo projetual de Cross (2006). Fonte: o autor.

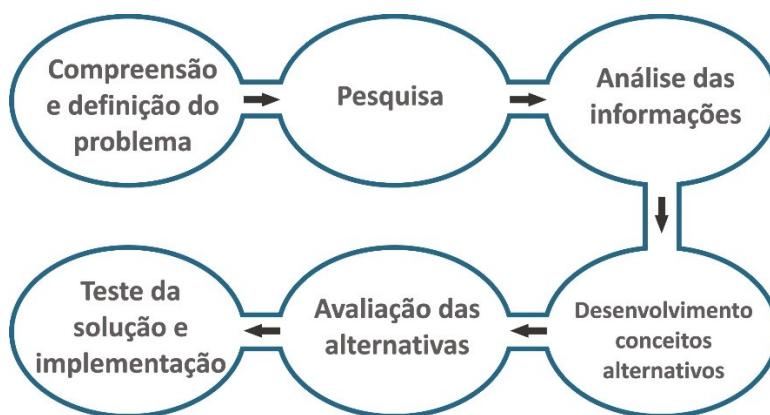


Fig. 9 - Processo projetual de Bürdek (2006). Fonte: o autor.

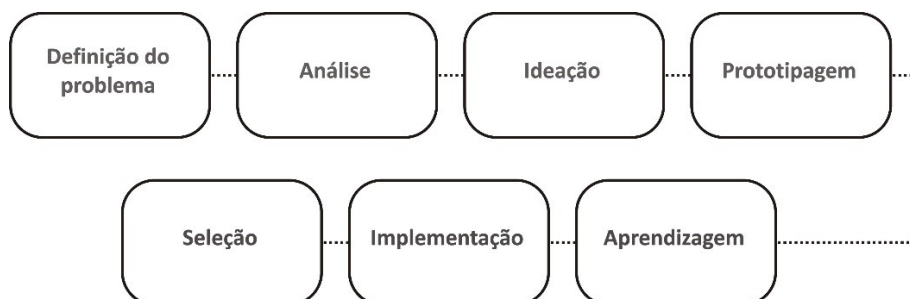


Fig. 10 - Processo projetual de Ambrose e Harris (2010). Fonte: o autor.

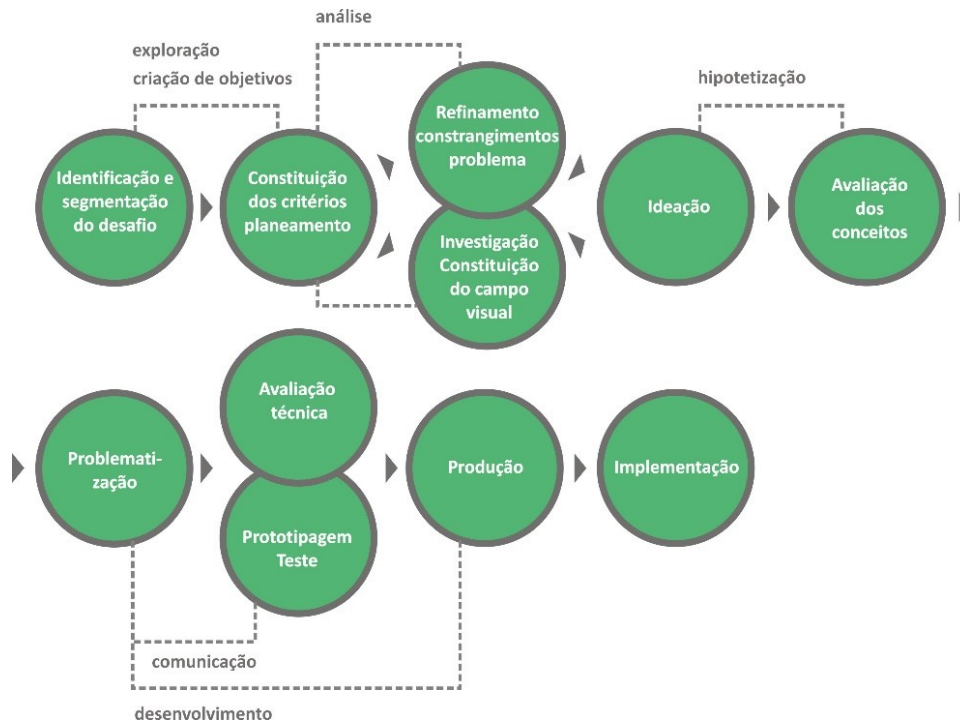


FIG. 11 - MODELO GENÉRICO SOBRE O PROCESSO PROJETUAL. FONTE: O AUTOR.

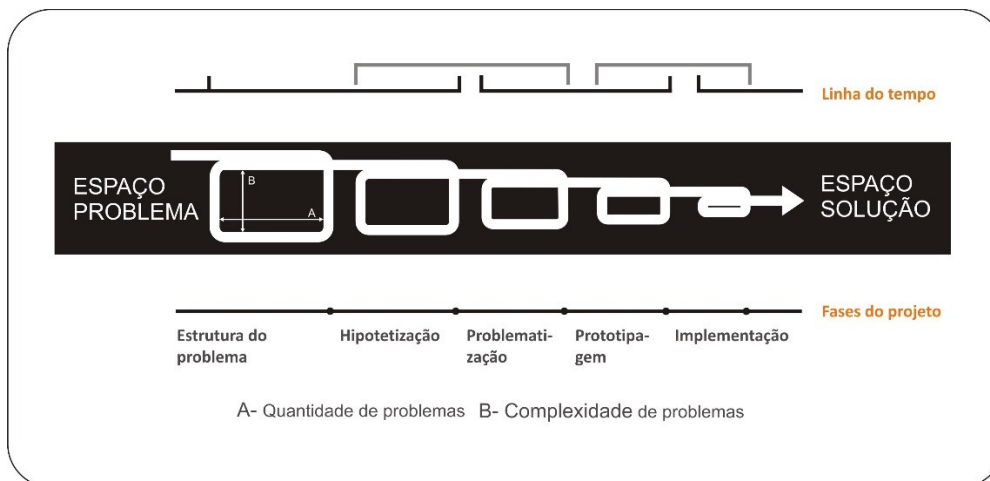


Fig. 12 - Esquema fractal do processo de sintetização do projeto de design. Fonte: o autor.

No projeto de design, as fases iniciais analítica e prospetiva do processo são mais racionais, prevalecendo um tipo de pensamento convergente, que estrutura e dimensiona o problema na definição de critérios e na identificação dos constrangimentos.

Ao debater-se com quaisquer problemas, a intuição humana procura identificar os constituintes, mas apenas trabalha os princípios que estão ao seu alcance, para formular as ideias para as soluções. A diferenciação da resolução dos problemas dos designers parte da sua capacidade de

“olhar” os mesmos não apenas no contexto direto “in the box”, mas no contexto “outside the box”, procurando as respostas através da decomposição por subproblemas e subsoluções, em constantes ciclos de proposição. Na fase de exploração, definimos três percursos que correspondem à identificação e segmentação do desafio⁵⁹, a compreensão hierárquica da estrutura do problema em macroproblemas e subproblemas e o refinamento dos constituintes do problema. A identificação e segmentação significam o entendimento de uma necessidade e a compreensão hierárquica da estrutura do problema em macroproblemas e subproblemas. Por exemplo, uma cadeira de escritório pode ser analisada pelo conforto promovido para uma utilização intensa de sete horas diárias (macroproblema), ou pode ser verificada ao nível de subproblemas, como criar as costas microperfuradas para promover o arejamento no verão, em que o subproblema parte do conforto.

A capacidade de compreender os macroproblemas e subproblemas determina-se pela capacidade de segmentar a informação, projetar critérios ou planejar o projeto. O refinamento dos constituintes do problema é o processo de separação de informação analisada pelo grau de importância. O refinamento é imprescindível para limitar a informação e a confusão que constitui o problema na fase inicial e, sem este processo, não é possível avançar para a solução. Do resultado da análise do problema, surgem dois grandes requisitos fundamentais para a criação, o direcionamento que leva a um planejamento e formulação dos critérios, e a constituição de um campo visual de soluções conhecidas e descobertas, para garantir uma concordância com o domínio⁶⁰. A fase de ideação é um ciclo de interpretação e de ensaio, no qual se lançam as hipóteses para serem testadas e avaliadas. A problematização⁶¹ tem como função a identificação de lacunas de viabilidade das soluções e a garantia da projeção para a produção. Na fase de desenvolvimento, a problematização antecede a prototipagem e, muitas vezes, é de novo utilizada para retificar ou alterar os problemas mal resolvidos que só são verificados na fase de testes. A implementação relaciona-se com a aplicação dos conceitos no mercado, pondo à prova a relação com o utilizador. A implementação pode ser realizada numa primeira fase,

⁵⁹ Utilizamos o termo desafio por entendermos todos e quaisquer problemas como desafios para serem resolvidos. Um problema não constitui a sua essência se não for um desafio, algo que suscita uma solução.

⁶⁰ O domínio é o espaço concernente aos sistemas (conceitos, produtos, espaços), gerados por uma determinada cultura, num determinado período.

⁶¹ A problematização refere-se ao momento do projeto mais racional, em que a fantasia passa a ser filtrada pela componente de viabilização e da realidade. Na problematização, são levantados os problemas dos constrangimentos e comparam-se as ideias embrionárias com os requisitos do problema.

experimentando-se alguns protótipos em grupos de experiência para analisar o feedback e antecipar as reações do mercado.

O processo de design, sendo descrito nos vários modelos por uma orgânica que tende mais para o desenvolvimento das fases analítica, criativa, funcional ou técnica de produção e implementação nos mercados, estabelece uma convergência estrutural que corresponde ao modelo de Cross (2006) que consiste nas cinco grandes fases que podem ser ramificadas em subfases (fig.8). Podemos afirmar que uma maior ou menor estrutura projetual depende não só da complexidade do problema, como da sua dimensão e do teor de relevância. O mesmo será dizer que o grau de complexidade e relevância de um projeto para a execução do espaço interior para uma automaca de socorro (ambulância) é mais exigente que conceber um espaço interior para uma divisão de uma casa. A diferença dos constituintes reside nos tipos de necessidades e dos critérios e constrangimentos que lhes estão associados, por vezes regulamentados por rígidas normas de segurança, conforto, sustentabilidade e qualidade. A dimensão dos constrangimentos dita os critérios a operacionalizar, traduzindo-se na diferenciação das estruturas projetuais. É por este motivo que um projeto não tem uma receita prescrita, ou uma fórmula metodológica exata. A metodologia é flexível e adaptada-se a cada situação de design. O próprio processo metodológico de design exige criatividade na definição dos constituintes para proceder à exploração das soluções. No design, não existem respostas afirmativas para os problemas porque as soluções serão sempre inacabadas e suscetíveis de serem de novo estudadas e renovadas pela procura de uma melhor performance. Este é o princípio que tem por base a origem da evolução dos artefactos e a própria evolução humana.

1.1.1. Projeto de Design como Processo Sistémico e Biológico

“Design describes both the process of making things (designing) and the product of this process (a design). Design play a key role in shaping the world and generation a new products, systems and services in response to numerous market conditions and opportunities.”⁶²

(Best K. 2006, p.6).

⁶² Tradução livre do autor: “Design descreve tanto o processo de fazer coisas (projetar) quanto o produto desse processo (o design). O design desempenha um papel fundamental na formação do mundo e na geração de novos produtos, sistemas e serviços, em resposta a inúmeras condições e oportunidades do mercado. (Best K., 2006, p.6).

Do muito que se tem teorizado sobre design, podemos afirmar que o projeto de design é fundamentalmente um processo e uma forma de pensamento, como definiu Lawson (2006). Ao considerarmos o ato do design como um processo, interiorizamos a dinâmica do método e o conjunto de ações que se desenvolvem, por uma procura de um resultado para os problemas, num contexto coevolutivo, constituído mutuamente pelo espaço do problema e espaço da solução (Cross e Dorst, 2001; Milne et al., 2017).

Na ação projetual, o designer conecta os constituintes que lhe são externos (como por exemplo: os fatores económicos, produtivos, tendências, imposições legais, meios tecnológicos, mercados) com os seus próprios constituintes internos (como o estado de espírito, o conhecimento, a experiência, resiliência, os skills e os valores). No encontro destes constituintes, o design é o elemento unificador, capaz de descodificar criativamente as realidades abstratas e transformá-las numa descrição materializada pelo signo (Bürdek, 2005; Ashwin, 1984). O projeto expressa-se por signos e é um ato interativo entre a imaginação implícita e a representação explícita “mental imagery”, (Cross, 2006). O agente observador (designer) inicia o processo de descodificação e sintetização, abreviando a carga de perplexidade existente tanto no problema observável, como no próprio processo projetual, tal como abordou Ammon (2010, p.14). A ponte entre o problema observável, a proposição da solução e o processo de resolução, é o momento reflexivo que Shön (1987) designou por “reflection-in-action”, e que implica a relação dialogal com a situação, os instrumentos concetuais e os materiais da descrição.

O projeto de Design, sendo um ato expressamente criativo e técnico, é estruturalmente um processo sistémico, em que todas as fases interligam-se e influem umas sobre as outras, como uma vasta rede de conexões. O projeto, como metodologia processual, é um percurso que transforma um conceito vago numa solução concreta que, sob a organização e conexão dos componentes que constituem um sistema, o torna mais clarificado e reconhecível, transformando-o num âmbito de uma realidade que pode ser entendida e trabalhada. Como qualquer sistema complexo, inicialmente confuso e incompreendido, o projeto cria um sentimento de incerteza e de receio, essencialmente nos designers com pouca experiência de gestão e a prática.

Como processo evolutivo, à medida que o projeto vai avançando através da contínua ação de proposição de soluções e respetiva tomada de decisões, gera-se um espírito de confiança que determina o que chamamos de evolução processual, onde se desenvolve a ação de descodificação dos problemas, outrora mal definidos (Simon, 1969). Um processo projetual assemelha-se analogicamente ao ciclo de vida de uma árvore de fruto (figura 13), em que as raízes

constituem os requisitos do problema e, no processo de análise, estes são transformados em critérios e objetivos do projeto. A raiz primária corresponde à essência do problema, centrando o significado da sua existência nas dimensões do que é o problema, como é estruturado, que implicações compromete e qual a sua complexidade. O tronco que eleva a árvore é, para nós, uma estrutura de fibras ou caminhos que correspondem à metodologia do projeto, organização de informação e o gerenciamento.

Esta interface entre o reconhecimento do problema e a estruturação de um processo, serve para determinar os meios e os passos para encontrar as proposições e desencadear as hipóteses de solução. Centrado no reconhecimento do problema, a decomposição do mesmo corresponde aos ramos da árvore que sustentam os frutos e que, no caso do projeto, dizem respeito às várias reflexões que demonstram características diferenciadas no contexto da criação das diferentes hipóteses. Cada ramo designa a formação de um conceito que pode resultar em várias hipóteses dentro desse mesmo conceito, equivalendo aos galhos que brotam dos ramos. Na estrutura de um projeto, na fase de ideação, promovem-se alguns conceitos e derivações que podem ser em maior ou menor número, consoante a viabilidade que demonstram em relação aos requisitos lançados. Nem todos os percursos conceituais (ramos) são fortes o suficiente em termos de características (fibra) e na ação de decisão, ou são eliminados ou deixados em standby, para colaborar no desenvolvimento de outros conceitos.

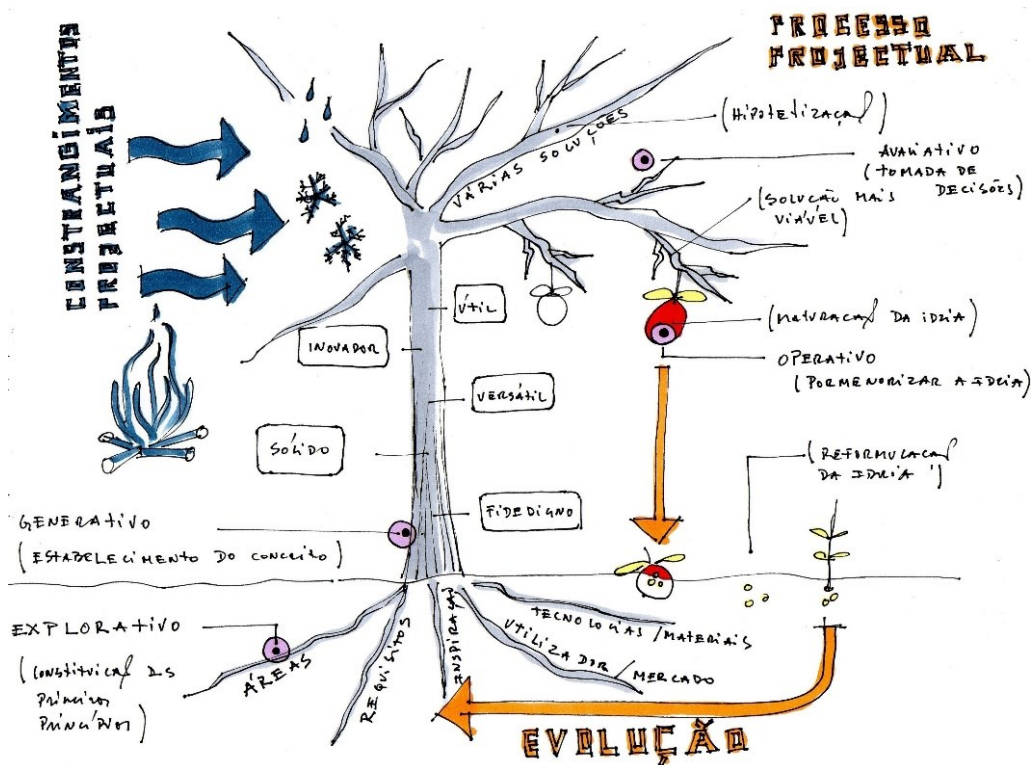


Fig. 13 - Analogia ao processo projetual de design. Fonte: o autor.

Os constrangimentos externos que podem ser imposições legais, transformações económicas e sociais e/ou problemas de produção, e os constrangimentos internos, que se relacionam com o estado psicológico do designer e as suas competências, influem diretamente na constituição das várias hipóteses (galhos). Esta ação direta dos constrangimentos tem um papel selecionador e de ponderação de quais são os pré-conceitos que resistem às adversidades. O desenvolvimento dos pré-conceitos, ainda vagos em termos de uma resposta efetiva para propor uma solução consistente, são como os botões, que dão origem às flores e ao fruto e que equiparadamente representam as fases de desenvolvimento e detalhe, ou a maturação e viabilização. O desenvolvimento dos pré-conceitos selecionados estabelece, até o momento da sua materialização, um confronto contínuo com novos constrangimentos, que ditam o reforço da sua consistência ou o declínio da sua composição, obrigando o designer a optar por outro pré-conceito para submetê-lo à comprovação da sua viabilidade. Este é também um fenómeno muito visível no ciclo natural da árvore, em que o crescimento dos frutos é sujeito a vários tipos de efeitos, e só os mais resistentes é que amadurecem e completam o seu ciclo. No desenvolvimento de um produto, existem várias dificuldades que podem inviabilizar a maturação de um conceito e que podem ser categorizados pelas seguintes ordens:

- . Ordem técnica e tecnológica como a inviabilidade produtiva, desrespeito na utilização dos materiais, exagero do número de componentes e da sua complexidade;
- . Ordem social, pelo conflito cultural que pode ser causado na alienação dos costumes, crenças, gostos e esquecimento dos valores;
- . Ordem económica, pelo custo dos materiais e da mão-de-obra dos mercados de produção, custo final do produto, concorrência, flutuabilidade social e económica;
- . Ordem ética que implica os cuidados a ter com o plágio de outras soluções dentro do mesmo domínio e o respeito pelas regras comerciais;
- . Ordem legal que são imposições ou normas a cumprir, como os trâmites de produção, especificidades de utilização, questões de segurança, condições ecológicas, regras dos mercados;
- . Ordem pessoal que respeita o acesso ao conhecimento necessário, colaborações externas, tempo, recursos técnicos e materiais.

No fim, os conceitos que prevalecem são então os que resistem aos constrangimentos e às adversidades do ambiente que envolve o sistema. Estes conceitos são formados por hipóteses que apresentam a maior probabilidade de crescerem e de se qualificarem como potenciais melhores proposições, conjugando a melhor performance formal e funcional, a interação com o utilizador, o cumprimento dos valores culturais e superação das expectativas, respeito pelo ambiente, simplificação dos processos produtivos e viabilidade orçamental, e a garantia de satisfação dos atributos estéticos e simbólicos. O conceito que melhor responde às imposições é como o fruto que chega ao mercado depois de um escrutínio minucioso da sua qualidade. Como em qualquer sistema, os `frutos` do design, nascem, crescem e morrem, no chamado ciclo do produto de design. As sementes que ficam desses produtos são as suas características intrínsecas que se mostraram diferenciadoras em relação aos outros sistemas de referência. São as sementes que potenciam a germinação de um novo ciclo de geração de outros projetos (árvores), e a reformulação de novos sistemas, criando-se assim a inovação e o desenvolvimento.

Tomando como referência uma coluna de Pabini Gabriel-Petit⁶³, responsável por campanhas focadas no `User Experience` para grandes empresas como a Google, Cisco, Webex, Apple e a UX Matters do qual é fundador, o design é tido como um processo e não como uma metodologia. Verificando as designações dos conceitos, design como processo ou design como metodologia, poder-se-á dizer que os mesmos são antagónicos.

A visão de design como processo representa um sistema de progressão incondicionada e aberta a um conjunto de elementos que se associam à reunião das condições necessárias para se chegar a um objetivo. A metodologia do projeto é específica e única de cada designer e resulta de vários fatores como a experiência, a complexidade, dimensão do problema, os meios e recursos disponíveis para projetar, o orçamento disponível e o `deadline` para a execução. Cross (2007) reforçou o conceito que o projeto não é nem um processo, nem um método singular único. Os problemas de design são mal definidos e mal estruturados, pelo que refere:

They are not the same as the `puzzles` that scientists, mathematicians and other scholars set themselves. They are not problems for which all the necessary information is, or ever can be, available to the problem-solver. They are therefore not susceptible to exhaustive analysis, and there can never be a guarantee that `correct` solutions can be found for them. In this context a

⁶³ Gabriel-Petit, P. (2010). Design is a process, not a methodology. *Retrieved January, 19, 2011.*

solution-focused strategy is clearly preferable to a problem-focused one: it will always be possible to go on analysing 'the problem', but the designer's task is to produce 'the solution'. (p.7) ⁶⁴

Contrariamente a uma metodologia científica que utiliza os mecanismos de padronização da solução do problema para explicar o que existe e o que não é de todo compreendido, o processo metodológico do design centra-se no sistema e nos mecanismos criativos para propor novas soluções, criando inovação.

Pahl e Beitz (2007, p. 45) argumentaram que a solução dos problemas em design abrange "(...) different areas of application and different levels of concretization (...)"⁶⁵. O design, visto por esta perspetiva de projeto sistémico, é movido pela interação das diferentes áreas, para olhar o problema de um modo multivariado e abrangente em várias frentes. Também a concretização, implica a utilização de várias técnicas e processos representativos projetuais, que são específicos das diferentes fases. Porém, não se pode comparar os métodos e as ações constituintes como um livro de receitas, onde se ditam sequências de operações e ingredientes para obter a solução perfeita. Este fenómeno é marcado pelas primeiras relações que se estabelecem, quando surge o problema e a forma como se visualiza o processo projetual consequente. Para os autores, o incentivo e o interesse que levam à descoberta da solução para os problemas de design (sob uma visão do projeto de engenharia), compõem-se de três princípios basilares:

- . Quando algo é visto como insatisfatório porque se considera insuficiente ou incorreto;
- . Quando algo é desejado e, não existindo, leva à pretensão da criação e da inovação;
- . Quando existem constrangimentos que dificultam a geração da solução, vista nas duas perspetivas anteriores.

Numa perspetiva sistémica do projeto de design, os requisitos e os constrangimentos em torno do problema são essenciais para que se cumpram as proposições e a seleção, garantindo assim o processo de ideação e refinamento e o detalhe dos conceitos produzidos. Os constrangimentos do projeto podem surgir por três vias:

⁶⁴ Tradução livre do autor: "Não são o mesmo que os "puzzles" que cientistas, matemáticos e outros estudiosos definem. Eles não são problemas para os quais todas as informações necessárias estão, ou podem estar, disponíveis para o solucionador de problemas. Eles não são, portanto, suscetíveis a análises exaustivas, e nunca pode haver uma garantia de que soluções "corretas" possam ser encontradas. Nesse contexto, uma estratégia focada na solução, é claramente preferível a uma estratégia focada no problema: será sempre possível continuar analisando "o problema", mas a tarefa do designer é produzir "a solução" (Cross, 2007, p.7).

⁶⁵ Tradução livre do autor: "(...) diferentes áreas de aplicação e diferentes níveis de concretização" (Pahl; Beitz, 2013, p. 45).

- . Quando há um total desconhecimento de uma situação que obriga à exploração e à experimentação (muitas vezes por tentativa e erro) para clarificar o problema;
- . Quando existe a capacidade para responder aos constrangimentos inscritos no projeto, mas que, pela sua dimensão em termos de variáveis, impede a resolução do vasto número de combinações, tornando o processo excessivamente complexo;
- . Quando se conhece o problema de um modo vago e que, no desenvolvimento do projeto, mantém as características da incerteza e as dúvidas a respeito do que se está a gerar.

Num projeto, os requisitos e os constrangimentos nunca são conhecidos na totalidade, ao longo do processo. Alguns requisitos são descobertos na fase inicial do processo de análise do problema e outros durante o processo iterativo e coevolutivo, sendo que as propostas de solução para responder a esses requisitos enfrentam constantemente variados constrangimentos até o momento do desfecho do projeto, quando as soluções parecem viáveis. Os constrangimentos descobertos durante o processo de procura de uma solução, podem dar origem ao aparecimento de mais constrangimentos. A descoberta de novos constrangimentos são momentos críticos no projeto e levam à execução dos ciclos da frente para trás e vice-versa. Os movimentos da frente para trás surgem quando são verificadas as dúvidas (geralmente situações mal resolvidas) e os movimentos de trás para a frente realizam-se quando se toma uma decisão com base numa garantia ou segurança de que a solução é viável.

O projeto, é nesta ordem de ações, um sistema de questionamento e de resposta em ciclos de 'looping', em que, a cada resposta dada, surgem novas perguntas. Como em qualquer sistema, todos os elementos do projeto estão interligados (ver figura 14) e qualquer nova tomada de decisão tem sempre um impacto sobre as decisões tomadas anteriormente. Este processo permite a reorganização do sistema, promovendo as melhorias e as alterações necessárias ou a exclusão de partes que provoquem "ruído"⁶⁶. Para projetar com respeito⁶⁷, o designer tem de combinar os elementos internos e externos ao sistema, percebendo que todos são preponderantes, e que têm uma influência sobre o resultado final, como mostrou o modelo criativo de Mihaly Csikszentmihalyi, mencionando "(...) the creative act is not an occurrence within the mind of an isolated individual, but an interaction with the domain and field both of

⁶⁶ Utilizámos a expressão "ruído" para significar os conceitos e as decisões que não trazem benefícios ao projeto, pelo contrário, criam mais constrangimentos e complicam o desenvolvimento das hipóteses com viabilidade.

⁶⁷ Utilizámos a palavra respeito, por entendermos ação do design de grande responsabilidade social, económica e sustentável ou ambiental. Como criador, o designer intervém diretamente nos sistemas que constituem a vida e a sua ética tem de pensar as formas de melhorar e garantir o futuro.

which are spaces outside the individual's private perception, and both of which may be shared by other individual's" (Hanna, 2005, pp. 49,50).⁶⁸

Tschimmel (2009) descreveu o designer como o elemento chave na procura de informação e na organização da informação, dizendo "O designer é visto como um gestor de informações: ele tem de encontrar uma estratégia para integrar todas as informações relevantes, de uma maneira inteligente e criativa, para chegar a uma solução inovadora e adequada à tarefa de design" (p.269).

Para nós, o designer é o gestor e o criador de sistemas⁶⁹, quando tenta inovar o próprio sistema.

⁶⁸ Tradução livre do autor: " (...) o ato criativo não é uma ocorrência dentro da mente de um indivíduo isolado, mas uma interação, com o domínio e o campo, ambos espaços fora da percepção privada do indivíduo, e ambos podem ser compartilhados por outros indivíduos" (Hanna, 2005, pp. 49,50).

⁶⁹ Os sistemas são neste contexto são composições organizadas com uma intenção e que respondem a uma função ou um estado. Por exemplo, uma cadeira de escritório, um automóvel, um robot de cozinha, são sistemas composto por funções específicas que interagem com o utilizador, mas também com o meio onde estão inseridos. Nos casos dos automóveis, o sistema envolve os construtores, os peões, as oficinas de manutenção, parques de estacionamento, polícias de trânsito, regras, acidentes, garagens, comércio de peças e acessórios, drive-in theater, escolas de condução, empresas de combustível, etc.

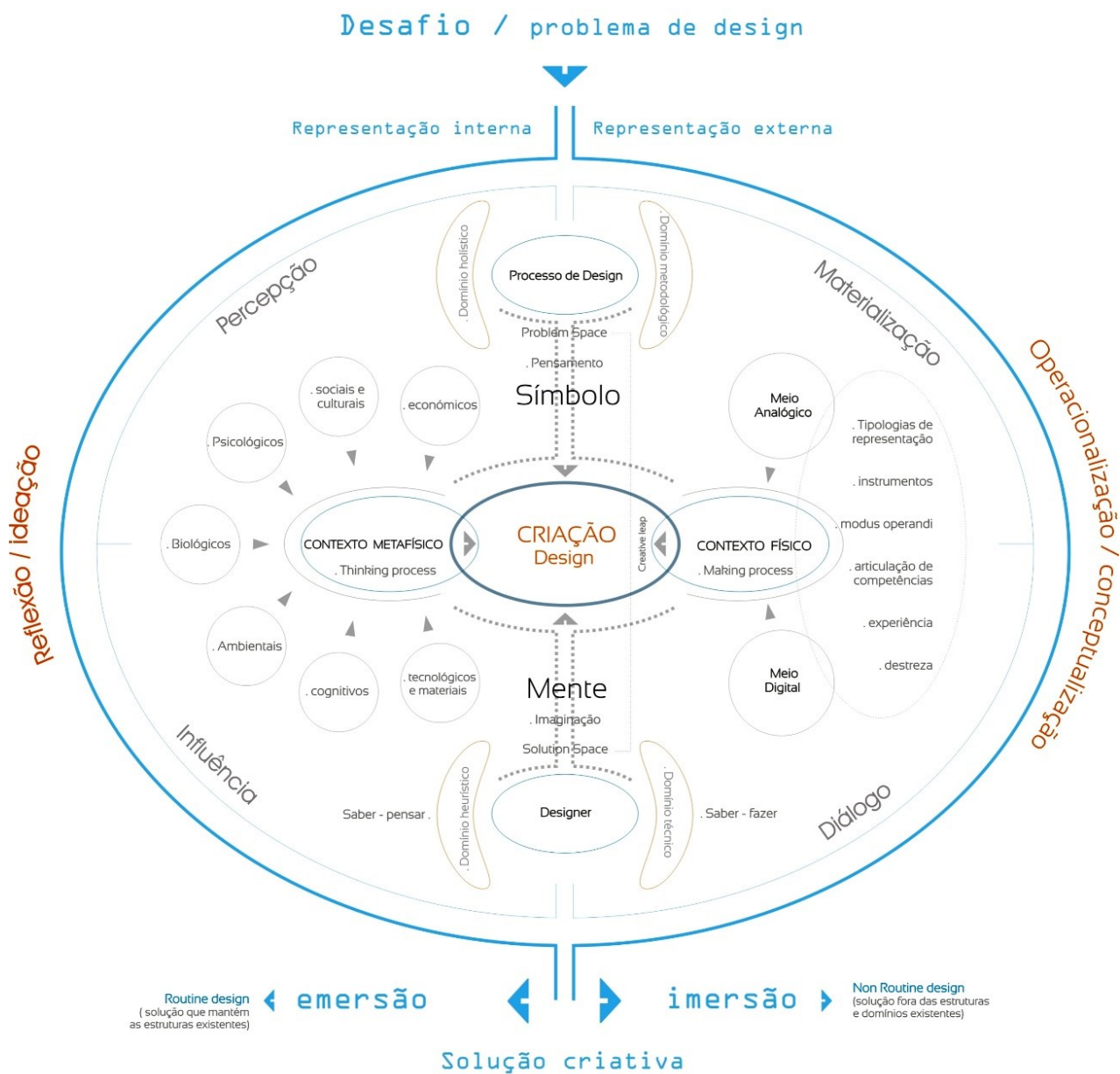


Fig. 14 - Sistema de componentes da ação de criação em design. Fonte: o autor.

1.1.2. Modelos do Processo de Design

*"The design process can be described as a gradual shaping of a design concept through an iterative cycle of representation and interpretation."*⁷⁰

(Cannaerts, 2009, p.782).

⁷⁰ Tradução livre do autor: "O processo de design pode ser descrito como uma modelação gradual de um conceito de design por meio de um ciclo iterativo de representação e interpretação"⁷⁰ (Cannaerts, 2009, p.782).

Cross e Roy (1989), em “Engineering Design Methods, Strategies for Product Design”, dividiram o processo de design, de forma global, em três modelos, baseado nas evidências das investigações produzidas até o momento. Nigel Cross e Robin Roy referiram que os modelos existentes pouco se diferenciavam dos aspectos ligados à descrição das fases constituintes do projeto e da prescrição das linhas condutoras para a consecução de um bom processo projetual de design. Os modelos apresentados por Nigel Cross foram diferenciados na sua estrutura, como o modelo descritivo, modelo prescritivo e modelo integrado. O modelo descritivo é um modelo que se estrutura no “(...) solution-focused nature of design thinking” (ibid. p.29), essencialmente na forma geracional do conceito, ou constituição de várias propostas, nos momentos iniciais de análise, avaliação, síntese e desenvolvimento. O modelo descritivo é o processo de autoconstrução, descoberta e experimentação.

Baseado num ciclo iterativo, as proposições de solução são sujeitas a avaliações contínuas, comparando-se as ideias com os objetivos e os constrangimentos projetuais, e reformula-se, parcialmente ou na totalidade, o conceito explorado inicialmente. Nigel Cross separou o modelo descritivo em quatro fases, onde constam a exploração, a geração, a avaliação e a comunicação. A fase de exploração promove a geração de propostas, a avaliação promove o ciclo de análise dos resultados e a tomada de decisão que renova o processo projetual, gerando-se o melhoramento contínuo das propostas, através das projeções e experimentações graduais que representam a progressão do processo. A organização das subfases no modelo descritivo pode ser compreendida, num primeiro momento, de exploração, onde se verifica uma necessidade, define-se o problema, analisam-se e sintetizam-se os requisitos e os constrangimentos projetuais. O segundo momento consiste na geração, criando-se as primeiras representações do conceito, seleção de soluções e o refinamento das hipóteses. A avaliação compreende a tomada de decisão e a seleção articulada com os objetivos e os constrangimentos do projeto, sob a preocupação da viabilização técnica dos conceitos, a relação de interface⁷¹, e a notoriedade ou diferenciação do que existe. Na avaliação, o processo gera ciclicamente vários “loops”, um tipo de raciocínio “backward” e “forward” (Kuan e Gao, 2005), para se refazerem os estados do conceito que não estão bem definidos ou que simplesmente não resultam. A comunicação, representa no nosso modo de compreender o projeto de design em dois estados de relacionamento com o designer. O primeiro estado é a intenção de explanação do projeto e a demonstração da evolução, até

⁷¹ Muitos dos modelos do processo de design, ligam-se às atividades centradas na análise do problema, design de conceito, desenvolvimento, detalhe e apresentação.

chegar à solução para um dado problema. O segundo estado cumpre a função de apoio à autorreflexão no processo iterativo do projeto. A comunicação é uma fase projetual que expõe e justifica com clareza a solução do projeto. Através da comunicação, procuram-se as referências de novos problemas projetuais, constata-se soluções, validam-se proposições e levantam-se novas hipóteses.

Os modelos prescritivos do processo de design têm-se demarcado pela maior evidência do trabalho analítico, para formalizar a geração de soluções e a melhor compreensão do problema de design. Os modelos prescritivos são definidos por uma estrutura processual designada pela análise, síntese, avaliação (Jones, 1984). Na análise, são verificados todos os requisitos e é tomada a decisão ou seleção dos mais relevantes, para gerar as especificações performativas do problema para posteriormente desenvolver o projeto. A síntese representa a procura das melhores soluções possíveis para as especificações performativas, criando-se uma abreviação de informação que distingue os conteúdos relevantes ou promissores, para responder ao enquadramento do problema com maior clareza. A avaliação refere o momento do processo projetual em que é necessário um valor para os resultados performativos que respondem aos requisitos, antecipando os problemas que possam comprometer a solução final ou a continuidade do projeto. Cross e Roy (1989, p.35), descrevendo o processo de design de Archer (1984), fizeram referência à inclusão de aspetos externos ao projeto, como os clientes, o domínio, a experiência do designer, que influenciam os resultados ou as fontes de informação previstas. Estes elementos externos e internos ao designer são considerados “inputs e outputs” que obrigam à constante reformulação dos momentos do projeto. Segundo Nigel Cross e Robin Roy, Archer verificou seis passos projetuais (ver figura 15) no processo de design, que constaram dos seguintes pontos:

- . Programação ou estabelecimento das grandes questões, organização de informação, e proposição de um conjunto de ações a desenvolver;
- . Recolha e síntese dos dados onde se criam bases de dados de informação ou esquemas ligados à organização dos critérios definidos como os primeiros princípios de projeto;
- . Avaliação dos dados pertinentes por padrões definidos nos objetivos e na sensatez sobre os dados relevantes, necessários e irrelevantes;
- . Síntese, que é descrita como a preparação das propostas de design, que são ideias prematuras que significam conceitos ou previsões de solução;
- . Desenvolvimento, ou a fase em que se dá corpo às ideias, promovendo a viabilização dos conceitos, através do solucionamento técnico e construtivo aplicável ao contexto da produção;

. Comunicação que, para Archer (1984), é vista como uma preparação da documentação para a fabricação ou produção. A comunicação é um princípio de apresentação do projeto nas várias fases, para explicar o exercício do projeto nas dimensões evolutivas do processo.

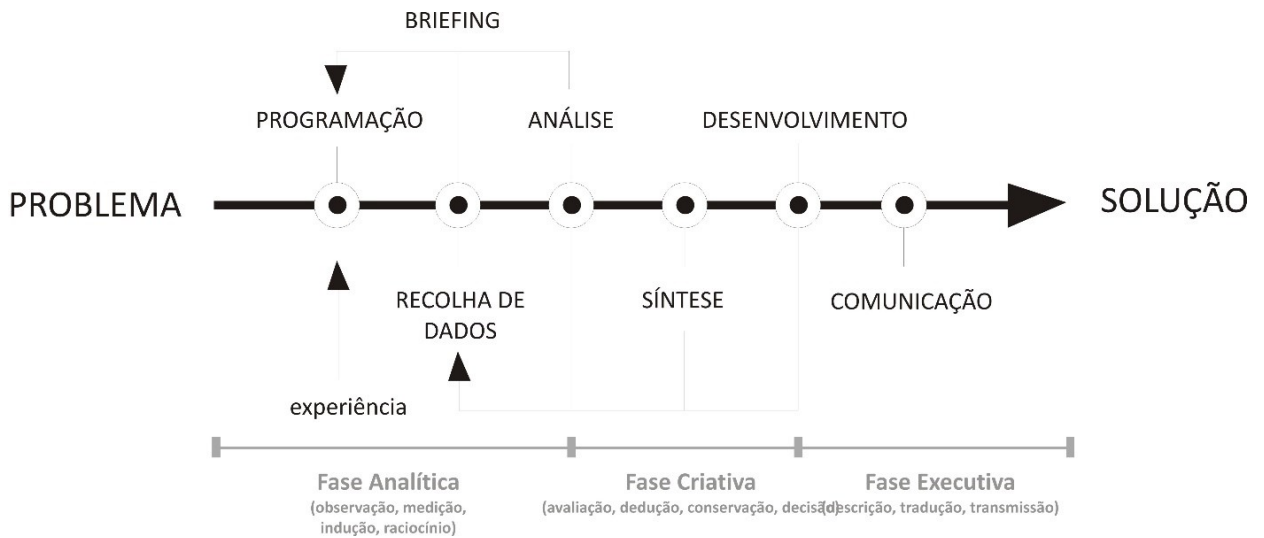
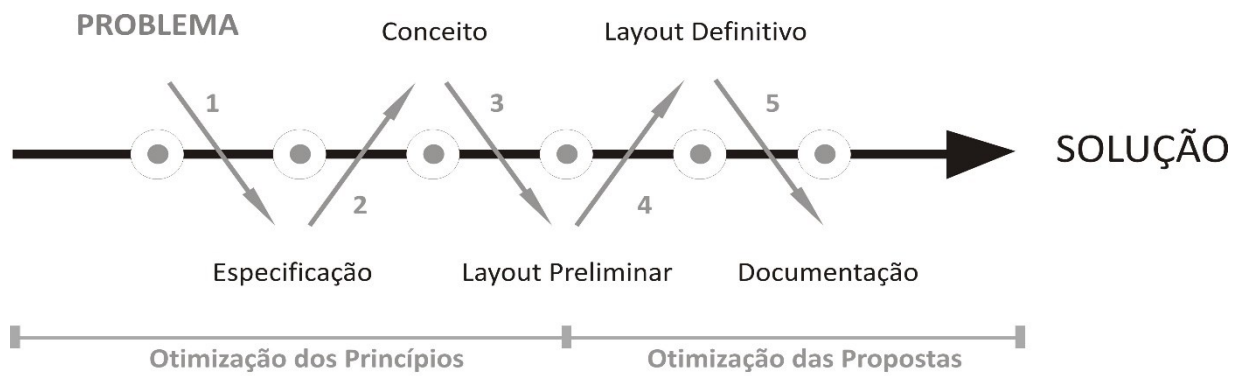


Fig. 15 - Modelo de projeto de design. Fonte: adaptado de Archer (1984, apud. Cross e Roy, 1989, pp.35,36).

O modelo de Pahl e Beitz (1984) foi também apresentado por Cross e Roy (1989) como sendo um modelo descritivo do processo de design (ver figura 16) assente em quatro fases:

- . Clarificação da tarefa onde se estruturam os requisitos e os constrangimentos do problema, reunindo um conjunto de dados que conduzem o projeto ao nível da centralização nas preocupações julgadas fulcrais;
- . Projeto concetual que conjuga os primeiros princípios, os constrangimentos, as variáveis de questionamento e a variação das proposições;
- . Desenvolvimento (desenvolvimento e optimização) que inicia após a decisão da melhor proposta e é responsável (pela forma de pensamento convergente) pela viabilização do conceito, implicando transformações e adaptações;
- . Design de detalhe, que agrupa o conjunto de preocupações que correspondem à reestruturação de pormenores estruturais do conceito e que podem ser relacionados com forma, estrutura, função, materiais, pormenores técnicos de construção, implicações económicas, etc.



1. Clarificação do problema
2. Identificação dos problemas fundamentais, estabelecimento dos requisitos e constrangimentos do problema, procura dos princípios da solução, hipotetização, avaliação das propostas
3. Desenvolvimento dos primeiros esboços formais e funcionais, seleção das melhores ideias, correção e aperfeiçoamento de critérios mal definidos
4. Otimização das ideias propostas, verificação de erros e problemas de produção, preparação das propostas verificável no todo e nas partes
5. Detalhe de pormenorização ou finalização dos detalhes, pormenores técnicos, e documentação para a produção

Fig. 16 - Modelo do processo de design. Fonte: adaptado de Pahl e Beitz (1984, apud. Cross, 1989, p.37).

Os modelos integrados (ver figura 17), mais tarde reconhecidos como modelos coevolutivos (Cross e Dorst, 2001; Maher et al. 1996), definem a criação pela exploração simultânea entre a formulação do problema e as possibilidades de construção de soluções, numa constante iteração de análise, síntese, avaliação do processo como mencionaram Cross e Roy (1989), “(...) some logical progression from problem to sub-problems and from sub-solutions to solutions” (p.42).⁷²

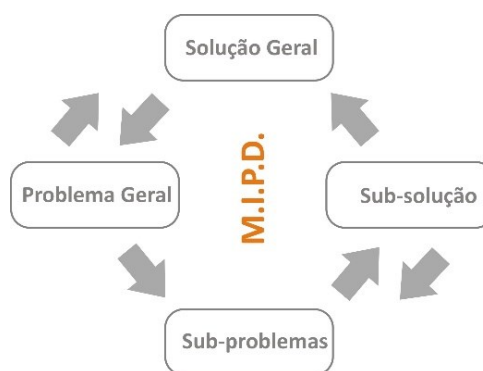


Fig. 17 - Modelo Integrante do Processo de Design. Fonte: adaptado de Cross e Roy (1989, p.42).

⁷² Tradução livre do autor: “(...) Alguma progressão lógica de problema para subproblemas e de subsoluções para soluções” (Cross, 2000, p.42).

Nos modelos integrados, o processo desenvolve-se num ciclo de avanços e recuos entre o espaço do problema e espaço da solução, uma forma de progressão que inicia no problema encontrado e termina na solução proposta. Nigel Cross estabeleceu um conjunto de critérios relacionados com os modelos integrados do processo de design e dividiu-os em sete fases, conforme as seguintes designações:

- . Clarificação dos objetivos que, para o autor, representa o traçar metas e subobjetivos;
- . Estabelecimento de funções ou análise de funções, que procuram determinar as funções requeridas e as limitações que condicionarão o processo;
- . Requisitos de configuração que agregam a preocupação, com a especificação da performance;
- . Determinar as características que se ligam ao desenvolvimento de aspetos que satisfazem o utilizador;
- . Geração de alternativas que muitas vezes são aplicadas no processo de design, como quadros de análise, para gerar várias opções ou hipóteses de solução;
- . Avaliação de alternativas ou objetivação ponderada, para comparar o valor de cada alternativa gerada, baseando os critérios na relação da melhor performance e resposta aos requisitos do problema, verificados no ponto três;
- . Melhoramento de detalhes funcionais para aumentar o valor do produto nas vendas e reduzindo o custo de produção (lucro).

A clarificação dos objetivos é uma organização da informação e a tentativa de encontrar um fio condutor para os princípios estabelecidos. A clarificação dos objetivos é aplicável a qualquer fase do projeto e não é um processo estático, podendo “(...) completely altered as the problem becomes better understood and as solution ideas develop” (Cross e Roy, 1989, p.61)⁷³. As questões fundamentais que se prendem com a clarificação dos objetivos são as questões promovidas pelas crianças quando utilizam “porquê?” “como?” “o quê?” “para quê?” Estas interrogações servem para descortinar e compreender melhor algo que as intriga ou suscita dúvidas.

⁷³ Tradução livre do autor: “(...) Completamente alterado à medida que o problema se torna melhor compreendido e as ideias de solução desenvolvem-se” (Cross e Roy, 1989, p.61).

Seguidamente, existe a necessidade de ordenar os objetivos pelo valor de importância em alto nível, podendo verificar-se a designação dos grandes objetivos e subobjetivos, através da utilização de uma hierarquização por diagrama, que orientará a procura da solução.

O estabelecimento de funções foca-se no tipo de soluções que satisfazem os requisitos funcionais. As macrofunções caracterizam o contexto do produto ou sistema na sua essência (para que serve e como concede a sua contribuição). As subfunções são interligadas à macrofunção, desempenhando um papel crucial constitutivo.

O método de análise de funções é descrito por Nigel Cross e Robin Roy como a estruturação de todas as funções aplicáveis ao projeto, baseando-se na perspectiva indutiva da introdução de um “input” e o que é esperado sob a perspectiva dedutiva de “output”, ou seja, é proposta uma determinada ação que, ao submeter-se à blackbox⁷⁴, promove um resultado.

O método da especificação da performance é utilizado para definir os problemas de design. A especificação da performance tem de ser estabelecida com um nível apropriado de considerações gerais. Um elevado nível de considerações é visto, pelos autores, como a sugestão inapropriada de soluções, e o baixo nível, em que prevalecem apenas as considerações específicas, invalidam a possibilidade de se compararem alternativas. Três tipologias de performance são enumeradas como fundamentais, referindo as alternativas dos produtos, dos tipos de produtos e das características dos produtos. O grande nível de considerações remete para a capacidade que as soluções demonstram em acrescentar novas formas de operacionalizar as funções e apresentar novos atributos. O nível intermédio significa quando as soluções apresentam uma melhoria às soluções existentes no domínio, ou quando se alteram as soluções que são consideradas obsoletas. O baixo nível de especificação corresponde às alterações promovidas sobre as soluções anteriores, não se inovando na criação de novas proposições. A identificação dos atributos da performance fundamenta-se nos objetivos do projeto e na análise de funções e podem ser verificados por exemplo na escolha do material indicado para o propósito de projeto. A listagem dos atributos performativos define as condições que as possíveis soluções devem integrar e pode resultar da avaliação de outros sistemas referência existentes no mercado, nomeadamente nos erros de performance.

⁷⁴ A blackbox no ato projetual, pode ser pensada como um espaço construtivo de ensaio, onde se testam proposições para a solução dos problemas e se tiram conclusões para serem equacionadas e avaliadas. A blackbox existe durante todo o processo projetual. Na medida em que se vai avançando na tomada de decisões, e na identificação das várias soluções, a sua função vai-se tornando menor e menos produtiva. Os inputs são trabalhados na blackbox e posteriormente convertidos em outputs.

A determinação das características não é um procedimento semelhante nas várias áreas projetuais, quando realizado por marketers, designers, engenheiros, arquitetos. O seu foco de interesse nas características de um produto não são iguais e tendem a ter aspetos diferenciados, como a concretização técnica e produtiva, a relação espacial, a relevância na satisfação do consumidor, a performance ergonómica, critérios de segurança, a preocupação com as imposições legais, etc. A performance da solução pode ser verificada nestes domínios e, para se compreender a performance desses critérios perante a opinião dos utilizadores, aplicam-se os métodos de análise e inquirimento. A geração de alternativas é a fase mais marcante no processo de design, onde a criatividade, os conhecimentos e os sentimentos se fundem num propósito: o criar.

O método do gráfico de análise morfológica GMA (General Morfological Analysis de Fritz Zwicky) apresenta a lista de funções e as características (critérios) que são essenciais na geração do conceito. Neste tipo de quadros (ver figuras 18,19), o número de soluções é vasto e não se limita a encontrar soluções de recombinação, mas de intervenção, de alteração e de melhoramento. O processo de recolha de dados para representar um novo sistema depende da seleção das subsoluções (uma por cada linha horizontal do quadro). Nas colunas verticais, estão dispostos os parâmetros ou critérios que correspondem à lista de funções, ou características do que se pretende projetar, e as linhas horizontais correspondem ao número de subsoluções ou possibilidades que podem existir. Os critérios de escolha ou tomada de decisão das melhores combinações (soluções) são verificados na resposta do potencial dos parâmetros definidos no conceito do projeto.

Características	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6
Energia	Solar	Eólica	Gás	Elétrica	Hidrogénio	Nuclear
Forma	Esférica	Cúbica	Paralelipipédica	Cónica	Trapezoidal	Piramidal
Cor	Preto	Cinzento	Branco	Castanho	Verde	Amarelo
...						

Fig. 18 - Exemplo de um quadro de Análise Morfológica Matrix com uma possível combinação de características marcada a fundo amarelo. Utilizando os grupos e as diferentes características temos um vasto conjunto de soluções.

MATRIZ MORFOLÓGICA Lâminas de Barbear

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1 GRUPOS	TAGG	UNILISS	SHAVE FACE	SHAVE FACE	SHAVEFACE										
2 FORMA PRINCIPAL															
3 TIPO DE CABO															
4 TIPO DE CABEÇA															
5 TIPO DE LÂMINA															
6 SISTEMA DE APOIO (SUAÇÃO)															
7 TEXTURA/ PADRÃO															
8 MATERIAL (RESISTÊNCIA)	PLÁSTICO	ALUMÍNIO	FIBRO	BOISACIA	MADERA	SILICÓNIO	PVC								
9 SEGURANÇA															
10 ANALÓGIA A ANIMAIS/ INSETOS															

Fig. 19 - Exemplo de um quadro de Análise Morfológica Matrix realizada pelos alunos do segundo ano da licenciatura de design 2017/2018 na Unidade Curricular de Design de Produção sob a orientação do autor, IADE-Universidade Europeia.

A avaliação de alternativas implica a tomada de decisão de uma forma racional e é avaliada ao realizar a comparação no conjunto geral dos objetivos. Na forma de avaliação, a confiabilidade é mais rigorosa quando é realizada por vários avaliadores, em que cada um aplica diferentemente um valor sobre as soluções analisadas. As escalas de avaliação podem ser mais ou menos detalhadas (ver quadro 1), perante os parâmetros de avaliação e os objetivos que se pretendem alcançar.

Valores	Esc.	11 critérios	5 critérios	3 critérios
	0	solução totalmente sem utilidade	INADEQUADA	MAU
	1	solução inadequada		
	2	solução muito fraca	FRACA	
	3	solução fraca		
	4	solução torável	SATISFATÓRIO	SATISFATÓRIO
	5	solução adequada		
	6	solução satisfatória	BOA	
	7	boa solução		
	8	muito boa solução	EXCELENTE	BOM
	9	solução excelente		
	10	solução perfeita		

Quadro 1 - Exemplo de tabela comparativa das diferentes escalas de avaliação

Os melhoramentos dos detalhes foram definidos por Cross e Roy (ibid, p.163) como uma técnica inteligente para fazer design. Para os autores, uma boa estratégia da prática de design é a utilização do redesign, em vez de se aplicarem grandes esforços para gerar uma solução exclusivamente nova. O melhoramento pode garantir o aumento do valor projetado no produto (método da engenharia do valor)⁷⁵ e a redução de custos de produção. O valor representado pelos consumidores é geral e os objetos são conotados pelo que fazem (função principal), pela forma e pela aparência. Por exemplo, na compra de um agrafador, o consumidor preocupa-se com a capacidade do objeto agrafar um número de folhas e não com a performance do êmbolo, se empurra bem os agrafos na corredeira. O melhoramento pode corresponder a uma redução do número de funções e componentes, combinando-os. Pode também ser executado pela simplificação das assemblagens, proximidade de componentes, modificação de materiais e métodos de produção, standardização de partes, repetição de processos de fabrico. A utilidade é vista como a performance ou a capacidade de o objeto desempenhar a função, e a confiança pode ser garantida pela robustez, resistência, segurança e tempo de vida do produto.

⁷⁵ O método da engenharia do valor, visa a melhoria dos pormenores e da performance, assim como o aumento da empatia por parte do consumidor para aumentar o valor/custo.

A interação com o ambiente é hoje uma premissa que inclui vários fatores que vão desde a escolha dos materiais, ao processo de transformação, ao desgaste de componentes, à facilidade de desmembramento e troca de peças, ao ruído, à poluição e à energia gasta.

Takeda et al. (1990), sob a visão da construção de um modelo computacional do processo de design, aplicaram o conceito de meta-modelo, consistindo nos métodos descritivos e cognitivos de acordo com Finger e Dixon (1989). Para a geração do modelo computacional, o processo de design é tido como um processo iterativo, assente nos processos de raciocínio ligados à abdução e circunscrição⁷⁶. Os modelos descritivos fazem referência à forma como o projeto é realizado, os modelos cognitivos destacam o modo como o designer pensa e estrutura o projeto, e os modelos prescritivos estabelecem como o projeto deve ser realizado nas várias dimensões, tanto cognitivas como descritivas. Sob a abordagem experimental de casos reais no estudo de protocolo, os autores aplicaram um modelo cognitivo de design baseado em cinco subprocessos que constituem um ciclo de design. Os principais subprocessos são:

- . Consciencialização do problema;
- . Sugestão, em que se definem os conceitos chave necessários à resolução do problema;
- . Desenvolvimento ou construção de possibilidades de solução, baseados nos conceitos base e utilizando vários tipos de conhecimento de projetual. Para os autores, quando existem problemas que não ficam resolvidos na fase de desenvolvimento, tem de ser contemplados num próximo ciclo até todos os conceitos base ficarem viabilizados;
- . Avaliação das proposições verificada por uma forma de simulação do comportamento, avaliação das formas, estrutura, interação de elementos e custos;
- . Conclusão em que se decide qual a proposta mais efetiva.

Os autores distinguiram ainda dois níveis de atividade mental dos designers, quando processam o projeto. O primeiro nível é o nível do objeto, onde são pensados todos os atributos do objeto, como as propriedades, as características físicas e mecânicas e o seu comportamento no cumprimento das funções. O segundo nível é chamado de ação, onde é pensado todo o

⁷⁶ "Abduction is used to expand the designer's thought, deduction is used where designer wants to get all obtainable facts from currently available design knowledge and design object descriptions, and circumscription is applied to solve an inconsistency found during deductive reasoning" .Tradução livre do autor: "A abdução é um tipo de pensamento utilizado para expandir o pensamento do designer, dedução realiza-se quando o designer pretende obter todos os factos e descrições do projeto e a circunscrição é utilizada para resolver uma inconsistência encontrada durante o raciocínio dedutivo" (Takeda et al. 1990, p.38).

procedimento a realizar e como realizá-lo de uma forma metodológica e faseada. A estruturação dos modelos de design está inteiramente ligada à necessidade de criação de metodologias⁷⁷ para resolver os problemas de design. Burdek (2005, p.251) mencionou que não existem metodologias únicas e rigorosas para abranger todos os problemas de design, mas apenas direções que colaboram na criação dessas metodologias, que levam à ação (ver figura 20).

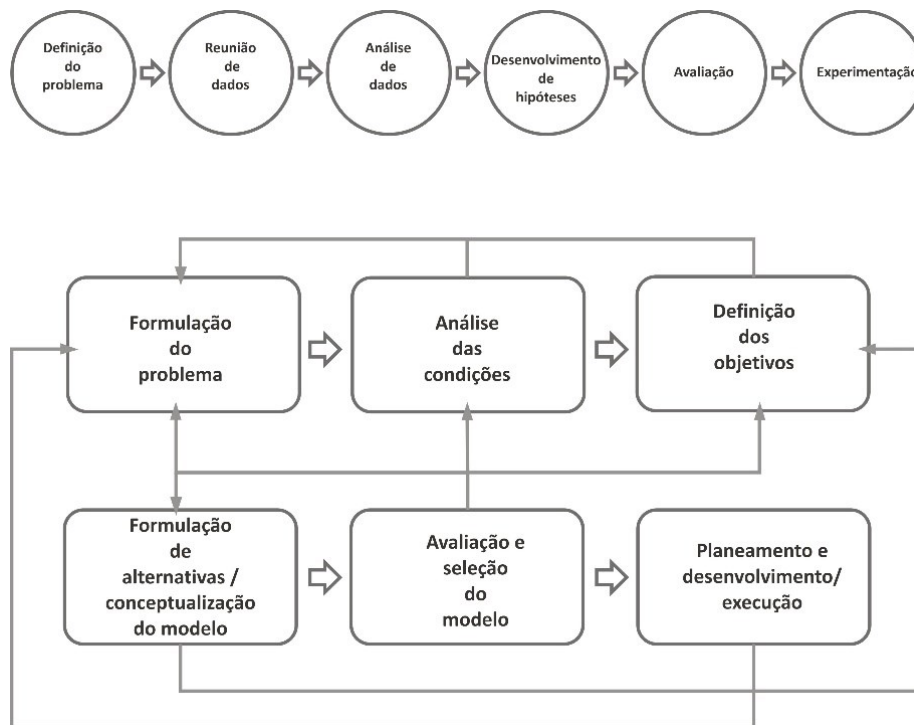


Fig. 20 - Modelo de processo de design. Fonte: adaptado de Burdek (2005).

Para Hartmann (2009), o processo proveniente da arquitetura e do design advém de quatro principais estágios: a procura dos resultados, através da aplicação de métodos de pesquisa para estabelecer os constrangimentos e que acrescentamos os critérios do problema; a fase de ideação, onde são geradas hipóteses e se selecionam as mais promissoras em termos de viabilidade; a fase de prototipagem para a criação de uma imagem concreta das ideias e para testar as hipóteses selecionadas; a fase de detalhe resultante dos testes para melhoramento das questões mal respondidas.

⁷⁷ Bonsiepe (1992) definiu a metodologia como "(...) as modalidades de ação num determinado campo da solução de problemas. Esperamos uma ajuda metodológica para determinar a sequência das ações (quando fazer alguma coisa) e o conteúdo da ação (que fazer) e para definir os processos específicos a aplicar (como fazer, que técnicas usam). (...) não se deve, porém, confundi-la com uma receita, pois receita significa rotina (...)" (p.207).

Bonsiepe (1992), centrado no problema, defendeu a macroestrutura projetual como a subdivisão do processo projetual nas várias fases ou etapas, e a microestrutura, como as técnicas específicas inerentes às fases projetuais. O autor dividiu o processo projetual em três etapas, a estruturação do problema, o projeto e a realização do projeto.

Nos anos 80, a atividade projetual é vista como uma ação subjetiva que não se estrutura por uma ordem padrão e que demonstra a diferença de designer para designer, pela forma como este constrói a noção da realidade e formula a sua identidade própria. Christopher Alexander representou a mudança do paradigma, no qual os problemas de design deixam de ser analisados no modo funcional, para adquirirem uma abordagem sistémica na procura de novas possibilidades semânticas. O processo de design passou a ser considerado uma prática reflexiva (Donald Schön) onde "(...) é tido como um processo complexo, subjetivo e sintético onde não existe uma solução correta, apenas respostas condicionadas pela situação e pela experiência" (Tschimmel, 2009, p.267). O modelo do processo de design passou a ser entendido nas seguintes fases: denominação ou percecionamento dos fatores relevantes afetos ao problema; enquadramento, que se estrutura com base no conhecimento adquirido e nas experiências vividas; concebimento das ações de desenvolvimento de alternativas; e por fim, a avaliação do que é proposto para verificar as falhas. No propósito da avaliação, o reenquadramento é formulado para identificar novas alternativas ou melhorar as que se propuseram anteriormente.

O modelo da coevolução Dorst e Cross (2001) implica o desenvolvimento e refinamento da formulação do problema, assim como o processamento iterativo nas fases de análise, desenvolvimento, síntese e avaliação. O processo em si é aberto, e existe sempre a possibilidade de evolução e singularidade específica de cada designer (modos de pensar) por compreender de um modo específico os fatores conjeturais e situacionais do projeto (Eastman e Computing, 2001). Projetar é um ato de antevisão, compreensão, interpretação e ação, desencadeada nas projeções⁷⁸ e designado por processo hermenêutico. A caracterização hermenêutica defende um processo aberto, autorrevelador e de autodescoberta, baseado na estrutura dialógica da relação contínua do questionamento e da resposta (avanços e retrocessos) e da interpretação dos factos. O modelo de processo de design descrito por Gui Bonsiepe correspondeu a treze passos (como se pode visualizar na figura 21) e nos seguintes pontos:

⁷⁸ Snodgrass e Coyne (1997), mencionando Hans-Georg Gadamer abordaram que o círculo hermenêutico "(...) involving the projection of preunderstandings and a dialogical structure of question and answers" (p.65). Tradução livre do autor: "(...) envolvendo a projeção de pré-entendimentos e uma estrutura dialógica de perguntas e respostas".

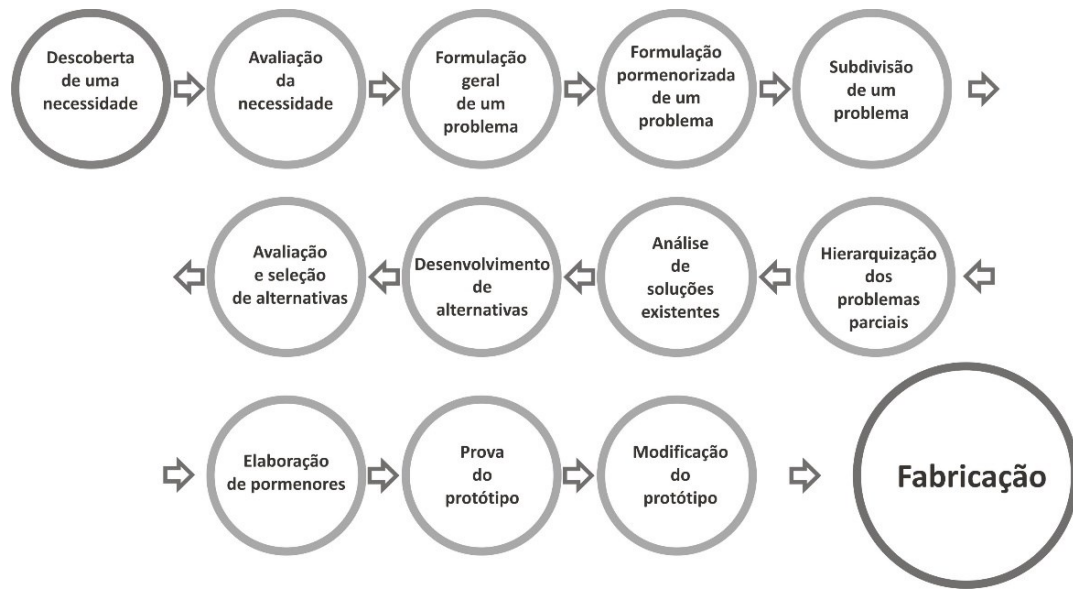


Fig. 21 - Fases metodológicas do processo de design de Bonsieppe (1992).

- . A descoberta de uma necessidade⁷⁹ é verificada no encontro de uma falta ou falha, que exige uma mudança;
- . A avaliação da necessidade é tomada como uma relação de proximidade ou distanciamento das outras necessidades numa comparação;
- . O grau de avaliação estabelece-se por uma determinação de valor social;
- . A formulação geral de um problema resulta da definição dos aspetos essenciais à solução e a finalidade de conceção do projeto;
- . A formulação pormenorizada é constituída pela estruturação dos requisitos e pelas características que irão identificar a função dos componentes;
- . A subdivisão do problema compreende a sua simplificação numa estrutura acessível e de rápida compreensão;
- . A hierarquização dos problemas parciais consta de uma seleção dos problemas por estratégias de resolução;
- . A análise da solução é formada pela verificação das características em relação aos requisitos delineados;

⁷⁹ As necessidades no design podem ser vastas e com graus de subjetividade e complexidade diferenciados, dependendo do problema que constituem.

. O desenvolvimento de alternativas é uma fase da ideação, e é trabalhada com técnicas de apoio, como por exemplo o brainstorming ou a análise morfológica;

. Avaliação e seleção de alternativas, tal como a análise de soluções, avalia as hipóteses tendo por base um protocolo de critérios;

. A elaboração de pormenores define com melhor precisão a solução e elucida melhor o criador para a tomada de decisões quer ao nível das alterações necessárias, como a exclusão de algumas partes, criação ou melhoramento;

. A prova do protótipo tem a função de teste e de conclusão para a tomada de decisões antes da produção final. A modificação do protótipo existe com o propósito de melhorar o que suscita dúvidas ou o que não resulta;

. A fabricação em série altera por vezes alguns detalhes no que respeita a produção e o ajustamento em relação às tecnologias, redução de custos, etc. A fabricação da pré-série determina a capacidade produtiva e a rentabilidade que se pode implementar para um maior sucesso de negócio.

Bye e Hakala (2005), sintetizando o processo de Watkins (1995), mencionaram que os vários passos se definem pela aceitação, análise, definição, ideação, seleção, implementação e avaliação. A aceitação envolve o compromisso para a realização da criação de uma solução para o problema. A análise envolve todo o processo gerado para a obtenção da informação, que contribui para a criação de um campo visual de conhecimentos sobre o domínio do problema e das necessidades dos utilizadores. A definição dos passos projetuais é aplicada para estabelecer a organização dos problemas, segundo os critérios de dimensionamento e importância. A ideação é o processo de hipotetização em que se desenvolvem possíveis soluções para resolver o problema, sob várias perspetivas. A seleção é fundamentalmente uma pré-avaliação que toma por princípios os critérios a serem discutidos. A implementação corresponde à fase final, quando a solução foi identificada através de uma proposição. Na avaliação, os critérios aplicados ao desenvolvimento do projeto são testados e comprovados. Assim, o método de Susan Watkins resulta de uma atenção virada para o problema, considerando uma grande importância a análise e a definição do problema, como processos essenciais para a obtenção de boas soluções. O estudo de Radcliffe e Lee (1989), verificado por Cross (2006), concluiu que a aprendizagem de um processo projetual sistemático pode ser benéfico para a quantidade e qualidade de produção, quando o aluno segue uma sequência lógica de processos. No entanto, para Nigel Cross, a investigação de Ficke (1993, 1996) revelou um resultado mais aprofundado, referindo que,

quando se trata de indivíduos com experiências mais avançadas, existe uma maior flexibilidade, ainda assim não descurando o método. No seu estudo, concluiu que a abordagem à utilização de uma metodologia flexível é mais propícia à realização de boas soluções, que no caso dos designers que utilizam uma abordagem muito rígida. Cross (2000, apud. Almendra, 2010) apresentou ainda quatro estágios (ver figura 22) de operacionalização do designer no processo de design, que se inicia com a exploração dos problemas no espaço do problema, geração de propostas, avaliação em relação aos objetivos e a comunicação do produto do projeto. Este modelo foi largamente aplicado como base para a definição de modelos do processo de design a partir do ano 2000.

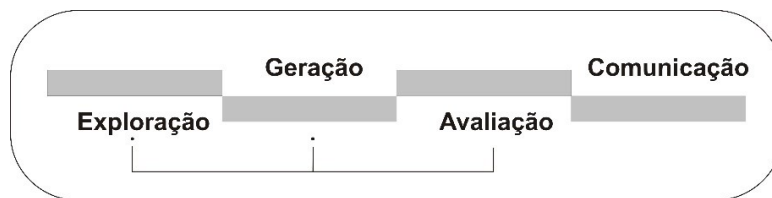


Fig. 22 - Estágios do modelo processual de Cross (2000). Fonte: adaptado de Almendra (2010, p.25)

Almendra (2010) destacou ainda o método iterativo de Pahl e Beitz (1984) como um processo consistente na análise, na síntese e no refinamento que leva à solução materializada na forma de proposta, como se pode ver na figura 23.



FIG. 23 - PROCESSO METODOLÓGICO DE DESIGN DE PAHL E BEITZ (1984). FONTE: ADAPTADO DE ALMENDRA (2010).

1.1.3. Métodos Projetuais

Os métodos projetuais descritos por Pahl e Beitz (2007) envolvem a análise, abstração, síntese, o método das questões permanentes, método da negação, método dos passos em frente, método dos passos atrás, método da segmentação, método da variação sistemática, método da divisão de trabalho e colaboração. Os autores entenderam a análise como uma procura para a compreensão da complexidade dos elementos que constituem o problema, e a relação existente entre problemas e subproblemas. A fase de análise procura simplificar para reduzir a ambiguidade. A abstração desencadeia a recuperação da memória tácitas, fazendo emergir novas abordagens para a resolução do problema, e liberta da pressão dos constrangimentos⁸⁰ ou do racionalismo das questões tecnicistas do projeto. A síntese corresponde à conexão da informação e dos resultados, com a intenção de se obterem dados plausíveis e melhor definidos. A síntese reúne os componentes do problema⁸¹, sob uma forma direta e simplificada, através de uma imagem (signo) que representa o conceito.

O método das questões permanentes é responsável pelo que se chama de processo iterativo e que advém do princípio do constante questionamento para, sequencialmente, se coletar um conjunto de dados que irão responder aos requisitos do problema. Geralmente, com a experiência adquirida noutros projetos, as questões tornam-se pró-forma, mas nunca um padrão único em todo o tipo de projetos. As questões acontecem em todos os momentos com maior ou menor intensidade, dependendo das dúvidas, ou do querer aprofundar algo. O método da negação coloca à prova situações incomuns, de soluções sobre as informações conhecidas. Este processo pode ajudar a encontrar soluções fora da caixa, visto que nega as soluções do espaço do conhecimento pessoal.

O método do passo em frente, ou método do pensamento divergente, inicia com uma ideia vaga sem quaisquer preocupações se é viável ou não, e as hipóteses lançadas podem assumir vários caminhos mais longos ou curtos perante a sua eficácia. No decorrer do processo, validam-se ou anulam-se as hipóteses, até se concluir que uma é promissora ao nível da resposta ao problema.

O método reverso de passos para trás não inicia o processo com a origem no problema, mas no objetivo da solução, pelo que, torna-se um método estruturado no pensamento convergente, em

⁸⁰ O método do brainstorming reduz a pressão dos constrangimentos gerando a abstração.

⁸¹ Enumeramos os requisitos, constrangimentos, as possibilidades de sucesso e insucesso como alguns dos componentes em torno do problema.

que as ideias têm um propósito traçado. Sendo um processo invertido, programando os passos e os elementos que devem ser tomados em conta, nunca é analisado na totalidade dos seus componentes porque é impossível antever todos os componentes de um sistema. O método de passos para trás, não é um processo exploratório e não incentiva à descoberta de novas conceções “out of the box” por focar-se apenas numa única direção de resposta.

O método da segmentação é um método eficaz quando existe a necessidade de identificar a composição dos problemas complexos. A segmentação consiste na subdivisão do problema em subproblemas menores e fáceis de descrever e podem ser divididos em macro, médios e microproblemas. No processo de design, geralmente inicia-se a resposta aos macroproblemas, e só posteriormente se resolvem os médios e microproblemas que lhe estão associados, o que representa um sistema interligado (ver figura 24).

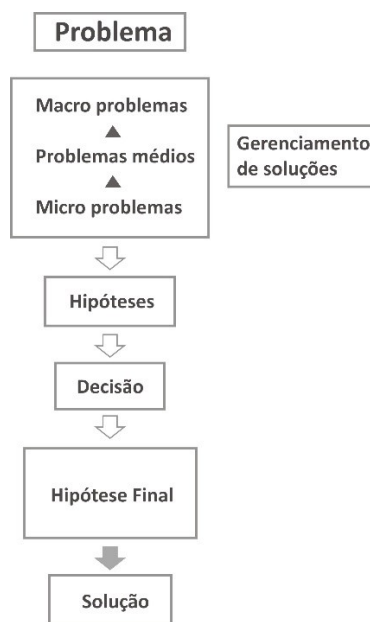


Fig. 24 - Segmentação geral do processo de resolução dos problemas em design. Fonte: o autor.

O método da variação sistemática depende, segundo os autores, das características que são necessárias para o desenvolvimento da solução, exigindo um mapeamento e uma previsão dos requisitos e das possíveis soluções. Este método ajuda a encontrar novas características mediante a resolução de outras, o que permite ver o problema de um modo mais completo.

Os métodos da divisão de trabalho e a colaboração, no design, são fundamentais para um sucesso consistente e com qualidade. A predisposição dos elementos, a colaboração multidisciplinar e o

reconhecimento funcional de cada elemento, como a boa participação e recetividade, são características determinantes para consolidar o diálogo e a estrutura de trabalho. Os métodos utilizados para definir o problema de design dividem-se em definição da tarefa de design, análise do problema, delineamento estratégico, procura de ideias no domínio, seleção de ideias promissoras, definição dos requisitos, análise dos constrangimentos e planeamento das hipóteses.

- A) A definição da tarefa é a função basilar que determina a identificação do problema e a constituição de uma necessidade. A identificação deve respeitar as necessidades sentidas pelos recetores e pode ser incentivada pelo interesse no melhoramento de algo, evitar erros de projeto, pensar os requisitos melhor adaptados ao recetor⁸², querer atualizar conceitos ultrapassados, integrar novas reformulações perante a evolução dos hábitos culturais e sociais, tornar menos dispendiosos conceitos pensados noutros sistemas de referência, cumprir imperativos de sustentabilidade, segurança, qualidade e durabilidade.

- B) A análise do problema baseia-se na verificação da situação dos foros externo e interno, para desconstruir o problema em partes mais facilmente compreensíveis. Do foro externo, definimos todos os elementos que estão associados às variações económicas e políticas, custos das matérias-primas, alterações legislativas, gostos, concorrência, avanço tecnológico e produtivo. Do foro interno, o problema é visto de acordo com os requisitos e os constrangimentos projetuais, os meios e recursos necessários, gestão do projeto, acesso a informação necessária, cumprimento dos prazos, *know-how* técnico, *budget*, participação dos stakeholders, imposições legais e capacidade de resposta de produção. A análise do problema, segundo Pahl e Beitz (2007), deve compreender a previsão do ciclo de vida do que se está a projetar, para se compreender como e quando fazer a reciclagem ou a substituição. A compreensão da diversificação do conceito, que pode assumir a forma de uma série ou família de produtos, integra a análise do problema sob uma preocupação de viabilidade económica e produtiva. A análise das competências técnicas e de produção da entidade produtora é averiguada na fase de análise do problema para se perceber quais as limitações e as possibilidades competitivas. Neste tipo de reconhecimento, por vezes, é possível gerar novas dinâmicas produtivas que impulsionam as empresas e revolucionam os mercados. O design é estruturado tendo

⁸² Aplicámos a palavra recetor pretendendo designar os utilizadores, serviços, meios naturais ou artificiais que integram o sistema.

estes fatores em conta para se viabilizarem as soluções com os meios que se têm ou que se podem adquirir.

- C) O delineamento estratégico não verifica apenas as oportunidades, identifica igualmente as necessidades dos consumidores e as tendências e consolida um plano de intervenção focado nos objetivos para responder com maior detalhe possível aos requisitos do projeto. Define-se também pela gestão da ação projetual, experimentação de modelos prospetivos, implementação do conceito, perspectiva lucrativa, redução de custos e tempos de produção, satisfação do recetor e do investidor.
- D) A procura de ideias no domínio externo e interno (ideias pessoais) alberga duas finalidades: promover a diferenciação através do reconhecimento do que foi feito até o momento, e sustentar uma maior amplitude de referências no campo visual dos designers. A primeira finalidade é responsável pela determinação da originalidade, da novidade e do estudo de mercado, e a segunda toma lugar pela construção do conhecimento técnico de viabilização. A procura das ideias pessoais cumpre dois propósitos: responder aos requisitos e constrangimentos, criando uma referência com melhor desempenho (do domínio), e satisfação pessoal na contribuição para a sociedade ou a natureza. Os métodos criativos, como os jogos analógicos, metafóricos, combinação morfológica, funcionais ou as mutações e o hibridismo, funcionam como reanimadores das imagens que possuímos no subconsciente.
- E) A seleção das ideias promissoras constitui a triagem das ideias que cumprem melhor as vantagens funcionais, estruturais e estéticas e que representam o melhor volume de negócio. O critério de seleção das ideias tem em conta o grau de fiabilidade das ideias em relação ao cumprimento dos requisitos, as vantagens representadas pela praticidade, rigor, número de peças, facilidade de produção, custos, atratividade estética, atributos competitivos e inovação. A seleção de ideias é um processo criterioso de grande responsabilidade no ato da tomada de decisão. As dúvidas projetuais incorrem na perda de tempo e em esforço acrescido de trabalho e têm custos associados.
- F) A definição dos requisitos do problema e a análise dos constrangimentos marcam o planeamento do projeto no delineamento dos fatores que afetam a orgânica do projeto e a viabilidade dos conceitos. Os requisitos do projeto são os trâmites estratégicos indispensáveis que definem as intenções. Os requisitos funcionam como guias ou ingredientes que têm uma função específica e que se interligam com um propósito. Os requisitos formais não são indissociáveis dos requisitos ergonómicos ou de usabilidade,

transporte, de produção, materiais, etc. Os requisitos projetuais nunca são previstos na sua totalidade, tal como não se consegue antever todos os constrangimentos. Muitos são apenas descobertos durante o desenvolvimento do projeto. Alguns dos “não identificados” deixam a oportunidade para serem pensados em trabalhos futuros.

- G) A análise dos constrangimentos projetuais respeita o escrutínio dos problemas associados à projeção de algo. Os constrangimentos são verificados previsivelmente, antecipando acontecimentos que podem interferir com os objetivos delineados.
- H) O planeamento das hipóteses é feito segundo critérios de valorização dos requisitos, e podem ser realçados mais os aspetos ergonómicos, funcionais ou atributos estéticos, redução dos custos de produção ou aspetos ecológicos. As hipóteses a serem avaliadas são confrontadas com uma *checklist* de requisitos estruturados na primeira fase de análise do problema e definição dos requisitos. As hipóteses que respondem ao maior número de requisitos e constrangimentos associados são consideradas promissoras. A verdadeira qualidade das proposições só é verificada na ação quando o conceito é sintetizado e desenvolvido tecnicamente. O planeamento das hipóteses não é um procedimento estático ou singular, mas um procedimento contínuo que coexiste em todas as fases do projeto. O levantamento das hipóteses e a tomada de decisão são indubitavelmente as fases mais difíceis de um projeto em termos cognitivos. São também as fases decisivas que traçam o caminho do sucesso ou insucesso do desenvolvimento e implementação, pelo que merecem uma atenção especial e uma maior dedicação temporal. O método de procura de soluções combina os conhecimentos, experiências, capacidade de investigação, compreensão dos requisitos e constrangimentos, seleção e avaliação.

Gero (2011) defendeu que os processos criativos de design, que são responsáveis pela produção das soluções, partem da combinação, das analogias, indução, mutação e os primeiros princípios (Cross, 2006). Neste sentido, a procura de soluções é uma fase de exploração, preparação e ação marcada pela experiência, criatividade e organização. As boas soluções de design não são apenas as que despertam a atenção pelos atributos estéticos, mas as que são exatas na configuração dos componentes que solucionam o problema em toda a sua dimensão. As propostas devem ser analisadas em consonância

com a natureza estrutural⁸³ do que é projetado, a relação da usabilidade e integração social, viabilidade produtiva, qualidade material, custos e a atratividade estética. As melhores soluções são simples e identificam-se por serem compreendidas intuitivamente.

O método de seleção das soluções concebe-se por várias fases, sendo a primeira fase a segmentação das ideias efetuada pela criação de grupos de possibilidades, através da utilização de uma escala Likert que pode ser de três ou cinco valores. As soluções promissoras são comparadas numa segunda fase, através da utilização de um quadro tipo matrix atendendo aos parâmetros que correspondem aos primeiros princípios do projeto. Nesta triagem, as soluções complexas são eliminadas porque a complexidade gera soluções disfuncionais, pouco práticas, inacessíveis em termos de utilização e de visualização de funções, difíceis de produzir. Na terceira fase, a seleção é procedida da identificação dos resultados que respondem ao maior número de requisitos. A quarta fase consiste numa avaliação mais detalhada dos critérios positivos das soluções com melhores resultados para perceber qual a mais eficaz.

O método de avaliação das soluções (ver figura 25) parte do conceito que a avaliação de algo é uma forma de atribuir um valor perante um objetivo e por uma categorização de intenções performativas. Pahl et al. (2007) abordaram “An evaluation involves a comparison of concept variants or, in the case of a comparison with an imaginary ideal solution, a rating or degree of approximation to that ideal” (p.110)⁸⁴. A avaliação é um ato de comparação de todas as características mais evidentes das soluções propostas para que a validação seja o mais honesta e rigorosa possível. Todos os requisitos avaliáveis são identificados e quantificados com os mesmos parâmetros de avaliação, por forma a não influenciar os valores dos resultados.

⁸³ A natureza estrutural respeita a integridade de todos os componentes que constituem o produto ou espaço, verificados sobre uma interrelação formal e funcional.

⁸⁴ Tradução livre do autor: “Uma avaliação envolve uma comparação de variantes de conceito ou, no caso de uma comparação com uma solução ideal imaginária, uma classificação ou grau de aproximação a esse ideal” (Pahl et al. 2007, p.110).

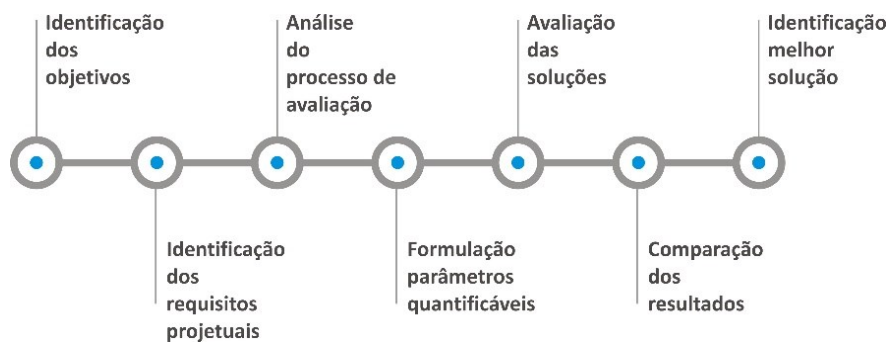


Fig. 25 - Método de avaliação de soluções em design. Fonte: o autor.

Em design, não existem métodos únicos aplicáveis à solução dos problemas, mas sim métodos flexíveis e ajustáveis. O método de resolução de problemas (ver figura 26) é aplicado intencionalmente com o objetivo de simplificar e clarificar a sua complexidade. O método de iteração de repetidas implementações, conclusões e reformulações de soluções, exige uma metodologia aberta à mudança de planos, retificação dos métodos experimentados e a rejeição dos princípios mal definidos. O método vai sendo construído paralelamente à evolução do projeto, requerendo a cada passo uma reformulação e experimentação.



Fig. 26 - Processo de resolução de problemas de design. Fonte: o autor.

Em cada passo do processo iterativo, há a realização de uma avaliação, para se compreender se os passos anteriores cumpriram os objetivos traçados. Caso os resultados não sejam satisfatórios, reformulam-se os passos com uma nova metodologia até ser garantida a qualidade das soluções. As soluções podem ainda determinar se os requisitos foram bem ou mal identificados e, quando persistem as dúvidas, o processo tem de retroceder para uma nova procura da identificação do problema.

A capacidade do designer em separar-se da fixação a uma solução, permite assegurar uma maior fidelização e imparcialidade na avaliação de hipóteses. No entanto, mesmo sabendo que algumas hipóteses apresentam vários constrangimentos, por vezes os designers não se conseguem libertar das soluções com que formaram empatia, e prosseguem, sabendo que não é a via correta para atingir os objetivos. O encontro da solução cumpre um rigoroso processo de planificação do projeto, constituído por cinco principais sequências (ver figura 27), que, sob um modo evolutivo de passos, vão tornando o processo mais clarificado e conciso na tomada de decisões. A solução final é a consequência das várias subsoluções e dos loops de reformulação que vão sendo concebidos em cada passo planificado e experimentado. A solução do projeto pode, deste modo, considerar-se um ato construtivo de identificação e compreensão dos problemas, planeamento, criação, desenvolvimento e produção.

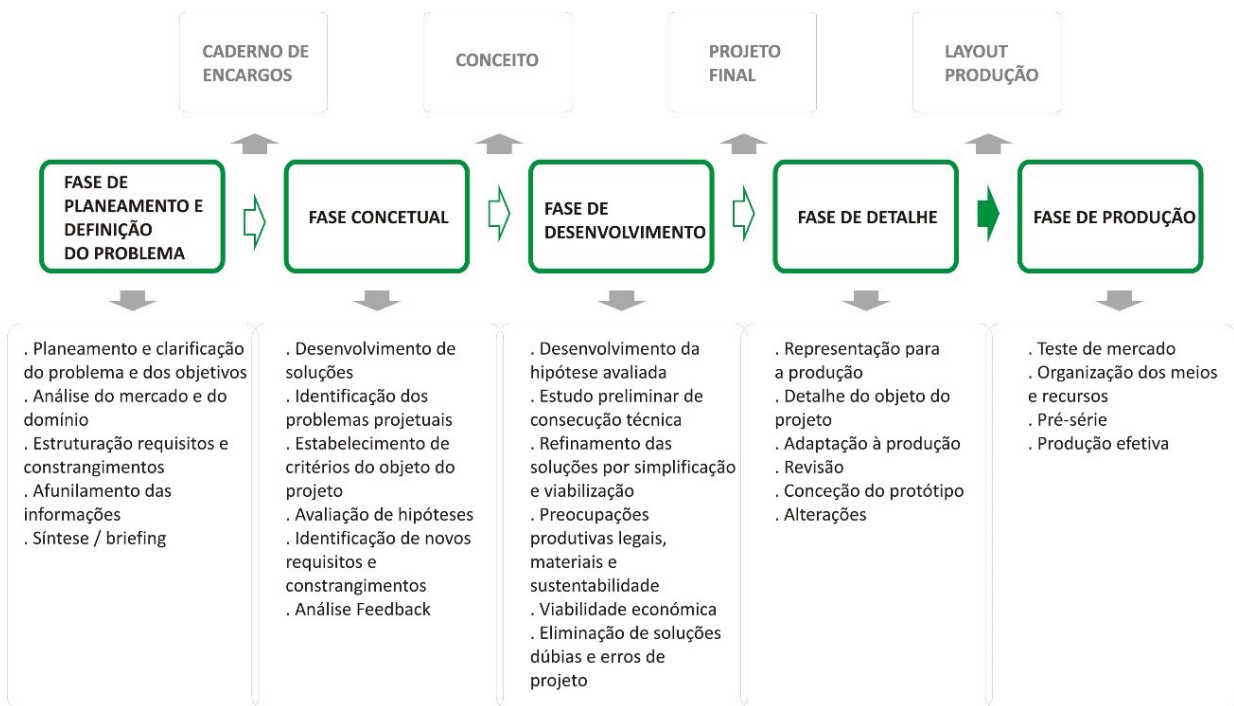


Fig. 27 - Processo de planificação do projeto de design. Fonte: Adaptado de Pahl et al. (2007) e Cross e Roy (1989).

1.1.4. Componentes do Processo de Design

A palavra componente, segundo o Oxford Dictionary⁸⁵, teve a sua origem em meados do séc. XVII, através da utilização da palavra latina que representa reunir ou colocar junto. Como adjetivo,

⁸⁵ Oxford Dictionary, último acesso a 30.09.2017 em <https://en.oxforddictionaries.com/definition/component>

significa a parte constituinte de um todo. No Cambridge Dictionary⁸⁶, a palavra componente define a parte que combina com as outras partes para formar algo maior. No Merriam Webster Dictionary⁸⁷, a palavra componente significa uma parte constituinte, e no dicionário Priberam⁸⁸, representa algo que entra na composição, elementos que concorrem com outros elementos ou que perfazem a sua composição.

Para Buede (2009), numa perspetiva de arquitetura e engenharia, um sistema que compõe o processo de design, é um “(...) set of componentes (subsystems, segments) acting together to achieve a set of common objectives via the accomplishment of a set of tasks” (p.50)⁸⁹. Lawson e Dorst (2005, p.220), em “Acquiring Design Expertise”, sugeriram que o designer competente é capaz de trabalhar com vários esquemas de design conhecidos, dentro de uma partilha de conhecimentos comuns. Para os autores, é neste sentido que o projeto de design enquanto esquema, não é mais que um “(...) coherent set of design elements interrelated in ways which relate consistently to sets of guiding principles. In process terms a competent designer is likely to be able to create the design situation itself through strategic thinking”.⁹⁰

A definição de design de Von Stamm (2008) explica o processo como um ato consistente, baseado numa estrutura organizacional que promove a tomada de decisões, referindo “Design is transformed into the outcome, be it tangible (product) or intangible (service). Design is about doing things consciously, and not because they have always been done in a certain way (...)” (p.12)⁹¹. Referindo o significado atribuído no Guia de Gestão de Design de Produto “British Standard BS7000”, Von Stamm separou o processo de design em três fases que correspondem ao projeto conceptual ou processo onde se geram os conceitos para responder aos objetivos, projeto de desenvolvimento onde é estruturado e trabalhado o conceito identificado sob a melhor

⁸⁶ Cambridge Dictionary, último acesso a 30.09.2017 em <https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionário/inglês-portugues/component>.

⁸⁷ Merriam Webster Dictionary, último acesso a 30.09.2017 em <https://www.merriam-webster.com/dictionary/component>.

⁸⁸ Priberam dicionário, último acesso a 30.09.2017 em <https://www.priberam.pt>.

⁸⁹ Tradução livre do autor: “(...) um conjunto de componentes (subsistemas, segmentos) atuando em conjunto para atingir um conjunto de objetivos comuns, por meio da realização de um conjunto de tarefas” (Buede, 2009, p.50).

⁹⁰ Tradução livre do autor: “(...) Conjunto coerente de elementos de design interligados de modos que se relacionam consistentemente a conjuntos de princípios orientadores. Em termos de processo, um projetista competente será provavelmente capaz de criar a própria situação de design, por meio do pensamento estratégico” (Lawson e Dorst, 2005, p.220).

⁹¹ Tradução livre do autor: “O design é transformado num resultado, seja tangível (produto) versus intangível (serviço). Design é fazer as coisas conscientemente, e não porque elas funcionaram sempre de um certo modo (...)” (Von Stamm, 2008, p.12).

performance, e projeto de detalhe onde se especificam as formas finais, dimensões, tolerâncias, assemblagens, materiais, texturas, métodos de manufatura e pormenores.

Os componentes do processo de design podem ser percebidos por macrocomponentes que constituem as grandes fases do projeto e as microcomponentes que consistem nos subelementos que estruturam as fases projetuais. Brown e Green (2016), explicando a projeção ao nível da instrução ou ensino, demonstraram um processo dividido em três grandes macrocomponentes, como a análise da situação para perceber qual a instrução necessária e que passos podem ser tomados para dar essa instrução; a produção e implementação da instrução projetual; a avaliação dos resultados da implementação. Extrapolando estes componentes para o processo projetual, percebemos que na aceitação do desafio, a análise ou prospecção é efetiva para se compreender que tipo de instrução será necessária para estruturar metodologicamente o projeto. As fases da criação, produção e implementação são a ação do projeto e a avaliação dos resultados, reflete a apreciação do teste, para se efetuarem as melhorias e os acertos das decisões tomadas, como se pode ver na figura 28.



Fig. 28 - Fases da criação do projeto. Fonte: o autor.

Os autores subdividiram ainda os três macrocomponentes em cinco ações que denominaram por “ADDIE” (que significa Analysis, Design, Development, Implement, Evaluate) e que funcionam como componentes conceituais de vários modelos de instrução. No nosso ponto de vista, os microcomponentes, ao nível do processo projetual de design, são delineados em detrimento de melhor se compreender a amplitude do processo. Assim, a macrocomponente de prospecção, representa as microcomponentes das análises do *briefing*, análise do domínio em causa, análise dos critérios e constrangimentos projetuais, análise do planeamento, as estratégias e a análise do utilizador. A macrocomponente da ação apresenta-se no projeto, com uma microcomponente do design e ideação, que abrange as ações de representação e identificação dos problemas

projetuais que possam comprometer a viabilidade do projeto, como as ações da ideação, teste ou experimentação, ações técnicas de sintetização e produção, ações de apreciação dos custos e a viabilidade orçamental.

A macrocomponente de implementação está conectada à análise do utilizador pela verificação comportamental em relação às ações funcionais, psicológicas e empáticas, e pode ser ainda conectada à experimentação no meio de produção, para execução de um protótipo para analisar a rentabilidade dos processos, encontrar as dificuldades na conceção e testar a orgânica produtiva.

A macrocomponente da avaliação é fundamental para o processo projetual na medida em que permite um *'feedback'* dos resultados analisados e que leva à reformulação de quaisquer incorreções do projeto, que são verificadas na fase final do processo. A macrocomponente da avaliação, implica as microcomponentes da avaliação técnica e material, processos de transformação e produção, aspetos ecológicos ou ambientais, as questões orçamentais e garantia de qualidade, questões éticas e de interação social.

A avaliação existe no processo projetual desde o momento em que se começam a gerar as hipóteses de solução, até ao momento em que a solução é implementada no mercado. A avaliação constante que se promove na tomada de decisões é responsável pelo evoluir do processo. A avaliação específica da proposição final enquadra todos os componentes projetuais e todos os planeamentos e ações que desencadeiam a decisão global, e que se assume como um termo de responsabilidade. A importância da avaliação final é determinante para a antevisão da produção e do prognóstico da reação do mercado, dado este ser imprevisível. A boa avaliação depende da microcomponente da criação de instrumentos de avaliação, que considerem os critérios mais adequados em relação aos objetivos delineados para a resolução do problema, e com o objetivo de verificar se não houve informação esquecida ou mal resolvida no percurso do projeto. Os instrumentos de avaliação são vários e englobam a equipa de projeto, utilizando listas de *checkout* e colocando a proposta sob experimentação e prova, que muitas vezes aplicam os grupos de experiência.

As microcomponentes da comparação dos objetivos e a conceção do relatório dos resultados são bons meios para garantir que a solução final é honesta em relação aos princípios delineados. A solução não é mais que uma hipótese materializada e aberta a novas perspetivas de melhoramento e satisfaz não todos, mas alguns dos critérios que constituem o problema.

De um modo geral, podemos compreender os componentes do processo de design como os elementos inscritos em dez momentos, ao longo do processo e que interagem totalmente entre si, como podemos ver na figura 29.



Fig. 29 - Componentes do processo de design. Fonte: o autor.

Em “Universal Principles of Design” Lidwell, Holden e Butler (2010) designaram quatro estágios da criação que são responsáveis pelo sucesso dos produtos no mercado. Os estágios identificados são alguns dos componentes que denominámos para o processo de design, como os requisitos do problema, a geração, o desenvolvimento e o teste.

Os requisitos são obtidos, segundo os autores, na investigação do mercado, opinião dos utilizadores, testes de usabilidade na condição formal do processo. Na ação informal, os requisitos advêm do conhecimento direto e da experiência dos designers e torna-se melhor definida quando os intervenientes (utilizadores) estão diretamente integrados no processo, mostrando um feedback em relação ao problema em causa. No “design” ou geração, os requisitos, os constrangimentos e as especificações são apresentados graficamente como proposições ou hipóteses para serem discutidas e trabalhadas na fase de desenvolvimento.

As ferramentas de colaboração à criação são aplicadas nesta fase para desencadear um conjunto de ideias ou conceitos que, sem uma preocupação técnica de viabilização de produção, são respostas prematuras, com características formais, funcionais e de interação com o utilizador. No desenvolvimento, as especificações trabalhadas no conceito, ganham uma forma real para a

solução do problema, cumprindo os trâmites planeados. Os autores determinaram que, nesta fase, apresentam-se três estratégias de controlo da qualidade, que são a redução da variabilidade dos materiais, a forma das peças com a montagem dos seus componentes e o estabelecimento das especificações. O desenvolvimento é também uma ação onde se estabelecem as preocupações métricas, produção, aspetos estéticos, interação com o utilizador e o meio. A fase de teste permite uma avaliação da solução em termos da resposta aos requisitos, especificações e ao modo como os constrangimentos foram resolvidos ou contornados por forma a cumprir os objetivos e a ser aceite pelos utilizadores com uma performance fidedigna no contexto real. O teste promove a identificação de erros, omissões, ou resultados não previstos.

Norman (1981, apud. Lidwell, Holden e Butler, 2010, p.82) descreveu que existem dois tipos básicos de erros, os deslizamentos ou omissões e os enganos. Os deslizamentos ocorrem em situações em que foram cometidos erros de ação (decisão) e que implicam com a orgânica de outras ações, nas diferentes fases do projeto. Os deslizamentos são consequência do esquecimento de algumas especificações ou requisitos fundamentais para o projeto. Os enganos são geralmente considerados erros de planeamento e são causados por fatores como o cansaço, tomada de decisões erradas, incumprimento de regras.

Focando o método de avaliação da inovação dos produtos, o modelo FBS (Function-Behavior-Structure), de Gero (1990), determina que as necessidades são transformadas em descrições ou funções que exigem um comportamento. Os oito componentes de projeção são estruturados pela seguinte ordem:

- . Formulação e transformação das funções em descrições⁹² de comportamento;
- . Síntese é o comportamento esperado transformado em estrutura, e o modo como pode exibir esse comportamento;
- . Na análise, o comportamento do artefacto e a estrutura são verificados;

⁹² As descrições podem ser estruturais quando respeitam fenómenos e reações nos objetos e podem ser descritivas, quando se remetem a descrever atos ou ações mentais ao nível dos propósitos, desejos, reações. Qualquer processo de design apresenta inicialmente uma intenção que é apresentada sob a forma de uma descrição das necessidades que se transformam no desejo de obtenção de um resultado ou de uma solução. O papel do designer é o transformar de forma efetiva as descrições intencionais (necessidades) em descrições estruturais que são proposições (Vermaas e Dorst, 2007, p.141). As funções são as intenções ou os propósitos do projeto. O comportamento compreende a forma como a estrutura de um artefacto cumpre as suas funções. A estrutura é o conjunto de componentes que compõem os artefactos. É o todo e as partes componentes que se conectam para oferecer um determinado comportamento e um conjunto de funções. O comportamento são as ações que o artefacto permite fazer.

- . Na avaliação, o comportamento atual é comparado com o comportamento esperado;
- . A documentação da descrição é gerada quando a avaliação é satisfatória e aplica-se à manufatura do artefacto. No caso de a avaliação não ser satisfatória, existem três processos de reformulação dos passos;
 - . Reformulação gerando uma nova estrutura;
 - . Reformulação gerando um novo comportamento esperado;
 - . Reformulação gerando uma nova função.

Concluimos que os componentes do processo de design, estando inteiramente ligados aos passos constituintes que formam a orgânica do projeto, têm significados convergentes, mas com semânticas específicas, dado a complexidade de cada desafio. Os componentes do processo de design funcionam como uma rede de conexões que interagem entre si, para responder à constituição de uma proposta. A conceitualização da organização dos componentes é verificada através da estruturação de uma hierarquia pela sua relevância e pelo seu contributo para o desenvolvimento e maturação do projeto.

De um modo genérico, podemos definir como macroestrutura de componentes processuais três parâmetros motrizes, como a prospecção, a ação e a avaliação, que abrangem a orientação ou a esquematização do processo, podendo ser mais ou menos explorados nos componentes secundários ou terciários. A dimensão do número de componentes no processo de design não é uma característica marcante para os resultados performativos da solução. A errada escolha ou omissão, é que implicam falhas diretas no ciclo projetual e na tomada de decisões, afetando a produção de soluções.

Resumindo, a padronização existente na atividade processual de design consiste nos ciclos de análise, síntese e avaliação. Cross (2006), citando Mc Neill et al. (1998) escreveu:

A designer begins a conceptual design session by analysing the functional aspects of the problem. As the session progresses, the designer focused on the three aspects of function, behavior and structure and engages in a cycle of analysis, synthesis and evaluation. Toward the end of the design session, the designer's activity is focused on synthesizing structure and evaluating the structure's behavior. (p.87)⁹³

⁹³ Tradução livre do autor: "Um designer inicia uma sessão de design conceitual analisando os aspetos funcionais do problema. À medida que a sessão progride, o designer concentra-se nos três aspetos, a função, o comportamento e a estrutura e envolve-se num ciclo de análise, síntese e avaliação. No final da sessão de design, a atividade do

1.1.5. Paradigmas de Interpretação do Processo Criativo em Design

Os paradigmas do processo criativo em design são frequentemente descritos em duas grandes fases diferenciadas, que correspondem ao paradigma analítico (sob a visão das ciências naturais) e o paradigma da emergência e conceção holística (visão das ciências sociais e humanas)⁹⁴. As duas formas de compreensão e da componente teórica e prática do design são antagónicas e o foco metodológico de ambos os paradigmas determinam grandes diferenças sobre o modo de ver, pensar e fazer o projeto.

O paradigma analítico respeita uma abordagem positivista⁹⁵ no modo de responder aos problemas, com uma atitude racional e hermética. Neste princípio, a metodologia assenta na linguagem das ciências naturais⁹⁶, aritméticas, onde o resultado é um valor absoluto.

designer foca-se na estrutura de sintetização e na avaliação do comportamento estrutural” (Mc Neill et al., 1998, apud. Cross, 2006, p.87).

⁹⁴ Ver os quadros 1,2,3 em anexo.

⁹⁵ A abordagem positivista no processo projetual é vista como um conjunto de regras gramaticais que conferem a lógica metodológica de etapas. Para os teóricos positivistas, o processo de design pode ser verificável através de símbolos do design que à semelhança da orgânica da composição das palavras podem ser manipuladas com as regras gramaticais (Snodgrass, Coyne, 1996). Através da criação de uma simbologia primária (formas básicas), transformadas por determinadas regras, formam-se estruturas coerentes, semelhantes ao sentido das frases. Ludwig Wittgeistein, filósofo austríaco, defendeu o modelo de linguagem `atomista`. estruturando o processo de design com uma metodologia hermética. Wittgeistein, porém, mais tarde, viria a concluir que a verdadeira natureza do design é formada por um sistema aberto, dialogal nada hermético, onde se definem e redefinem os símbolos. A linguagem dos símbolos, deixa de ser vista como precisa e lógica, em que as respostas não são verdadeiras ou falsas, mas adequadas a um determinado contexto ou sistema em particular. As palavras ou os símbolos, passam a ser interpretados como significativos, com vários contextos, e adquirem o significado conforme a situação onde se encontram. O projeto no contexto do círculo hermenêutico passa a ser entendido como um todo em que as partes são compreendidas não num modo individual, mas num todo. A interpretação do projeto passa a ser visto como um processo de filtragem do todo redefinindo-se as partes, num método de avanços e recuos para obter o entendimento do problema. O processo de design passa a ser compreendido como autorreflexivo. O projeto passa a ser reconhecido como um processo de antevisão e antecipação de projeções (hipóteses). Os avanços e retrocessos ao nível dos movimentos de descoberta, são interpretações e compreensões que passam a ser avaliadas e validadas dando origem a reinterpretções e novas compreensões. Os pré-conceitos, pré-entendimentos, valores e atividades são dados adquiridos e nunca pré-estabelecidos. No processo hermenêutico, as proposições (pré-suposições) são repensadas, alteradas ou abandonadas. A interpretação nunca tem um fim porque evoca sempre novas interpretações.

⁹⁶ Herbert Simon apresentou a diferenciação dos saberes nas ciências naturais e nas ciências do artificial. As ciências naturais são exatas tendo a Matemática e a Física como referência. Contrariamente às ciências do artificial, elaboram-se no seu processo de análise, os processos de síntese e previsão. Em “The Science of the Artificial”, o problema é visto com uma perspetiva racionalista na resolução do problema sob a doutrina positivista.

O paradigma da emergência e conceção holística verifica a realidade projetual como um processo humano, de abstração e de reflexão, apresenta um resultado que não é uma resposta final ao problema, mas uma constituição de possibilidades e hipóteses que podem ser consideradas intermináveis. A visão analítica do projeto de design centra-se no indivíduo e no produto da sua criação, em torno apenas da resolução dos problemas. A visão holística é centrada no processo e na interação entre o designer e o meio que envolve o problema.

Na primeira metade do séc. XX, a criatividade ainda era vista como uma característica divina e o agente criador destacava-se dos comuns mortais pela capacidade ou o “dom” específico de alguns (eleitos) que recebiam o privilégio da genialidade. Em 1950, a ideia da criatividade como um dom deixa de fazer sentido e passa a ser reconhecida como uma capacidade universal, que pode ser aperfeiçoada e desenvolvida através da aprendizagem (Guilford, 1950). Nos anos 60 e 70, sob a influência das ciências naturais, o criador é conotado como um sistema de processamento de informações que, através de criação de símbolos e de uma gramática projetual, resolve os problemas, guiado pelo método racional. A capacidade de pensar criativamente decorre da forma de pensar inteligentemente através de operações organizativas e bem ordenadas (conceito positivista).

No final da Guerra Fria e começo dos anos 90, um novo paradigma⁹⁷ demonstrou que a criatividade é um processo construtivo que é consequência dos pensamentos racional e irracional⁹⁸. A criatividade passa a ser compreendida como um sistema dinâmico onde as variáveis intercedem no resultado final, que é percebido como um ‘neverending story’, e onde o criador interage com as partes do sistema com o seu cunho pessoal. Tal como abordou Tschimmel (2009, p. 234), a “(...) conceção é humanista”, e perante esta visão, o design é visto como uma ciência do foro humano.

O paradigma analítico firmou o “rational problem solving” de Simon (1969) em “The Sciences of Artificial”, sob a crença que a consistência das soluções depende exclusivamente da procura e da seleção de informações para construir uma lógica gerenciável de contributos para encontrar a

⁹⁷ O novo paradigma é introduzido por Christopher Alexander no livro publicado em 1977, sob o título “A Pattern Language”, onde o problema de design deixou de ser visto como uma questão funcional, mas uma questão social.

⁹⁸ Tschimmel (2010), definiu o pensamento racional e irracional no designer, como Homocogitans que é igual à soma de Homo Sapiens e Homo Demens.

solução mais lógica. Este procedimento metodológico foi fortemente marcado pelo pensamento cibernético.⁹⁹

Somente na década dos anos de 1980 e segunda metade do pós-modernismo, é que a atividade projetual passou a ter a conotação subjetiva em que o designer é visto como o agente que "(...) contribui para a construção da sua própria realidade e da sua concepção do mundo" (ibid. p.266). A generalização e a indução dos factos substituem o fenómeno dedutivo das ciências naturais. Schön (1983,1987), Cross (1984,1993), Bonsiepe (1996) e Bürdek (1997) descreveram a mudança do paradigma sob uma visão pluralista e emergente, passando o design a ser compreendido como uma procura de possibilidades semânticas dentro de um contexto sistémico, verificado pelos métodos de observação, percepção, formulação de hipóteses e comprovação.

Donald Schön, ao escrever "The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action", definiu o processo de design como uma ação reflexiva dependente da ação prática, ou seja, o pensar-se o processo enquanto o mesmo se processa. O projeto é sentido como um processo complexo e subjetivo, e o conhecimento, experiência e a reflexão são fundamentais para a constituição das soluções. Para Donald Schön¹⁰⁰, a reflexão, vista pela prática profissional, é uma conversa contínua com a ação que decorre, mas também com as reflexões geradas anteriormente a que chama de 'backtalk'. A preocupação do designer não se foca na resolução do problema em si, mas na constituição do problema (problem setting), durante um processo de descoberta onde são lançadas hipóteses e reflexões em busca de soluções. A cada nova projeção, existe a possibilidade de ser gerado um novo percurso, e os resultados não são adquiridos como no processamento analítico.

⁹⁹ Kim, J. H. (2004). Cibernética, ciborgues e ciberespaço: notas sobre as origens da cibernética e sua reinvenção cultural. *Horizontes antropológicos*, 10(21), 199-219.

¹⁰⁰ Donald Schön defendeu que o design trabalha de acordo com o círculo hermenêutico (Snodgrass e Coyne, 1996, pp. 65-97), procedendo-se projetualmente à resolução do problema como uma troca dialógica com a situação a que chama de conversa reflexiva ou reflection-in-action. Sob a sua perspectiva cada movimento de avanço na resolução do problema, extrai as implicações dos movimentos anteriores. O novo ciclo cria novos problemas que são de novo descritos e resolvidos continuamente. A evolução do processo resulta de uma constante revisão ao processo. Na configuração do círculo hermenêutico o constante questionamento e resposta, gera as hipóteses e a reflexão em ação sobre a construção do problema. Contrariamente ao positivismo, no círculo hermenêutico, não existem resultados pré-estabelecidos e passos metodológicos rigorosamente estabelecidos. O processo de design é uma atividade interpretativa onde o contexto teórico e prático, fundem-se num diálogo contínuo. Enquanto que as hipóteses na metodologia positivista têm a função de comprovar ou rejeitar a tese através dos ensaios, na expectativa hermenêutica a hipótese serve para 'alimentar' o processo de diálogo, abrindo o espaço para a realização de novas projeções. A linguagem hermenêutica do projeto é polissêmica, e desta linguagem derivam várias interpretações e várias alternativas para resolver o problema. É neste propósito que os problemas têm infinitas formas de resolução e são respondidos diferentemente para cada designer (conceito de emergência). As projeções perfazem um horizonte alargado de possibilidades diferenciadas (ver a tese de Tschimmel, 2010, pp. 266-270).

As metodologias são propensas às alterações, conforme o projeto vai progredindo (visão sistêmica). O processo descrito por Donald Schön é um processo autorrevelador e de autodescoberta imprevisível. O processo passa a ser enquadrado em quatro estágios pelas ações de dominar (denominação de fatores relevantes), enquadrar (construção com base na experiência e nos saberes), agir (gerenciamento) e avaliar (tomar uma decisão). A cada decisão tomada, o processo permite realizar o reenquadramento para reformular as situações e enquadrar novas soluções. Ainda no contexto do paradigma da emergência e da concepção holística, Kees Dorst e Nigel Cross designaram o processo de design como uma coevolução do espaço do problema e espaço da solução. A criação das soluções passa a ser dependente de um processo de enquadramento e reenquadramento em constante 'looping'. Para os autores, "Creative design seems more to be a matter of developing and refining together both the formulation of a problem and ideas for a solution, with constant iteration of analysis, synthesis and evaluation processes between the two notional design spaces – problem space and solution space" (Dorst e Cross, 2001, apud. Beatty e Ball, 2011, p.317) ¹⁰¹. O processo de realimentação baseia-se no princípio de que, durante a análise e interpretação da tarefa de design, constroem-se várias abordagens ou pré-soluções que permitem a reformulação do modo como se vê o problema. A nova compreensão consolida a continuidade do processo, gerando-se novos subproblemas e novas subsoluções até satisfazer os objetivos (ver figura 30).

A criação é uma questão de desenvolvimento e refinamento em relação à resposta do problema com a formulação dos requisitos e a criação de ideias, numa complexa iteração de análise, síntese, avaliação e reenquadramento.

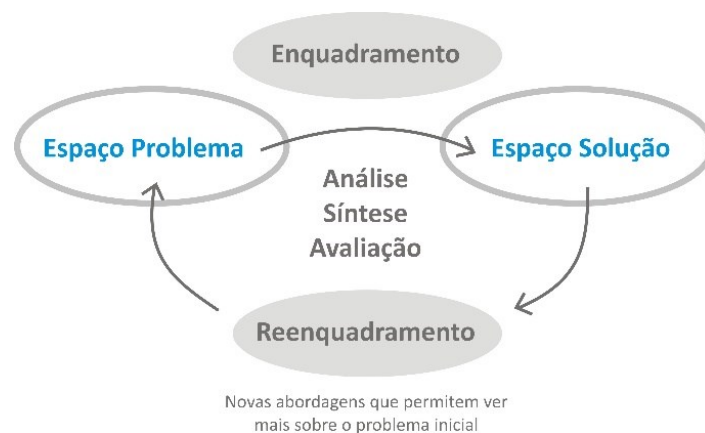


Fig. 30 - Design como processo de enquadramento e reenquadramento. Fonte: o autor.

¹⁰¹ Tradução livre do autor: "O design criativo parece mais uma questão de desenvolvimento e refinamento para a formulação de um problema e as ideias para uma solução, com uma constante iteração de processos de análise, síntese e avaliação entre os dois espaços de design, sob os conceitos, espaço do problema e espaço da solução" (Dorst e Cross, 2001, apud. Beatty e Ball, 2011, p.317).

Na visão sistêmica, os problemas de design são pensados e solucionados de forma gradual e evolutiva (Jonas, 1994), e o designer interage e intervém influenciado por todo e qualquer componente que constitui o sistema.

O modelo de Wolfgang Jonas constituiu-se por três fases que corresponderam à análise em que o designer formula as pré-imagens da estruturação do problema, à percepção que representa a forma como se entende o problema e à síntese que se define pela antecipação das questões e pela reflexão iterativa, que resulta na criação das proposições. O projeto é tido como um sistema não linear, complexo e sujeito não apenas à influência do designer, mas a todos os elementos do sistema. A função do designer é a estabelecer uma organização e uma descoberta de novos significados e semânticas que complementa a solução para o problema.

1.1.6. A Ação Cognitiva e Prática do Projeto

A ação cognitiva é descrita na psicologia cognitiva como “(...) a capacidade do cérebro de perceber, pensar, processar, e avaliar informação, de resolver os problemas, de produzir conhecimento e de aprender coisas novas (Gardner, 1989; Van Der Meer, 1990; Sternberg, 2000; entre outros)” (Tschimmel, 2009 p.95). A cognição e a prática, segundo Katja Tschimmel associam-se e, referindo a obra de Neisser (1967, 1974), a cognição é um nível que corresponde a todos os processos envolvidos na transformação, armazenamento, e recuperação dos ‘inputs’ interiorizados. A autora considerou os processos envolvidos na cognição como “atos construtivos, para as quais o cérebro faz mais ou menos uso da informação veiculada por estímulos, dependente das condições do contexto, e direciona em concordância o comportamento e a vivência dos indivíduos” (ibid. p.95). A cognição, ou área de interiorização e do conhecimento, deve a estruturação à inteligência que é uma característica e um processo mental que organiza e desenvolve o conhecimento perante um determinado contexto. No projeto, a cognição presta-se às ações de percepção, síntese, ação criativa, planejamento metodológico e conhecimento prático e técnico. Poder-se-á dizer que a ação cognitiva influi na inteligência, e a inteligência orienta a ação cognitiva. Gardner (1998) defendeu que as pessoas só são criativas nas áreas que dominam e em que demonstram inteligência e são movidas por motivações.¹⁰²

¹⁰² Csikszentmihalyi, 1998; Döner et al., 1990; Amabile, 1996; Higgins, 1997, 1998; Dow et al., 2009; Hartmann et al., 2006; Schrage, 1999.

António Damásio, sob uma abordagem construtiva, viu o processo criativo e cognitivo como um processo de aprendizagem (Damásio, 1977, apud. Tschimmel 2010, p.129). No processamento do design, o designer aplica um estilo de pensamento cognitivo (Kirton, 1976) ou a forma de resolução dos problemas de modo criativo, através das técnicas que utiliza para representar o novo. Sternberg e Lubart (1999) chamaram o estilo legislativo, em que a aprendizagem de algo novo é feita com base na descoberta e na aplicação de estratégias e métodos empíricos de experimentação e verificação. Maturana e Varela (1987) determinaram que o indivíduo é autopoietico e autocriativo, produtor de componentes para o sistema onde está inserido. A cognição no design como processo autopoietico “(...) is a mental process of knowing, including aspects such as awareness, perception, reasoning, and judgment. In essence, cognition includes all of the Brain’s mental input and output” (Brown e Green, 2016, pp.24,25).¹⁰³

A taxonomia de Bloom (ibid. p.34), sobre o domínio cognitivo, descreveu seis níveis de ações cognitivas que são o conhecimento, a compreensão, a aplicação, a análise, a síntese e a avaliação:

- A) O conhecimento designa o relembrar da informação contidas nas memórias.
- B) A compreensão significa a compreensão do novo material.
- C) A aplicação significa a habilidade para aplicar o material aprendido num novo contexto.
- D) A análise compreende a capacidade de segmentação de informação e a sua estruturação.
- E) A síntese simboliza a criação ou a habilidade para criar algo de novo a partir das várias informações que se têm em mente.
- F) A avaliação é a fase que determina o juízo de valor sobre o que é pensado e em que se responde ao propósito instituído.

O poder mental foi definido por Brown e Green (2016) como tendo um impacto na cognição, por ser a energia que enfatiza a atividade mental e que pode ser acentuada por motivação, incentivo e interesse. A capacidade de aguentar a pressão exercida pela complexidade do problema é uma forma de poder mental, que ativa os sentidos da concentração e da resistência aos esforços. As habilidades específicas cognitivas são um conceito que está ligado às skills, à capacidade de compreensão e à dimensão do campo visual e o que se consegue reaver desse campo de memórias. As habilidades executivas contemplam a organização, o planeamento das ideias e

¹⁰³ Tradução livre do autor: “(...) é um processo mental de conhecimento, incluindo aspetos como a consciência, percepção, raciocínio e julgamento. No geral, a cognição inclui todas as entradas e saídas mentais do cérebro” (Brown e Green, 2016, p.24.25).

permitem a execução das previsões ou a antecipação dos resultados. Como determinam os autores, têm a vantagem de permitirem a reorganização ou a reformulação do que se tem em mente, antes de tomar a decisão final. A metacognição é descrita pela capacidade de controlar o pensamento e a forma como se pensa criativamente. A cognição reflete o estado das emoções e da memória contida no cérebro que mantém armazenados os conhecimentos adquiridos e codifica os saberes por setores que são utilizados quando necessários¹⁰⁴. As memórias são reativadas para formar um novo conhecimento, reformulando e promovendo novas memórias. Kvan e Gao (2005) distinguiram a ação cognitiva em experiencial e reflexiva. A cognição experiencial é um processo que os autores vêem como natural, intuitivo e “It is reactive, automatic through, driven by the patterns of information arriving a tour senses” (pp.255,256)¹⁰⁵. Como processo experiencial, exige a experiência de contato com as situações e a capacidade de resolução. A cognição experiencial é dividida em reconhecimento e emergência. O reconhecimento significa encontrar semelhanças que fazem lembrar outro sistema e consta de um processo automático de ligação de memórias por comparação. A emergência é o resultado do reconhecimento, o resultado da percepção que temos das coisas, da experiência passada e da forma como simulamos o futuro. A emergência é uma reinterpretação do conhecimento (ibid., p.256) e divide-se em processo interpretativo e perceptual e em processo transformativo (Oxman, 2002, Soufi e Edmonds, 1996).

A cognição reflexiva é diferenciada por não ser intuitiva, mas sim pensada com intenção, e requer uma capacidade de memorização e retenção do conhecimento sobre algo, para poder atuar num determinado contexto. O processo reflexivo conta com a utilização de métodos e ferramentas que ajudam a exteriorização dos conhecimentos contidos na memória. Através da reflexão, com a colaboração de meios auxiliares, os conhecimentos são mais aprofundados, recuperando memórias que são ativadas pela associação com outras. Este é um processo sequencial de exploração do campo das memórias e da introdução de ‘inputs’ que fazem lembrar memórias e transformam-nas noutros contextos. A prática é relevante para a cognição reflexiva, porque gera imagens mentais de procedimentos, reações e resultados que se transformam em conhecimento memoráveis, sejam positivos ou negativos provocados pelos erros. A prática é empírica, indutiva

¹⁰⁴ O filme de animação “Inside Out”, 2015 de Pete Docter e produção da Pixar Animation Studios, representa muito bem o processamento mental e as emoções dentro da cabeça de uma menina, Riley. As memórias são armazenadas em esferas no armazém das memórias ativas e as memórias esquecidas vão para o aterro das memórias perdidas.

¹⁰⁵ Tradução livre do autor: “É reativa, automática, impulsionada pelos padrões de informação que chegam aos sentidos” (Kvan e Gao, 2005, pp.255, 256).

(observação, análise, geração de hipóteses) e hipotética e dedutiva (proposição e teste). Na prática hipotética e dedutiva, o designer reproduz ativamente, na avaliação, os seus conhecimentos e valores.

No processo iterativo, a combinação das representações por desenho e os textos explanativos são importantes para reforçar o raciocínio e para funcionar como meio de ativação da memória.

A infografia¹⁰⁶ ajuda à descoberta de novas situações porque é um tipo de registo que expõe parte do conhecimento tácito e marca a evolução, através da sequência de registos contínuos ao longo do processo. Os registos que são apresentados interligam-se às memórias e constituem as memórias do projeto. Por este motivo, Perttula e Liikkanen (2005) mencionaram que o “Design is fundamentally a cognitive task that can be characterized as ill-structured problem solving (Simon, 1973; Akin, 1986; Goel and Pirolli, 1992). Memory functions are a part of task-oriented cognitive processes. Models of idea generation should also consider this view” (p.195)¹⁰⁷. Os autores propuseram a constituição de um modelo cognitivo de recuperação de imagens baseado nas memórias de exploração de pistas no espaço de geração de ideias, CuPRIG (Cue-Based Memory Probing in Idea Generation). O modelo não representa a forma como a criatividade é estruturada, mas como a memória é procurada. A recuperação das ideias contidas na memória é feita com base em determinadas categorias que se relacionam com os requisitos do problema, ou seja, as ideias são experimentadas numa rede de memórias que as ativam, até se esgotarem as soluções. Como os autores mencionaram (ibid., p.198), o processo para a geração das ideias divide-se em três fases:

. A fase de interpretação do problema, onde existe o reconhecimento do estado do problema e a construção de uma rede de imagens internas;

. A fase de análise e prospeção que promove a acumulação de conhecimentos que irão perfazer a memória de longo prazo, neste caso, a chamada memória de trabalho. Na procura de informação, existe ainda a recuperação de algumas memórias que combinam com os conhecimentos adquiridos e por sua vez constroem mais memórias.

¹⁰⁶ A infografia é o conjunto de recursos gráficos que podem ser desenhos, diagramas, fotografias, mapas, textos escritos, que são utilizados para apresentar algo (fonte: Dicionário Priberam em <https://www.priberam.pt/dlpo/infografia>).

¹⁰⁷ Tradução livre do autor: “O design é fundamentalmente uma tarefa cognitiva que pode ser caracterizada como solução de problemas mal estruturados (Simon, 1973; Akin, 1986; Goel e Pirolli, 1992). As funções de memória fazem parte de uma tarefa orientada pelos processos cognitivos. Os modelos de geração de ideias também devem considerar essa visão” (Perttula e Liikkanen, 2005, p.195).

A fase de adaptação é correspondente à fase de síntese na ideação em que as memórias contidas, conscientes ou inconscientes, são recuperadas e transformam-se em imagens explícitas. Nesta fase, as técnicas de recuperação das memórias colaboram na forma de explorar e combinar as nossas memórias e aplicar o discernimento na avaliação de ideias. A procura de soluções, na base do conhecimento, contidas na memória, tenta responder o espaço do problema, com o espaço da solução, num processo introspetivo como o que vemos na figura 31, que representa o processo de geração de ideias baseado na recuperação de memórias para a construção de imagens (signos) que, sob o processamento iterativo, resulta na solução final.

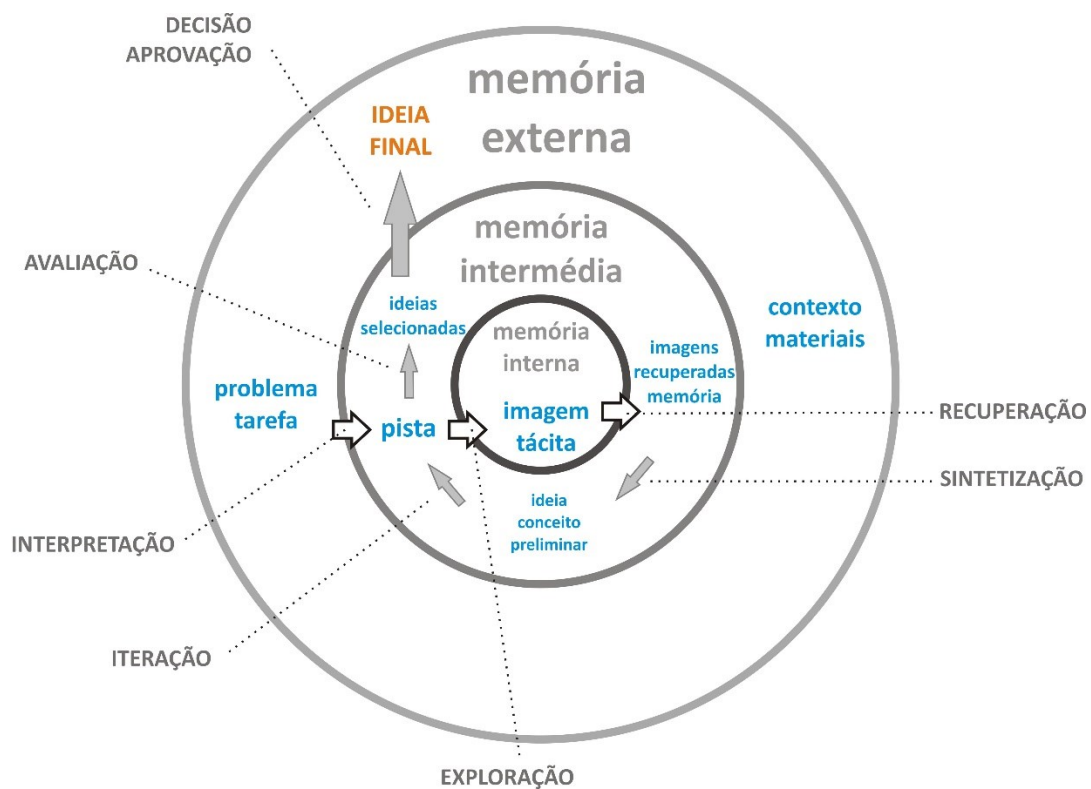


Fig. 31 - Modelo CuPRIG (Memória baseada na exploração de pistas dentro do processo de geração da ideia / ideação). Fonte: adaptado de Perttula e Liikkanen (2005).

Acrescentámos ao modelo CuPRIG, as indicações das primeiras ideias como conceitos preliminares, a avaliação de ideias prováveis e a decisão da ideia final, com a melhor performance. A ação cognitiva em design é influenciada pelo domínio dos conhecimentos específicos que por sua vez interagem nas concetualizações criativas como uma tendência.

O que chamamos de estilo do designer é a imagem que se gera no seu domínio e a forma cognitiva de perceber o espaço problema, respondendo com o seu espaço (pessoal) de solução. A

composição dessa imagem é realizada no processo de design e, segundo Taura e Nagai (2011), “(...) is being pushed from the source of deep feelings that resonate with our inner minds. The design image is the same as a concept (...)” (p.7).¹⁰⁸

Os elementos cognitivos que estão relacionados com o design thinking foram descritos por Kim, Shin, Shin (2011) como fluência, flexibilidade, originalidade, elaboração e sensibilidade ao problema¹⁰⁹. Segundo Kim, Shin e Shin (ibid., p.106), Guilford e Hoepfner (1971) e Urban (1995), os elementos cognitivos da criatividade designam-se por:

. Fluência que é a habilidade cognitiva para responder várias soluções para o mesmo problema, num período de tempo estipulado. As soluções mencionadas correspondem aos conceitos e aos subconceitos. A fluência representa também a capacidade para realizar inferências sobre o problema, que designam a formulação de uma ideia;

. Flexibilidade é a capacidade para mudar de instruções na procura de soluções para o problema. A flexibilidade é uma mudança espontânea de contextos ou categorias, e representa a diversidade das soluções ou a diferenciação da projeção dos constituintes do problema;

. Originalidade é explorada como a raridade do que é proposto num determinado domínio. Representa o distanciamento da inovação do conceito pensado em relação aos conceitos existentes em sistemas de referência conhecidos;

. Elaboração é a capacidade de trabalhar e transformar a imagem idealizada em termos de detalhe e desenvolvimento, explorando o *problem space* e o *problem solution*;

. Sensibilidade ao problema é a capacidade de encontrar novos problemas e necessidades para lá dos que constituem os primeiros princípios e demonstra também a capacidade para cumprir novos dispositivos e métodos projetuais.

A conversão dos elementos cognitivos da criatividade em critérios de avaliação, para quantificar o efeito da aplicação de cinco ações performativas criativas no projeto, foi designada pelos autores (ibid., p.108) nas seguintes designações:

¹⁰⁸ Tradução livre do autor: “(...) É empurrada da fonte dos sentimentos profundos que se repercutem na mente interna. A imagem do design é igual a um conceito (...)” (Taura e Nagai, 2011, p.7).

¹⁰⁹ Os elementos cognitivos apresentados por Kim, Shin e Shin (2011), foram inspirados nos elementos definidos por Treffinger (1980).

. Fluência é avaliada pela contagem do número de ideias geradas, em que o maior número de ideias corresponde a uma grande fluência;

. Flexibilidade verifica-se pela contagem da diferença ou o número de categorias geradas. Para Kim, Shin, Shin (2011), quanto maior o número de categorias encontradas, maior a flexibilidade. As categorias podem ser estruturadas pela semelhança das ideias e respectivas características;

. Originalidade é avaliada pela raridade das ideias desenvolvidas em relação a outras ideias no domínio. Neste tipo de avaliação, é necessário compreender que conceitos foram desenvolvidos até o momento em que se propõe a nova ideia;

. Elaboração é quantificável pelo grau de desenvolvimento de uma ideia, no seu detalhe e se é completa a explanação ou não;

. Sensibilidade para o problema é quantificada pela qualidade das ideias em termos de fidelização aos requisitos que definem o problema.

A ação cognitiva consolida a criatividade do designer, promovendo o léxico visual e o armazenamento de memórias experimentais do foro metodológico, técnico e estético, que designa a capacidade de processar a informação, sintetizar, avaliar e decidir. Por possuírem uma estrutura de pensamento diversificada, exploratória e não usual (contraditória ao estabelecido), os criativos destacam-se pela conexão que fazem entre a ação cognitiva e a prática experiencial, que gera o saber estruturar o pensamento ou metacognição.

1.1.7. Projeto de Design e Ensino

“Studying designing is different to studying many other human activities because when each designer is given the same set of design requirements the results of each designer is and is expected to be different. A different paradigmatic view is required if comparisons of designing are to be made” (Gero 2010, p.21) ¹¹⁰

¹¹⁰ Tradução livre do autor: “Estudar o design é diferente de estudar muitas outras atividades humanas, porque quando cada designer recebe o mesmo conjunto de requisitos de projeto, os resultados de cada projetista são e devem ser diferentes. Uma visão paradigmática diferente é necessária, se as comparações de projeto forem feitas” (Gero, 2010, p.21).

O ensino projetual visto na perspectiva do design é um sistema construtivista e emergente, estruturado num processo coevolutivo de identificação e definição de problemas, e um processo metodológico e criativo. O processo de design ao nível do ensino é, porém, também um processo sistémico, não linear, dinâmico e que se organiza pelo conjunto de fatores que se influenciam mutuamente e inferem no modo de perceber o projeto.

A Bauhaus (1919) foi a primeira estrutura de ensino de design a aplicar um método baseado na aprendizagem com a prática, num currículo¹¹¹ com várias disciplinas que agregavam a arte e o artesanato para configurar novos artefactos (Oliveira, 2009). O tipo de ensino praticado integrou a base experimental como a essência do entendimento dos princípios do design, através da percepção da transformação dos materiais, os processos de produção tanto manuais como tecnológicos, num espírito mais técnico, agregado aos modelos industriais e artísticos. De acordo com Oliveira (2009), o ensino de design ganhou uma nova expressão quando o arquiteto Hannes Meyer assumiu a direção da Bauhaus, substituindo Walter Gropius e “(...) incorporou novos valores ao processo Bauhausiano, fazendo sobressair o papel social do designer” (p.46). A produção massificada (ideologia marxista) tornou-se o cerne dos conteúdos educativos em design pela Bauhaus, vaporizando a produção artística que pouco respondia aos novos interesses e valores.

A arte e a técnica difundiram-se e, segundo Inês Oliveira, “Um viés científico começou a ser incorporado ao componente artístico, ao mesmo tempo que a subjetividade perdia gradativamente a importância, dando lugar à valorização da capacidade de resolver problemas de objetivos” (ibid. p.45). A produção seriada industrializada requereu novos conhecimentos de processos de transformação, para a fabricação com moldes, redução de custos e satisfação das necessidades das sociedades em curto tempo. Mudanças nas terminologias e nos conteúdos das disciplinas foram determinantes para consolidar os novos objetivos, focando-se ao nível do Ensino Básico de Oficina. A aprendizagem centrou-se na criação de noções sobre as características físicas dos materiais e as suas possibilidades de transformação.

¹¹¹ O currículo inicial da Bauhaus de Weimer (1922), dividiu-se em três fases. O ensino preliminar (ou estrutura pedagógica base) com o estudo da composição da forma e iniciação ao estudo dos materiais e transformação básicas, ensino de oficina que contemplou cinco aprendizagens diferentes e que o aluno optava por uma oficina designada pelo material (exceto a oficina da cor), que lhe interessava especializar-se. A oferta era referente à pedra, argila, vidro, madeira, vegetal, tecido, e cor. Para cada especialidade, sete disciplinas eram transversais, designando-se por Estudo da Natureza, Estudo dos Materiais, Estudo do Espaço-cor e Composições (geométricas), Estudo das Estruturas e das Representações, Estudos dos Materiais e Ferramentas. Todos os ciclos de estudo, afunilavam para o último ano, que incluía a conclusão dos conhecimentos sob a designação, Estudo da Construção e Projeto.

Mais tarde, na Hochschule für Gestaltung (1953), o ensino assumiu a continuação dos objetivos traçados na segunda fase da Bauhaus, guiando-se pelo ensino experimental técnico, alicerçado “(...) à educação em linhas modernas e racionais como base para o desenvolvimento de um espírito construtivo, com sentido de responsabilidade social, e direcionado para o trabalho cooperativo. Assumia-se a tarefa de humanização de uma civilização que estaria cada vez mais mecanizada” (ibid. p.23). O tipo de ensino utilizado consistente no projeto onde a teoria e a prática se fundiram, é ainda hoje implementada em alguns cursos de design (como, por exemplo, o atual Design Global do IADE-UE), como forma de gerar metodologias e conhecimentos aos alunos, transversais à realidade profissional. Uma das premissas da Hochschule für Gestaltung de ULM foi a valorização do trabalho em equipa entre professores e alunos, através do funcionamento em atelier e com uma relação renascentista da aprendizagem do aprendiz e o mestre. Resíduos de um contexto ainda ligado às artes e ao artesanato ressuscitaram para a Hochschule für Gestaltung ULM, o que possibilitou algumas divergências de opinião pedagógica entre o grupo de professores¹¹² que defendeu a cultura industrial e tecnológica.

A distinção entre os paradigmas do design como arte ou como campo técnico e tecnológico vigora atualmente nas reflexões sobre a morfologia pedagógica. Inês Oliveira descreveu ainda, os princípios de ensino dividiram-se entre a “(...) arte como base nos processos de design” (ibid. p.25) e a arte não como significado do projeto, mas da gramática no processo que se começa por perceber como científico e técnico. A arte é vista como uma parte integrante do design que participa na criação de produtos para melhorar a vida das pessoas. O design passa a ser interpretado por alguns docentes menos conservadores dos cânones classicistas (Maldonado e Gugelot), não como um exercício egocêntrico, mas como um exercício sistémico onde vários indivíduos cumprem funções distintas e interligadas num só objetivo, que é a satisfação das sociedades com trabalhos que são estudados com esse propósito. Com a direção de Tomás Maldonado, Otl Aicher e Hans Gugelot, novos fundamentos metodológicos de interpretação e de conceção do projeto passaram a ter um novo destaque com um forte posicionamento teórico ligado à cibernética, teoria da informação, teoria de sistemas, semiótica, engenharia (Oliveira,2009, p.27). O ensino de design, desde o tempo da Bauhaus, assenta as suas diretrizes em torno do processo projetual e da prática, ligada ao pensamento projetual na resolução dos problemas, a metodologia, a representação e a noção histórica sobre a teoria do design.

¹¹² Um grande exemplo foi Tomás Maldonado.

O ensino de design tem um carácter fundamentalmente experimental e prático, reflexivo por ação de indução, de questionamento e dedução de efeitos consequentes e respostas. O ensino de projeto desenvolve-se em torno dos princípios da ação de pensar e agir (reflecion-in-action), com criatividade e o conhecimento das técnicas de produção e materialização. Para Donald Schön, a prática reflexiva corresponde ao conhecimento adquirido durante a ação, e a reflexão que é instaurada durante o processo, através métodos, dos passos, conhecimentos adquiridos, falhas e sucessos. Analógicamente, a reflexão é como uma bateria que carrega o circuito do pensamento, memória e a ação, com um objetivo de procurar encontrar um conhecimento inovador e diferenciado do que se conhece ou se pensa conhecer.

A metodologia do ensino projetual baseia-se hoje na aprendizagem autoconstrutiva, compreendendo o que é um projeto e o que envolve a sua estrutura, as diferentes fases projetuais, os seus significados e o modo de pensar. No processamento hipotético de projeção, não existe um só método para pensar e fazer projeto, mas vários métodos, que são pensados mediante a complexidade de desafios, tempo para a realização do projeto, orçamento e recursos disponíveis. O projeto mede-se na sua complexidade pela dimensão dos problemas perversos, ou problemas que se subdividem em subproblemas e que geram um novo ciclo de interpretação e resolução. O maior número de ciclos representa um problema complexo, porque exige muitas reinterpretções e muitas subsoluções. No entanto, qualquer seja a metodologia utilizada, o processo projetual constitui o problema que na sua decomposição torna cognitivamente impossível ver-se toda a dimensão do problema. Os designers têm a capacidade de perceber o espaço do problema, como um espaço constituído por subproblemas que vão sendo descobertos (apenas uma parte), e baseando-se no pressuposto definido por Newell e Simon (1972), que:

(...) humanos operam como sistemas processadores de informação (IPS, Information Processing System), um sistema composto de uma memória contendo estruturas simbólicas, processadores, efetores e receptores. O processador é um manipulador de símbolos que (a) converte a informação fornecida pelos recetores em código interno consistente com as estruturas simbólicas do sistema, (b) transforma símbolos internos e as suas relações e, (c) converte símbolos em códigos que podem ser transmitidos para o mundo através dos efetores. O processador é formado por processos unitários, memória de trabalho e um interpretador. O processo de pensar (ou resolver um problema) é a sequência de operações sobre símbolos. (Perry, 2010, p.53)

O contexto pedagógico do projeto trabalha as metodologias e a prática da perceção dos sistemas, desenvolvendo os processadores de informação e trabalhando a constituição como o recurso da memória, para a formação pessoal das estruturas mentais simbólicas. Pela explanação prática sedimentada nas técnicas de representação e apresentação, os indivíduos adquirem as

capacidades difusoras de exteriorização do conhecimento tácito e trabalham os efetores que descodificam e expõem a informação interna pessoal. É nestes princípios que consideramos necessário centrar as atenções, levando os discentes a saber descodificar os códigos que constituem os problemas e a compreender os processos e os recursos mentais e físicos.

O projeto aprende-se com a prática e a reflexão, com a análise, avaliação e a ação estratégia de criação, metarreflexão e materialização. A projeção no design poder-se-á compreender como um princípio de descodificação de códigos que constituem o problema e que, sob uma nova ordem (criação e desenvolvimento técnico), completa-se um novo código perceptível universalmente. O ensino em design deve preocupar-se com gerar competências e autonomia para os indivíduos conseguirem construir os códigos que dão origem aos sistemas, que Manzini (1993) proferiu como novos sistemas de referência. A orgânica prática no ensino do projeto parte de uma conceção epistemológica empírico-indutiva, marcada pelas técnicas de análise e observação, criação de hipóteses e a comprovação da sua performance perante os objetivos traçados e os requisitos do problema identificados. A aquisição do conhecimento determina-se pelo cruzamento dos contextos teóricos apreendidos com o conhecimento, desenvolvido e adquirido nos resultados experimentais. Matté, Gontijo e Sousa (2008), abordando Oxman (2004), descreveram que os propósitos da educação em design consistem na integração da prática do design no conhecimento teórico e transformado em conhecimento didático. O conhecimento, para Nickols (2002), como apresentaram ainda Matté, Gontijo e Sousa (2008), representa um “(...) estado de saber que significa o (...) inteirar-se e familiarizar-se (...) ter consciência de reconhecer ou aprender factos, métodos, princípios, técnicas (...)” (p.4). O conhecimento representa a capacidade de interpretar e agir, formulando novos métodos e técnicas aplicáveis, armazenamento e recuperação de memórias ligadas aos saberes acumulados e codificados (tácitos)¹¹³. Os autores, referindo Galle e Kovács (1996), afirmaram que o design é:

(...) composto de atividades interdependentes de imaginação e raciocínio. A imaginação em design é utilizada para a evolução do projeto, ou seja, desenvolver propostas de decisão experimentais e gerar ideias conceituais. O raciocínio em design é utilizado para racionalizar o projeto, ou seja, para justificar as decisões experimentais por meio do pensamento racional, que pode ou não incluir a avaliação. (ibid. p.8)

¹¹³ Segundo Nickols (2002) as designações de conhecimento tácito e implícito são diferenciadas. O conhecimento tácito é o conhecimento acumulado (vivências), e que é armazenado ao longo dos tempos (memória longa). O conhecimento implícito existe tacitamente, mas é aplicável numa tarefa ou desafio (operacional).

O sistema de ensino de projeto de design assenta ainda sobre o contexto da observação da prática e das diretrizes do docente. Os novos sistemas pedagógicos multidisciplinares têm introduzido o cruzamento de várias valências que, ao partilharem o mesmo briefing, permitem uma maior amplitude de conhecimentos, com uma base informativa variada, permitindo ao aluno perceber a multivariabilidade de saberes e construir o seu próprio saber.

O ensino da Bauhaus de Dessau dos anos 20 e a Hochschule für Gestaltung de ULM dos anos 50 do séc. XX contribuíram com as suas metodologias para uma nova ordem pedagógica no design. Como Bonsiepe (1992) abordou, “Na Bauhaus, o curso propedêutico serviu para, como se disse, libertar através de uma instrução preparatória, as capacidades criativas e revitalizá-las” (p.158). Partilhamos a opinião que os cursos de design, ao nível do ensino introdutório, não devem estabelecer a inclusão de conceitos de projeto que representam as variáveis na sua totalidade.¹¹⁴ O excesso de variáveis exige conhecimentos e experiências e constitui a confusão e o descontrolo por parte dos discentes que ainda não reconhecem a dinâmica metodológica de um projeto e as técnicas de exteriorização dos conhecimentos. De forma analógica, o mesmo é dizer a um indivíduo para conceber um ‘bolo’, quando desconhece os ingredientes e o potencial que se pode obter com a transformação dos ingredientes, assim como a sua combinatória. O resultado esperado certamente será o desastre ou a conceção de algo sem alma.

Acreditamos que a primeira abordagem, no ensino, tem de ser feita com a intenção de gerar a sensibilidade e a consciência para a capacidade de perceção, reconhecimento dos princípios metodológicos projetuais, treinamento de técnicas expressivas de exteriorização dos conhecimentos, e ações de ideação, reflexão e consecução (saber conversar consigo mesmo e com o produto da sua imaginação). É relevante, para o discente, o conhecimento do projeto como sistema composto por elementos que se interligam e que são articulados pela ação do conhecimento pessoal, como pelo conhecimento que se vai adquirindo com a experiência.

1.1.8. Princípios de Design

Os princípios de design definidos por vários designers e investigadores não devem ser entendidos como diretrizes para promover a realização de bons projetos, mas como conselhos inspiradores

¹¹⁴ Definimos as variáveis projetuais como os elementos que reúnem as principais preocupações para resolver o problema como por exemplo, usabilidade, produção, ergonomia, transformação técnica e tecnológica, materiais, custos que envolvem a produção e o produto final, etc.

para pensar e sentir o projeto. Os princípios, tal como as metodologias, os processos e os componentes do projeto, são suscetíveis de interpretações diferentes e caracterizam-se por um alinhamento pessoal e estratégia de compreensão do problema e de ação metodológica de estruturação do processo e avaliação das decisões. Os princípios de design, vistos por uma abordagem teórica, estão associados ao período do pós-segunda guerra mundial e à ULM School of Design, que se fundamentou pelo desenvolvimento do conhecimento teórico e prático do ensino de Design e Comunicação Visual, sob uma forte influência da Bauhaus. Podemos verificar a constituição da estruturação dos seus primeiros princípios com o conceito positivista, relacionado com o instituído desenvolvimento dos métodos, sob uma visão da tradição que Bürdek (2005) assinalou como:

(...) German Rationalism, trying as it did to demonstrate scientific character, in particular through the application of mathematical methods (...) the faculties of perception through experimentation (...) was to achieve intellectual discipline by training students in manual precision, cartesian thought dominated scientific theory. Thinking was governed by the wish for rationality, for strict form and construction only the 'exact' natural sciences were truly accept as reference disciplines. (p.46)¹¹⁵

Os princípios de design utilizados na ULM School of Design depressa foram reconhecidos ao nível da produção industrial e serviram de apoio para os contextos de fabricação. Esses princípios basearam-se na sensibilização da percepção pela prática, promovendo "(...) the faculties of perception through experimentation" (ibid. p. 49)¹¹⁶, através do estudo da cor, das formas (relação das leis de Gestalt), dos estudos dos materiais e da geometria para a criação de superfícies sob os sistemas poliédricos, teoria da simetria, combinatória, continuidade, proximidade, transformação. Atualmente, parte das metodologias empregues nos projetos de design são ainda baseadas nos métodos de análise e de síntese e na seleção de alternativas, iniciados nos princípios de ensino da ULM School of Design.

A empresa Braun, segundo Bürdek (2005, p. 55), foi o centro do movimento intitulado por 'Good Design', com grande influência para o design alemão e para as empresas industriais na Alemanha.

¹¹⁵ Tradução livre do autor: "(...) O racionalismo alemão, tentando demonstrar o caráter científico, em particular através da aplicação de métodos matemáticos (...) as faculdades de percepção através da experimentação (...), foi alcançar a disciplina intelectual ao treinar estudantes na precisão manual, pensamento cartesiano dominado pela teoria científica. O pensamento era governado pelo desejo de racionalidade, pela forma e construção estritas, em que apenas as ciências naturais "exatas", eram verdadeiramente aceites como disciplinas de referência " Bürdek (2005, pp.46-40).

¹¹⁶ Tradução livre do autor: "(...) As faculdades de percepção através da experimentação" (Bürdek ,2005, p.49).

Dois nomes sonantes ligados à Braun, foram Hans Gugelot (da ULM School) e Dieter Rams, que trouxeram uma nova linguagem que se definiu por princípios funcionais, como o grande respeito em relação à adaptação dos produtos ao utilizador e cumprindo aspetos que abrangeram a ergonomia e a antropometria. Mas o design da Braun trouxe ainda outras perspetivas para uma nova linguagem, como a boa ordem funcional dos elementos, o design com detalhe e minúcia, precisão, simplificação e a conexão às novas tecnologias inovadoras de produção. Analisando os princípios do modelo cognitivo do design concetual de Benami e Jin (2002), o processo cognitivo é referido como o pensamento que produz as operações metodológicas, práticas e decisórias e que designa as entidades do design, que estruturam todos os componentes necessários, como se pode ver na figura 32.

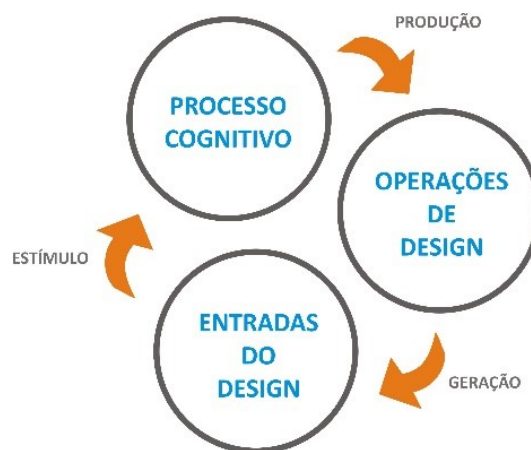


Fig. 32 - Modelo cognitivo de design concetual de Benami e Jin (2002).

As entidades do design são classificadas em três elementos, que correspondem aos princípios da constituição das bases da geração como:

- . A função que está ligada ao propósito das soluções para satisfazerem as necessidades e que são sinalizadas como primordiais;
- . A forma que corresponde à composição dimensional e que abrange o tipo de volumetrias e detalhes que demarcam os componentes e o produto¹¹⁷ no geral;
- . O comportamento que está intrinsecamente ligado à forma e à função e que corresponde ao contexto do modo de operar e cumprir uma função específica, como a dinâmica, a resistência,

¹¹⁷ O produto neste sentido, não é entendido na forma figurativa de produto como objeto físico, mas como produto do design, uma ideia, um conceito, ou uma proposta.

comodidade, sustentabilidade, adaptação antropométrica e ergonômica, performance mecânica, comportamento dos materiais, etc.

O processo de pensamento cognitivo criativo é visto por duas fases, que foram designadas no modelo Genevieve Model de Finke et al. (1992) como fase generativa ou de construção mental (desencadeadora da constituição dos primeiros princípios que compõem a estrutura preventiva) e a fase exploratória, que procura interpretar o que é definido na representação mental, como apresentado na figura 33.

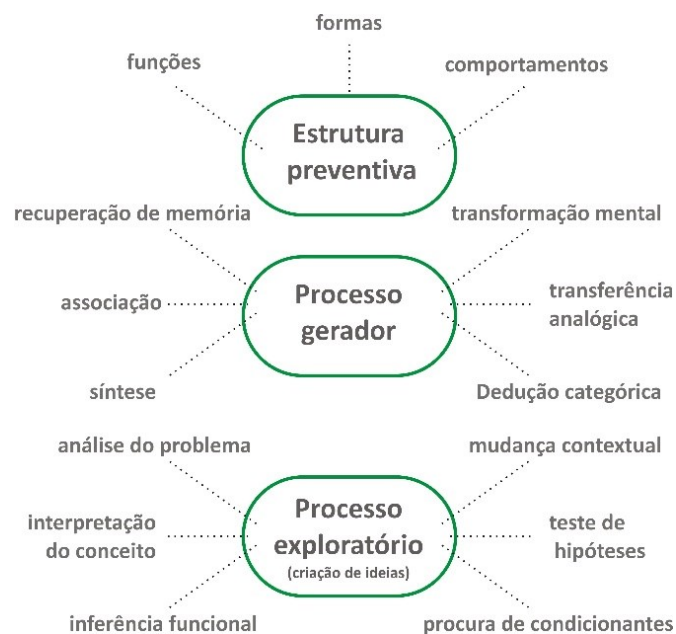


Fig. 33 - Modelo do processo cognitivo criativo de Finke et al. (1992).

As propriedades das estruturas preventivas promovem os princípios criativos da novidade, ambiguidade, significância, emergência, incongruência e divergência (Finke et al., 1992, apud. Benami e Jin 2002, p. 4). A novidade no design respeita a formulação de novas referências, nunca vistas, e que se podem destacar pela função, forma, comportamento e performance em relação às soluções existentes no mesmo domínio. Uma solução para ser nova tem de se diferenciar pelo menos em algum aspecto, trazendo algo de inesperado e que se destaca das expectativas esperadas), e que se reflita na melhor performance e qualidade. A novidade não tem de corresponder a uma inovação radical e total em todos os seus elementos que perfazem uma identidade, mas tem de superar na forma ou funções que diretamente influenciam o comportamento do que é projetado (entidade).

A ambiguidade definida por Benami e Jin (2002) refere-se ao princípio de que, na estrutura preventiva onde são preparados e convertidos os problemas em soluções imaginadas, estes podem variar nas interpretações e no número de pré-conceitos.

Na fase final do processo, a ambiguidade junta-se à divergência, onde se estruturam múltiplos significados para corresponderem a diferentes alternativas de possíveis soluções. A divergência está relacionada com a capacidade de produção de várias hipóteses, o que demonstra a exploração criativa e um vasto conhecimento de informações no campo visual. A significância está associada ao significado que é percebido no contexto geral e que perante o seu nível de abstração, pode ou não inspirar a criação de uma ou várias interpretações. Os elementos de uma entidade dependem hierarquicamente das funções que desempenham e a relevância está inteiramente conectada ao tipo de informação envolvida no processo de exploração de soluções para o problema. O teor da informação torna-se relevante, dependendo do grau com que se adapta ao processo de identificação dos problemas e a forma de pré-estruturar as respostas. A relevância da informação pode ser identificada como a que melhor dados oferece ao projeto na sua pertinência. A incongruência é encontrada numa fase prospetiva das hipóteses, quando se identificam as necessidades e se delineiam as proposições. Nem sempre todas as propostas de solução encontram a convergência ou a boa relação entre os elementos pensados. A forma pode gerar problemas estruturais e funcionais, assim como as funções podem condicionar as formas idealizadas ou as questões técnicas podem fazer divergir a conotação dos elementos constituintes da entidade.

A divergência comportamental das soluções ao nível das diferentes funções é muito evidente em qualquer projeto. Aliás, são essas divergências que fazem despoletar a diversidade e o encontro de soluções qualitativamente mais interligadas e convergentes. As incongruências podem ser verificadas pela relação de dimensão, formas dissociadas geometricamente e esteticamente, funções dispares da intenção geral, resultados ineficazes na combinação de materiais pelas suas características físicas e químicas, conjunto de fatores formais e materiais que não satisfazem os atributos físicos, como por exemplo a resistência, a flexibilidade, higroscopicidade, atrito, massa, porosidade, permeabilidade, condutibilidade térmica, elasticidade, plasticidade, viscosidade, fadiga, solubilidade e retração.

Os Mac Books da Apple, com os tampos em liga de magnésio com a superfície lisa, são extremamente escorregadios, pondo em causa o aspeto da portabilidade e manuseamento. Neste caso, a estética formada pela forma e pelo tratamento da superfície sobrepõem-se ao

comportamento. A solução é encontrada utilizando-se umas subcapas rígidas que permitem a proteção e uma maior aderência.

A emergência está diretamente ligada com a descoberta de novas soluções que aparecem de uma relação evolutiva de descobertas. A emergência não acontece apenas da antecipação e proposição, mas da tomada de decisão, sempre que se dá um passo em frente, exigindo-se novos atributos projetuais.

Lidwell, Holden e Butler (2010) selecionaram cento e vinte e cinco relevantes princípios de design, do vasto universo de princípios que agregam a ciência do design. Apresentamos uma síntese dos princípios que consideramos mais utilizados na prática do design enquanto projeto:

. Acessibilidade - é a característica da universalidade do uso que alberga o conceito de design inclusivo, ou seja, o design para todos. A acessibilidade pode ser compreendida nas características de perceptibilidade, operacionalidade e na minimização da ocorrência de erros;

. Efeito da estética na usabilidade - os projetos estéticos tendem a influenciar as pessoas ao nível da impressão de adaptação e aceitação do projeto. A estética gera a atratividade e consequentemente a atitude motivada e auto-incentivada, para aceitar a mudança. “Aesthetics play an important role in the way a design is used. Aesthetics design are more effective at fostering positive attitudes than unaesthetic designs and make people more tolerant of design problems” (Lidwell, Holden, Butler, 2010, p.20).¹¹⁸

. Interação com o utilizador - é designado como a característica física de um produto ou ambiente que remete do melhor modo o cumprimento da função. Neste princípio, o estudo das formas, dos ícones, cores ou os materiais são fundamentais para estabelecer o melhor relacionamento na utilização do objeto ou espaço. O design é responsável por traduzir, de forma imediata e intuitiva, o funcionamento dos produtos;

. Alinhamento - corresponde à coerência formal e à otimização de leitura proveniente das leis de Gestalt. O alinhamento de elementos gera a noção de unidade e de rigor, estabilidade, coerência, perfeição. O alinhamento permite a leitura rápida e eficaz;

¹¹⁸ Tradução livre do autor: “A estética desempenha um papel importante na maneira como o design é usado. A estética no design é mais eficaz na promoção de atitudes positivas do que projetos inestéticos e torna as pessoas mais tolerantes com problemas de design” (Lidwell, Holden, Butler, 2010, p.20).

. Tendência Atrativa - Os produtos ou espaços atrativos são vistos como exemplos de qualidade e de valor, mesmo que não sejam efetivamente bons. Existe uma tendência para a sobrevalorização, quando algo é atrativo;

. Fechamento - Corresponde a um princípio da percepção de um conjunto de signos como um só elemento quer pela padronização, multiplicidade, repetição, agrupamento, reconhecimento sob a forma completa contínua;

. Cor - é utilizada para persuadir, indicar ou informar, atrair a atenção, influenciar, alterar estados de espírito e sentimentos. As cores são caracterizadas nas diferentes culturas com um significado diferente sobre o que representam e o sentido que detêm ao nível emocional e psicológico.

. Destino Comum - é visto como um princípio em que os elementos que se movem na mesma direção são relacionados entre si, formando um só grupo. Para os autores, a relação entre os elementos é mais forte quando existe uma frequência e intensidade e quando um tipo de padrão é reconhecido;

. Comparação - remete para a análise entre pelo menos duas variáveis que não são compreendidas pela identificação de uma relação e padronização entre os elementos analisados e o meio onde estão inseridos. Para existir uma comparação, os termos da análise têm de ser comuns e as medições equivalentes em termos das variáveis de comparação, para que não exista inflacionamento ou tendência para qualificar melhor um elemento;

. Confirmação - é uma forma de se evitar a incerteza e as ações não intencionadas chamadas erros. A confirmação permite a obtenção de dados clarificados que suscitam a certeza e projeta uma ação futura alicerçada na confiança. O projeto iterativo de design fundamenta-se na dúvida e na procura da confirmação das respostas para resolver o problema ou para garantir a sucessão de passos evolutivos, para encontrar uma solução plausível;

. Consistência - representa-se por uma concordância e por uma frequência de um fenómeno recorrente contínuo. A confiança gera a consistência e a articulação relacional, criando um contexto forte, bem estruturado ou consistente. Lidwel, Holden e Butler (2010) referem existir quatro tipos de consistência, a estética, a funcional, a interna e a externa. Ao nível da consistência estética, é importante destacar o reconhecimento que uma determinada forma, material ou acabamento pode representar sobre a consistência de um determinado produto, espaço, evento. Por exemplo: os materiais carbono e kevlar estão associados à resistência e são aplicados aos equipamentos nos desportos de alta competição, como Fórmula 1, canoagem, embarcações do America's Cup ou Volvo Ocean Race, na área dos transportes como os comboios de alta

velocidade e na aviação. Sobre estes materiais, está instituída a noção da sua qualidade performativa, a resistência e a leveza.

A forma também pode ser um indicador de consistência, por poder representar durabilidade, estabilidade e resistência. O automóvel Smart Fortwo, do grupo Daimler AG, é um exemplo de como a forma de um microcarro pode estabelecer a confiança pela estabilidade, segurança, dinamismo, praticidade. Estes elementos passam o sentido de confiança e consistência do produto pelo projeto ser pensado nesse sentido. Os aspiradores Dyson, criados pelo designer britânico James Dyson, transmitem também um sentido de qualidade e de eficiência funcional, presente no design de detalhe e na boa performance. A consistência funcional não é só vista como o resultado da ação de algo, mas o significado que está implícito e que colabora na melhor percepção da ação. Para o efeito, determinados ícones e sinais reconhecidos universalmente são aplicados aos produtos, como por exemplo os sons que indicam funções consumadas, dígitos que significam mais ou menos potência, linhas do tipo barreiras que definem zonamentos, setas que indicam uma atenção especial e texturas que indicam a zona a pegar ou a pressionar ou perigo. A consistência gráfica destes símbolos, a forma e os materiais aplicáveis aos objetos traduzem mensagens que, sendo bem trabalhadas em termos de design, facilitam a usabilidade, demonstrando a preocupação “user friendly”.

A consistência interna é dada pela combinação de todos os elementos gerados no sistema e a consistência externa compreende a relação com o ambiente e com os elementos que estão associados de uma forma direta ou indireta;

. Constância - refere-se à forma de como se vê os objetos continuamente de forma inalterada, imutável, mesmo quando alteram a cor, a escala ou o ângulo de visualização. Após a percepção do objeto nas determinadas propriedades ou elementos que são marcantes pela sua ordenação e pela orgânica, gera-se uma imagem que é interiorizada e lembrada, mesmo que o objeto seja apresentado em contextualizações diferentes. A constância também pode ser verificada ao nível dos outros sentidos como a audição, o paladar e o tato;

. Constrangimentos - na sua análise, permitem compreender todo o tipo de limitações que possam interceder ou dificultar a ação projetual, reduzindo a margem dos possíveis erros. A percepção dos constrangimentos garante a antevisão dos problemas de modo a controlá-los com soluções viáveis;

. Tendência das Formas Redondas - por natureza, somos menos chegados às formas com arestas vivas, vértices aguçados e superfícies angulares porque, mentalmente, estes são indicadores de

perigo, insegurança e ameaça. As formas angulares são conotadas como agressivas, irreverentes, arriscadas, temíveis, jogando com as nossas crenças, receios e dúvidas. As formas curvas, pelo contrário são a antítese destes sentidos, marcando a segurança, conforto, a regularidade e o cuidado;

. Controlo - respeita a capacidade verificação e cumprimento da tarefa. Para Lidwel, Holden e Butler (2004), "The level of control provided by a system should be related to the proficiency and experience levels of the people using the system. People should be able to exercise control over what a system does, but the level of control should be related to their proficiency and experience rising the system" (p.64)¹¹⁹. Existem sistemas simples que não exigem grande experiência e técnica, para se verificar o controlo do seu funcionamento; porém, sistemas complexos exigem não apenas a formação, tempo e dedicação. A responsabilidade do designer é o tornar as funções simplificadas, oferecendo uma interação acessível aos utilizadores através de layouts rápidos de aprendizagem sobre o comportamento dos componentes dos sistemas, assim como a criação de sequências de procedimentos que proporcionam a rápida operacionalização. O design simplificado obtém-se através da execução de estudos diretos feitos com os utilizadores, experimentações ou ensaios de mercado e testes de protótipos na realização das várias fases do projeto;

. Convergência - está relacionada com o encontro das características semelhantes em múltiplos sistemas, sejam naturais ou artificiais. A convergência desempenha um critério de exploração no processo projetual que consiste na utilização de analogias que podem ser formais, estruturais, funcionais, estéticas de padronização e de configuração de elementos. As analogias, no design, representam uma enorme base de apoio para a geração de novas possibilidades, contribuindo para o despertar de ideias relacionadas, convergentes ou divergentes, necessárias à ideação;

. Desenvolvimento Cíclico - designa o princípio baseado em quatro constituintes do projeto: a definição dos requisitos, a criação, o desenvolvimento e o teste. Os requisitos do projeto são dados necessários à constituição do problema, adquiridos na investigação dos mercados, percepção dos utilizadores, hábitos de interação com os produtos, testes de usabilidade, comportamento do produto face as necessidades mercadológicas e pessoais dos utilizadores. Os requisitos do problema são melhor identificados quando existe a experiência de campo e quando

¹¹⁹ Tradução livre do autor: "O nível de controlo fornecido por um sistema, deve estar relacionado com os níveis de proficiência e experiência das pessoas que usam o sistema. As pessoas devem ser capazes de exercer o controlo sobre o que um sistema faz, mas o nível de controlo deve estar relacionado com a sua proficiência e com a experiência para aumentar o sistema" (Lidwel, Holden e Butler, 2004, p.64).

os stakeholders são fiáveis e imparciais, não tendo quaisquer tipos de influências. A criação é a fase em que os critérios e os constrangimentos são transformados em signos, sob um trabalho intenso exploratório e iterativo. O desenvolvimento incide na maturação das ideias, viabilizando-as para uma realidade produtiva e sustentável. No desenvolvimento, as especificações do projeto são racionalmente estruturadas, para melhor responder às questões técnicas de operacionalidade e produção. O teste é considerado a fase crítica de verificação da reação dos utilizadores, pelo que o projeto é visto pela primeira vez em contexto real de aplicação e interação;

. Errar - é cometer uma ação indesejável devido ao esquecimento, ao cansaço, à incerteza, à falta de conhecimento, à teimosia, ao arriscar descontroladamente ou inconsequentemente. A percepção do erro traz benefícios ao processo de projeção, mas os erros cometidos engrandecem a componente da cultura visual do designer, construindo um conhecimento amplificado de incertezas e percepções que evitam as falhas futuras;

. Efeito da Expetativa Gerada - parte do princípio previsionial que representa uma enorme importância para o desenvolvimento do projeto, pela motivação que se gera quando se imagina o impacto e a reação dos utilizadores. A previsão pode ser apoiada por inquéritos por questionamento, previamente apresentados a prováveis utilizadores como forma de sondagem;

. Fator de Segurança - consiste num cálculo que introduz ao projeto a aplicação de elementos ou características que asseguram a segurança da solução. Os fatores de segurança minimizam as falhas, mas tornam o produto da solução com custos mais elevados e produtivamente mais difíceis. A marca Volvo aposta desde sempre neste princípio, colocando a segurança do utilizador na primeira linha dos requisitos do problema. Na metodologia de projeto, a existência de alternativas assegura a continuidade do projeto quando existem incongruências ou patologias associadas às soluções propostas (também chamados de plano B);

. Retorno ou Feedback - forma-se por uma resposta a uma ação submetida ao teste. Existem três tipos de feedback, os positivos, negativos e intermédios, que resultam de alguma insegurança, mas não são de todo um aspeto negativo. O feedback funciona como um regulador do equilíbrio do projeto para evitar os erros e para promover a estratégia de promoção.

. Sequência de Fibonacci - conhecida como uma sequência de números que gradualmente vão sendo somados tomando como referência o número anterior, como por exemplo 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, ... em que $8 = 5+3$ ou $55 = 34+21$ e assim infinitamente (Horndan, 1961; Papanek e Fuller, 1972; Koshy, 2011).

A sequência de números (ver figura 34) formam padrões repetidos das formas da natureza (fractais), que aumentam com uma proporção equivalente. Para Lidwel, Holden, Butler (2010), as sequências de Fibonacci são relevantes para o desenvolvimento das proporções representadas em padrões geométricos, composições modulares e na disposição de conjunto de elementos sob um ritmo encadeado;

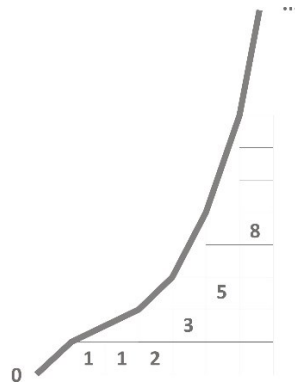


Fig. 34 - Sequência de Fibonacci. Fonte: o autor.

. Relação Figura/Fundo - o princípio é proveniente da teoria da percepção de Gestalt que menciona que o nosso modo de ver os elementos é separá-los do contexto do fundo onde se inserem. A situação em que a relação é bem estruturada é quando a figura se destaca do fundo, permitindo uma maior atenção. A camuflagem da figura/fundo gera a impercepção e a leitura dificultada, podendo ser deturpado o seu significado;

. Cinco Formas de Organizar a Informação - são para os autores, “The organization of information is one of the most powerful factors influencing the way people think about and interact with design” (ibid., p.100)¹²⁰. As cinco formas descritas são o tempo que se refere a uma organização da informação diacrónica numa sequência cronológica. A localização define a informação por zonas geográficas, representando campos e culturas nas diferentes áreas do planeta. No design, a forma contínua contempla a organização por uma ordem de qualidade e quantidade que inicia nos valores mais baixos para os mais altos. A categoria corresponde à segmentação da informação por conceitos ou significados;

. Flexibilidade do Produto - representa a resposta multifuncional do produto, tornando-o mais complexo dado o maior número de requisitos a que o projeto terá de responder. Por norma,

¹²⁰ Tradução livre do autor: “A organização da informação é um dos fatores mais poderosos que influenciam a forma como as pessoas pensam e interagem com o design” (Lidwel, Holden, Butler, 2010, p.100).

estes produtos apresentam algumas incompatibilidades das funções dos seus elementos e dificultam a descoberta de soluções, porque ampliam também o número de constrangimentos;

. Evitar e Minimizar os Erros - define-se pela existência de vários processos para evitar os erros no projeto, que são o tornar a proposta segura pensando numa utilização fidelizada do produto; possibilidade de inverter o conceito projetado quando existem problemas que demonstram potenciais falhas; munir-se de recursos seguros de informação para evitar a dúvida e as más referências; confirmação das possibilidades antes de tomar decisões e passar para uma etapa posterior; a colaboração através da informação disponível e dos stakeholders. Quando o projeto apresenta dúvidas sobre quaisquer destes procedimentos, é um projeto inseguro;

. Forma Segue a Função - sob o ponto de vista dos autores, são duas as formas de interpretar esta máxima, diferenciada por dois períodos distintos como a interpretação prescritiva, que defendeu que a estética era apenas uma característica secundária; e o segundo momento, de interpretação descritiva, que viu a estética como o resultado da função;

. Regra de Ouro - pela sua natureza indica que é uma regra de proporção das formas geométricas pela separação de elementos na proporção de $(1) = 1.618$ + $(2) = 0.618$, no que (1) correspondendo ao valor X , o valor de $(2) = 0.382 \times X$ e o valor total $Y (1+2) = X + 0.382 \times X$, no que o valor total $Y = 2.236 \times X = Y \times 1.618$ ou seja $X = 1,618 Y : 2.236$. Por exemplo, para um objeto com 200 mm de comprimento, a fórmula proporcional será $X = 200 \times 1.618 : 2.236 (=)$ valor 1 - 144.722 mm e valor 2 - 55.283 mm:

. Continuação - respeita a composição de elementos sob uma linha direita ou em curva não visível. Sob a ordem contínua e repetida, os elementos mostram uma relação como grupo;

. Diagrama de Gutenberg - tem a ver com as áreas de maior leitura de informação dentro de um espaço confinado a um retângulo ou quadrado. Sob o diagrama de Gutenberg, no canto superior esquerdo, normalmente começa a leitura (designando-se primeira ótica) que tem um maior impacto numa linha diagonal que segue até o canto inferior direito. A área de maior impacto é o canto superior direito e a área que suscita menor atenção é o inferior esquerdo. Esta realidade, porém, é diferenciada do ocidente para o médio oriente, onde muitos países de tradição hebraica ou árabe escrevem da direita para a esquerda, o que implica uma inversão do conceito;

. Lei de Hick - refere que o tempo para a tomada de uma decisão é aumentada perante o maior número de opções existentes, num determinado sistema de referência. A tomada de decisões, partindo essencialmente de quatro processos como a identificação do problema, a avaliação das opções, a decisão e a implementação da ação, torna-se mais complicada quando a resolução dos

problemas exige um procedimento mais cuidado e pensado em cada uma destas fases. A minimização das opções e das funções é um bom método para se evitarem os erros e reduzir os tempos de resposta (decisão);

. Hierarquia ou Estruturação de Informação - ajuda a compreender os próprios sistemas e basicamente consta de um esquema que pode apresentar várias configurações e que, intencionalmente, formaliza um conjunto de informações por escala de relevância para a tornar ordenada e facilmente acessível;

. Contabilização das Necessidades - o princípio da verificação das necessidades determina que o bom projeto deve estruturar as necessidades mais relevantes, como a função e a fiabilidade do projeto, antes de se preocupar com questões como criação, estética, utilidade e usabilidade. As necessidades funcionais implicam a designação dos requisitos do projeto que são básicas na operacionalização do sistema. A fiabilidade relaciona-se com a ordem de desempenho e a capacidade de cumprimento das funções, assim como com a qualidade oferecida. A necessidade, vista por um aumento de eficiência, tem a ver com a garantia de melhoramento da capacidade de operacionalização e de relacionamento com o sistema. O design tem a preocupação de tornar acessível os sistemas aos utilizadores através da simplificação e praticidade. As necessidades criativas agregam todo o tipo de necessidades de modo coerente para confinar uma solução inovadora;

. Princípio da Imersão – é, para os autores como “A state of mental focus so intense that awareness of the real world is lost, generally resulting in a feeling of joy and satisfaction” (ibid., p.134)¹²¹. O ato de imersão no projeto revela o total empenhamento perceptivo e cognitivo para a execução de uma tarefa, existindo a abstração completa das condições externas. O estado de imersão varia no tempo pela capacidade de concentração, pelo estado de espírito, o interesse, a motivação e o ambiente externo;

. Iteração - é o processo que respeita a repetição de várias operações até se encontrar uma solução que se verifique mais fidelizada ao que se pretende realizar. O processo de iteração representa a simplificação dos sistemas através da hipotetização, experimentação, conclusão e reformulação. A cada passo no projeto, existe uma revisão cíclica e um teste elaborados em ‘loops’ que levam ao refinamento e à simplificação. O processo funciona como uma técnica projetual para descobrir novos resultados em resposta aos requisitos estabelecidos no

¹²¹ Tradução livre do autor: “Um estado de foco mental tão intenso que a percepção do mundo real é perdida, geralmente resultando em um sentimento de alegria e satisfação” (Lidwel, Holden, Butler, 2010, p.134).

planeamento do projeto e, por norma, cada proposição é colocada à prova e reavaliada para identificar questões esquecidas, algumas incógnitas, recuperar ideias em *standby* e verificar erros ou falhas não percebidas anteriormente;

. Lei da Pregnância - foi um princípio da percepção de Gestalt, e que permitiu compreender as imagens ambíguas de uma forma simplificada e coesa. No geral, as pessoas têm uma capacidade para sintetizar e simplificar os elementos complexos, reduzindo-os e transformando-os em geometrias e ícones mais básicos reconhecidos pelas formas simétricas, regulares, próximas das imagens mentais que detêm na memória (imagens reconhecidas);

. Ciclo de Vida de um Produto - é semelhante ao ciclo de vida das pessoas, que nascem, crescem, envelhecem e morrem. O tempo do nascimento de um produto está interligado à capacidade de aceitação por parte dos utilizadores e o tipo de resposta às necessidades que propõe. Muitos são os projetos de produtos que, ao serem implementados no mercado, não são aceites pelos utilizadores, porque a oferta foi demasiado precoce em relação à capacidade de entendimento e aceitação. A percepção do mercado e dos utilizadores é fundamental para a realização de um projeto e para a implementação de um produto. O desenvolvimento, que equivale ao período de crescimento e posicionamento no mercado, atrai os utilizadores satisfazendo as suas necessidades. A maturidade e envelhecimento são atingidos quando o produto diminui as suas vendas por não demonstrar mais interesse comercial, estar desatualizado, ou porque foi ultrapassado por um produto similar com melhores características. Neste estágio, o produto deixa de dar lucro à empresa e deixa de fazer sentido mantê-lo no mercado. As razões para o ciclo de vida do produto ser maior ou menor depende de vários fatores, como a qualidade do design, posicionamento e fluabilidade dos mercados, excessiva oferta e concorrência, modas e tendências, custo, garantias, etc. O caso de um produto que, por muitos anos, se tem mantido no mercado sem sofrer alterações, é o “clip”. Como único constrangimento que encontramos para a redução do seu número de vendas, foi o facto de muitos documentos se terem tornado digitais, dispensando a impressão e a fixação de folhas. A explosão de um telemóvel Galaxy Note 7, da marca Samsung, teve impacto no ciclo do produto, repercutindo-se na fiabilidade dos consumidores ao nível da qualidade, segurança e confiança;

. O Mapeamento dos Elementos de Controlo das Funções - perfaz um princípio relevante para a usabilidade, quer na percepção, quer na ação. O mapeamento dos elementos que possibilitam as funções permite a organização hierárquica das funções principais e secundárias, a acessibilidade, a rapidez e o evitar de falhas que podem comprometer a segurança ou danificar o produto. O mapeamento é como um layout de posicionamento das funções em relação à interação com o

utilizador e permite a memorização, a intuição, a adaptação cognitiva. O posicionamento dos botões de emergência em máquinas industriais pode representar um enorme coeficiente de redução de acidentes de trabalho, assim como um correto posicionamento de uma informação ou ícone numa página na internet, pode evitar erros de comunicação e instruções inviáveis. A diferença está no tipo de risco que cada situação implica, podendo gerar danos ligeiros ou profundos, que recaem sob a responsabilidade dos designers. O design do setor dos transportes é bastante intransigente no mapeamento dos comandos, com o objetivo de se evitarem distrações, dificuldade de acesso ou suscitar de quaisquer dúvidas no reconhecimento das funções. O destacamento de comandos que acionam ou param uma ação pode ser projetado diferenciando a sua escala, contrastando as cores, aplicando texturas, fundos diferenciados e materiais diferentes, e utilizando sinais sonoros e luminosos. Os comandos com excessivas multifunções apresentam problemas na descoberta das funções e muitas vezes a perda de tempo na memorização da sua localização;

. Modelos Mentais - gerar algo pensando os modelos mentais possíveis de entendimento e de interação com os artefactos, é um bom princípio para compreender qual será a reação do utilizador. Os modelos mentais são prescritos por todas as pessoas de modo diferente baseado na experiência, onde “People understand and interact with systems and environments by comparing the outcomes of their mental models with the real-world systems and environments. When the outcomes correspond, a mental model is accurate and complete. When the outcomes do not correspond, the mental model is inaccurate or incomplete” (ibid. p. 154)¹²². Os autores mencionaram ainda que existem dois tipos de modelos mentais, os que pensam o modo de como os sistemas funcionam e os que pensam o modo como se faz a interação com os sistemas. A concordância entre os dois modelos é significativa para a criação de um bom produto ou espaço;

. Mimetismo ou Semelhança - as analogias provenientes de outros sistemas, sejam artificiais ou naturais, é um princípio que permite a utilização de propriedades similares ou a reinvenção de novas propriedades. O mimetismo pode ser aplicado no âmbito formal, funcional e performativo. Um exemplo de mimetismo funcional são as câmaras de segurança amovíveis 360º, idênticas ao olho do camaleão. As atuais antenas dos automóveis BMW são formalmente uma barbatana de tubarão e a performance de uma seringa é idêntica aos dentes das cobras venenosas;

¹²² Tradução livre do autor: “As pessoas entendem e interagem com sistemas e ambientes comparando os resultados de seus modelos mentais com os sistemas e ambientes do mundo real. Quando os resultados correspondem, um modelo mental é preciso e completo. Quando os resultados não correspondem, o modelo mental é impreciso ou incompleto” (Lidwell, Holden e Butler, 2010, p. 154).

. Modularidade - é um princípio muito útil para a produção, dado a repetição de peças, redução dos custos de fabrico e gastos de materiais e o facto de permitirem a facilidade de montagem ou substituição de peças;

. Esforço de Desempenho - a solução de design ao tornar-se prática e funcional tem de ter a capacidade para reduzir o esforço de desempenho do utilizador, não só na ação mental como na física, poupando o raciocínio complexo e as ações intermináveis, monótonas e esgotantes. Por exemplo, certas páginas da internet exigem do utilizador um esforço acrescido para poder navegar na procura de conteúdos porque têm demasiada informação desorganizada. O conceito de Internet é de uma informação acessível e rápida, e tudo o que implique o contrário, rapidamente é desvalorizado e apagado. Os produtos mal estruturados são complexos nas suas funções e exigem um vasto conhecimento de instruções. Estes produtos normalmente contribuem para o desinteresse dos utilizadores que depressa acabam com o ciclo de vida dos mesmos. A indústria de softwares para telemóveis tenta hoje combater este paradoxo, introduzindo layouts simbólicos bem desenhados graficamente e localizadamente, e que simplificam o ato de acesso aos comandos e possibilitam a sua memorização;

. Ativação de Conceitos de Memória Longa - pode realizar-se através do desencadeamento de estímulos para obter novos comportamentos, sentimentos, emoções e provocar reações. A ativação dos conceitos ou imagens da memória pode ser despoletada por cores, sons, texturas, materiais, sabores, luz e artefactos, que evoquem uma reação ou comportamento. A aplicação de avisos e contadores de velocidade dos carros dentro das cidades fazem lembrar as regras do código das estradas e o perigo que pode representar o seu incumprimento. As ativações dos conceitos da memória resultam de modo diferente perante os diferentes hábitos culturais, o nível de experiências vividas e o conhecimento adquirido. A evidência das memórias não é consumada de igual modo entre as pessoas, quer na quantidade de pensamentos lembrados, quer na profundidade desses pensamentos;

. Modelação por Modelos - “It provides designers with key insights into real-world design requirement, and gives them a method to visualize, evaluate, learn, and improve design specifications prior to delivery” (ibid. 2010, p. 194¹²³). Os modelos são ferramentas de ensino e apoio ao projeto por suscitarem a reflexão e o processo iterativo de uma forma prática. Os modelos colaboram para a sequência de um pensamento evolutivo, baseado na proposição, no

¹²³ Tradução livre do autor: “Fornece aos projetistas, insights importantes sobre os requisitos de design para um mundo real e fornece um método para visualizar, avaliar, aprender e melhorar as especificações do projeto antes da entrega” (Lidwell, Holden e Butler, 2010, p. 194).

teste e na conclusão. Por transferência analógica e semelhança, aproximam-nos das possibilidades de transformação dos materiais, dos processos de produção e do funcionamento real dos produtos.

De forma genérica, os modelos¹²⁴ de conceito são fundamentais para analisar as primeiras ideias e funcionam como o esboço sem detalhes. Os modelos funcionais e de teste são capazes de projetarem uma antevisão do processo de fabrico ou a reação do utilizador em termos de funcionalidade. Os modelos de desenvolvimento ou de estudo aplicam-se a todas as fases do projeto e têm a intenção de colaborar no progresso de soluções e garantir a tomada de decisão. Os modelos são mutáveis, permitindo alterações sucessivas;

. Proximidade - é também uma lei da percepção de Gestalt, em que os elementos, quando estão próximos uns dos outros, são entendidos como um grupo de elementos relacionados entre si. Os elementos próximos são entendidos de uma forma mais simples e reforçada com uma intenção especial, que pode ser o de marcar uma posição ou destacar-se para indicar uma função, quebrar a monotonia ou formar o equilíbrio de leitura de algo;

. Memória de Reconhecimento e Lembrança do Projeto - o processo iterativo é responsável pelo estímulo da memória de reconhecimento, que é exercitada em cada descoberta no processo. Este princípio remete para a ideia de que é mais fácil recordar algo com base num indício que propriamente lembrar algo do nada;

. Redundância no design - liga-se à aplicação de vários elementos que cumprem a mesma função, ou por uma questão de garantia de segurança (como os segundos paraquedas de emergência), ou garantia de melhor funcionamento (sistemas com peças suplentes que são substituídas automaticamente quando há o desgaste ou a rutura), ou garantia de evitar os erros (aplicação de segundos botões para acionar um mecanismo perigoso, como o caso das guilhotinas e quinadeiras). A redundância não deve ser entendida como uma questão estética, mas sim como um propósito funcional e estrutural;

. Semelhança dos objetos - indica as características que permitem ser percebidos como pertencentes a um grupo ou entidade. A combinação de elementos por semelhança reduz a complexidade do problema. A relação de semelhança dos componentes torna mais simples a leitura, a usabilidade e a recordação;

¹²⁴ Ver o artigo de Gomes, A. M. R. D. F., dos Santos, V. A. M. (2016). O Espaço Inter-relacional dos Modelos e dos Protótipos no Processo Criativo em Design. *e-Revista LOGO*, 5(1), 1-22.

. *Storytelling* - é definido como um método de apoio à criação, através da passagem de uma mensagem (emissor) contada ou escrita ou representada visualmente por signos reconhecidos;

. Estruturação - indica as estruturas que são compostas por elementos que apoiam alguma coisa (sob o efeito de uma força) ou que se apoiam em si mesmas. Existem estruturas maciças, ou tubulares ou perfiladas aplicado como treliças, nervuras ou geodésicas, e estruturas do tipo concha ou caixa, como por exemplo o casco de um barco ou o saxofone. A aplicação das estruturas baseia-se no conceito do leve e do resistente para vencer um vão, a carga de uma massa e suportar esforços de compressão (escoras) e tração (tirantes) ou torção;

. Simetria - representa o rigor geométrico, a estabilidade, equilíbrio e a ordem. A simetria pode ocorrer por reflexão, rotação e translação. As formas simétricas são percebidas de uma forma simples porque se compreende o todo através das partes porque estas são iguais;

. Representação Tridimensional - é a capacidade inerente da visão estereoscópica, onde se gera a noção de profundidade e volume. A tridimensionalidade pode ser representada sobre várias caracterizações, como a sobreposição de elementos, elementos semelhantes, mas com diferenciação de escala, quando as linhas construtivas convergem para um, dois ou três pontos de fuga, quando sobre um mesmo objeto os elementos ou texturas aumentam a sua escala, quando se aplicam cores marcantes em primeiro plano e cores ténues em segundo plano e utilização de sombras;

. Visibilidade ou Invisibilidade - é a característica que torna a usabilidade mais eficiente. A visibilidade pode ser aplicada ao projeto através de cores contrastantes e vivas em determinadas áreas, utilização de simbologia indicadora, *outlines* com grande espessura, diferentes texturas, localização agrupada de comandos funcionais ou informações. A visibilidade, no design, é utilizada para facilitar a usabilidade e para chamar a atenção. A invisibilidade é pensada no sentido oposto para esconder ou tornar impercetível operações que não se querem facilmente acessíveis, como a abertura de equipamentos, ou como os comandos de alguns *softwares* que são difíceis de encontrar sem experiência. Alguns equipamentos reforçam a visibilidade das ações com a mudança de tom ou um *bip* sonoro para informar. Um bom exemplo são as 3D Printers Zortrax, que reforçam o aviso de perigo quando o tabuleiro de suporte é aquecido, através da mudança de cor dos leds que passam a iluminar a máquina com a cor vermelha. Os alarmes ou luz pulsada também são indicadores de operações em curso, em falta ou o fim de operação;

. *Way Finding* - representa o mapeamento mental que se efetua para se atingir um determinado objetivo. Os casos bem-sucedidos de *way finding* são os que promovem uma memorização da

sequência de passos necessários para atingir esses objetivos. O percurso rápido e sem desafios é significativo de um bom mapeamento, bom design. Um bom *layout* de uma página de internet leva o utilizador a proceder de uma forma rápida sem esforço e promove a célere memorização. Muitos sistemas interagem incorretamente com o utilizador porque apresentam equações com muitas variáveis e levam à desistência ou perda de paciência pela sua má interface.

Os princípios do bom design de Dieter Rams, baseado no conceito do “Less but Better”, demonstrou uma enorme influência nas metodologias de design aplicadas por grandes empresas, como a Apple, com destaque o trabalho do designer Jonathan Ive. Rams, guiado pela cultura da escola alemã no final da primeira metade do séc. XX, onde a influência da Staatliches-Bauhaus e ULM School of Design é notória nos seus trabalhos para a empresa Braun. No programa da BBC “The Genius of Design” (2010), Dieter Rams referiu “The Ten Commandments on Design” durante a montagem da exposição dos seus trabalhos no Osaka’s Suntory Museum e Tokio’s Fushu Art Museum em 2008. Os dez princípios descritos foram:

- . Good Design is Innovative (inovador) – O design e a criação são vistas de forma agregada à evolução tecnológica que promove a originalidade a diferenciação. A inovação é gerada em paralelo com os avanços dos materiais, dos meios de produção e das tecnologias alcançadas;
- . Good Design Makes a Product Useful (útil) – Os produtos têm de ser úteis e satisfazer as necessidades na ótica da satisfação do utilizador ao nível funcional, psicológico e estético;
- . Good Design is Aesthetic (estético) – Dieter Rams vê a estética como o resultado da qualidade do produto. Ao promover o bem-estar e o contentamento, o objeto é por si agradável e estético;
- . Good Design Makes a Product Understandable (Percebível)– O bom produto é aquele que é prático, ou seja, entendido por todos, rapidamente. A clareza das suas funções criando uma utilização quase intuitiva, representa o bom design;
- . Good Design is Honest (honesto) – Refere-se ao design de algo sem qualquer tipo de manipulação ou artifícios. O bom produto responde corretamente ao que se propõe sem recorrer aos elementos superficiais e que encobrem incertezas. Este princípio liga-se à simplicidade e à clareza do design;
- . Good Design is Unobstrutive (desobstrutivo) – Fundamentalmente, este princípio distingue a arte e o design dizendo que os produtos não são obras de arte, nem objetos puramente

decorativos; são ferramentas que detêm um propósito. A neutralidade reserva o espaço para o utilizador usar o produto do modo que entende;

. Good Design is Long-Lasting (durável) - O contexto do produto da moda de um determinado domínio gera a intemporalidade;

. Good Design is Through Down to the Last Detail (detalhe) – A preocupação reside em que tudo tem de ser bem feito e correto no cumprimento da função, caso contrário não tem fundamento para existir;

. Good Design is Environmentally Friendly (ecológico) – A relevância da preocupação com o ambiente é uma premissa do Design como uma responsabilização da economização de recursos e minimização da poluição. Os ciclos de vida extremamente curtos dos produtos não devem ser permitidos por razão ecológica;

. Good Design is a Little Design as Possible (pouco design) – Fazer pouco, mas bem e com qualidade, concentrando os esforços nos aspetos essenciais verdadeiramente necessários é a essência do projeto. A simplicidade influi em todos os outros princípios;

Os princípios de Dieter Rams não devem ser entendidos como instruções para o projeto de Design, mas sim como reflexões para projetar e inovar sob a responsabilidade que é exigida à criação de um novo sistema. Os princípios do design não existem de forma estereotipada e única, são a personalidade e a cultura de projeto de um designer que assenta o seu método numa orgânica de reflexão e do fazer.

1.2. Processo de Design como Ato Reflexivo, Iterativo e Coevolutivo

O ato reflexivo do projeto nasce com o paradigma construtivista de Donald Schön, expresso no livro “The Reflective Practitioner. How Designer Think in Action”, em que o design é pensado não no sentido hermético positivista, mas como uma ação reflexiva. A nova perspectiva de investigação cognitiva do design centrou-se no *reflective-in-action*, onde o interesse foca-se no processo que analisa e decompõe o problema até chegar à solução, através de uma prática representativa, que é paralelamente reflexiva. O novo paradigma, despoletado por Donald Shön e os seus colaboradores, desencadeou novas formas de pensar o projeto, e a visão do design ganhou maior

amplitude, tornando-se uma visão sistêmica e holística¹²⁵. Na sequência desta perspectiva, vieram a gerar-se novos paradigmas, como a coevolução do espaço do problema e do espaço solução (Dorst e Cross, 2001 e Cross, 2006) e o paradigma sistêmico (Jonas, 1994).

A coevolução do processo projetual associa-se à bivalência que existe entre a representação das soluções e o conhecimento que se adquire para compreender o problema, transformados numa resposta que é uma proposição. Assim como abordou Nigel Cross, os problemas e as soluções não são estruturas independentes e complementam-se, garantindo tanto a descodificação do desafio (*problem space*), como ciclicamente abre pistas para se descobrirem caminhos que levam às respostas que indicam uma possível solução final. Cross (2006) mencionou “Since the problem cannot be fully understood in isolation from consideration of the solution, it is natural that solution conjectures should be used as a means of helping to explore and understand the problem formulation” (p.80)¹²⁶. O argumento implícito na coevolução espaço do problema e espaço da solução, indica que, para se chegar a uma solução viável, tem de se compreender a essência do problema que, pela sua dimensão e complexidade, exige o enquadramento, a estruturação de objetivos, e a geração de hipóteses de solução. Cross e Dorst (1998) aprofundaram o conceito da coevolução do problema e da solução no processo de design, com a realização de alguns estudos de protocolo submetidos a designers experientes. Concluíram que na ação de projeção, o sistema coevolutivo funciona na seguinte sequência:

The designers start by exploring the problem space, and find discover, or recognise a partial structure. That partial structure is then used to provide then also with a partial structuring of the solution space. They consider the implications of the partial structure within the solution space, use it to generate some initial ideas for the form of a design concept, and so extend and develop the partial structure back into the problem space, and again consider implications and extend the structuring of the problem space. Their goal (...) is to create a matching problem-solution pair. (Cross e Dorst, 1998, apud. Cross, 2006, p.80)¹²⁷

¹²⁵ A visão holística significa uma visão globalizante, universal onde todos os elementos se relacionam ou interagem.

¹²⁶ Tradução livre do autor: “Como o problema não pode ser completamente entendido isoladamente da consideração da solução, é natural que as conjecturas da solução devam ser usadas como um meio para ajudar a explorar e a entender a formulação do problema” (Cross, 2006, p. 80).

¹²⁷ Tradução livre do autor: “Os designers começam por explorar o espaço do problema reconhecendo uma estrutura parcial. Essa estrutura parcial é usada para fornecer uma estrutura parcial do espaço da solução. Os designers consideram as implicações da estrutura parcial dentro do espaço da solução, e usam para gerar algumas ideias iniciais para a forma de um conceito de design, e assim, desenvolvem a estrutura parcial em torno do espaço do problema, e consideram outra vez as implicações e ampliam a estrutura do espaço problema. O objetivo (...) é criar um par de soluções de problemas correspondentes” (Cross e Dorst, 1998, apud. Cross, 2006, p.80).

É na sequência de troca de questões e dos juízos decisórios entre o *problem-space* e o *problem-solution*, que acontece o processo iterativo ou processo repetido de pensar o problema e propor a solução, “(...) where the eventual solution, however elusive, will eventually surface if they constantly verify it against the problem” (Yeoh, K. C., 2006, p.7).¹²⁸

Tschimmel (2009) descreveu o processo de design como um ciclo onde “(...) não existe a solução ou a forma perfeita, nem um pensar-até-ao-fim. (...) um processo não linear, open-ended, auto-organizativo e interativo (...)” (538). Christopher Alexander (citado por Bonsiepe, 1991, p.XXV) havia reconhecido, em 1977, que o projeto é infundável, implicando uma constante recorrência em que “Cada padrão descreve um problema que ocorre continuamente no nosso ambiente, descrevendo depois o âmago da solução desse problema, de forma a poder utilizar-se esta solução vezes sem conta, sem, no entanto, o fazer sempre da mesma maneira”. Gui Bonsiepe acrescentou que, no projeto, existe uma sequência ordenada ou linear¹²⁹, podendo ser aleatória a utilização dos elementos estruturais que envolvem o processo. As duas ações iterativas de interpretação e o gerenciamento¹³⁰ constituem-se por alguns passos enumerados por Bonsiepe, que chamou de estruturação do problema projetual. Desses passos, selecionámos alguns pontos que consideramos relacionados, e que estão ligados ao processo interpretativo, onde o questionamento desenvolve-se em torno da:

- . Descoberta de uma necessidade ou situação em falta;
- . Avaliação de uma necessidade em relação a outras existentes e respetivo grau de importância;
- . Formulação geral e particular do problema onde se questionam os requisitos do projeto;
- . Segmentação do problema para a redução da complexidade por resoluções parciais;
- . Hierarquização dos problemas em termos de resolução;
- . Verificação de soluções existentes.

¹²⁸ Tradução livre do autor: “(...) Onde a solução eventual, por mais elusiva que seja, acabará por aparecer se eles constantemente a verificarem contra o problema” (Yeoh, 2006, p.7).

¹²⁹ A visão de Gui Bonsiepe parece-nos relacionada com o que é o processo iterativo, um processo esporádico e exploratório de repetição ou insistência.

¹³⁰ Yeoh, K. C. (2006), dividiu a sequência da iteração em dois atos, o ato generativo que compreende a escolha dos elementos que constituem o paradigma para definir o problema e o seu desenvolvimento na conceção de conceitos e o ato interpretativo que combina as situações conjeturais e fatoriais para fornecer informações explicativas.

No processo generativo, as soluções debatidas desenvolvem-se em torno dos seguintes pontos:

- . Desenvolvimento de alternativas para a construção do conceito e a hipótese;
- . Avaliação das alternativas, verificando quais as que melhor respondem em termos de performance;
- . Realização de detalhes;
- . Alteração dos detalhes, mas dimensionados.

No entanto, o aparecimento das novas tecnologias informáticas aplicadas ao processo projetual de design trouxeram inevitavelmente novas estruturas que não foram apenas representativas, nas metodologias ou na ação cognitiva, na forma de fazer o projeto como salientou Ferreira (2008). As técnicas manipulativas estão a ser substituídas pelas máquinas e, atualmente, há quem pense na possibilidade de as tecnologias virem a ser completamente autónomas com a capacidade de gerarem soluções criativas por inteligência artificial.

John Gero e Mary Low Maher, da unidade de investigação de design de computação da Universidade de Sydney, são dos investigadores que mais estudos têm feito no sentido da compreensão da interação existente entre a evolução dos sistemas digitais e o processo criativo (Gero e Maher, 1993). Para estes autores, a melhor forma de entender o Design como processo é compará-lo com os modelos representados a partir da estrutura da inteligência artificial, fundamentalmente para compreender o que definiram como “*Routine Designs*” e “*Non-Routine Designs*”. A dicotomia *routine designs* e *non-routine designs*, utilizada para distinguir os modelos de uma estrutura de inteligência artificial, estreita o contexto de uma prática do design baseada numa estrutura codificada ou uma estrutura reflexiva. O conceito “*routine designs*” respeita um procedimento tácito, automático, que se liga à elaboração de tarefas quase mecânicas e que são rotineiras, seguindo um padrão de códigos previamente estabelecidos. Este procedimento apresenta um sistema fechado com pouca ação reflexiva, não acrescentando variações na descoberta de soluções, porque centra-se apenas no problema. O “*non-routine designs*” é verificado como um *reflection-in-action*¹³¹, onde a reflexão derivada da ação é promotora da exploração de ideias criativas e inovadoras.

Schön (1983) definiu a reflexão em design, referindo “In a good process of design, this conversation with situation is reflective. In answer to the situations, back-talk, the strategies of

¹³¹ Pombo e Tschimmel (2005, p.73).

action, or the model of the phenomena, which have been implicit in his moves” (p.79)¹³². No projeto, a relação de diálogo¹³³ é praticamente estabelecida num momento mais avançado do projeto, quando se começam por delinear as primeiras hipóteses de solução e que, pela natureza crítica humana, desencadeia-se a avaliação, que dá origem ao processo de iteração. O resultado da linguagem do foro de uma cultura metafísica de estruturação do *problem-solving* e a linguagem da cultura material do fazer, responsável pelo *reflection-in-action* e a coevolução do espaço do problema e da solução, torna-se mais efetiva quando existe a conjugação dos três métodos aliados ao projeto, na tentativa de encontrar o salto criativo¹³⁴. Para Donald Schön¹³⁵, o processo projetual consta de um trabalho simultâneo de verificação das partes e do todo, entrando-se num ciclo de trás para a frente em modo contínuo de procura de soluções. Cada movimento¹³⁶ de avanço recupera e extrai as formulações dos movimentos anteriores por análise, constatação e avaliação, para proceder a uma melhoria do estado que se atingiu.

O objetivo da criatividade é a alteração do estado, introduzindo progressos que se integram num domínio e que satisfaça o campo. Tschimmel (2010) identificou este conceito, dizendo que a criatividade é a “(...) capacidade de um sistema vivo (indivíduo, grupo ou organização) produzir novas combinações, dar respostas inesperadas, originais, úteis e satisfatórias, dirigidas a uma determinada comunidade. (...) pensamento intencional posto ao serviço da solução de problemas” (p.77). O ato reflexivo em design é um ato constante e exclusivamente alicerçado na capacidade crítica do indivíduo e, segundo Katja Tschimmel, tem a ação cognitiva da percepção como base para o desenvolvimento do espírito crítico. A investigadora chama-lhe a percepção-em-ação¹³⁷ ou capacidade de percepção e interpretação dos problemas que se forma com a motivação, a prática, os produtos da memória, a observação do ambiente e a capacidade analógica entre outras.

¹³² Tradução livre do autor: “Num bom processo de design, essa conversa com a situação é reflexiva. Em resposta às situações, back-talk, as estratégias de ação, ou o modelo dos fenômenos, que estiveram implícitos nos seus movimentos” (Schön, 1983, p.79).

¹³³ Schön e Wiggings (1992), chamaram de “reflective conversation with situation”, em Cross (2006, p.85).

¹³⁴ O salto criativo realiza-se quando se chega a uma solução julgada satisfatória, baseada no resultado do problema, reflexão, ação e reformulação ou reequacionamento. “Para que uma ideia seja considerada inovadora tem de ser avaliada por um painel de peritos” Mihaly Csikzentmihalyi referenciado por Tschimmel (2010, pp. 159-161).

¹³⁵ Snodgrass e Coyne (1997, pp.6Z-97).

¹³⁶ Gabriela Goldschmidt chamou os movimentos de ação, os “design moves” ou passos que alteram o estado anterior.

¹³⁷ Pombo e Tschimmel (2005, p.63).

Vemos, no processo de relacionamento do designer com a prática de operacionalização com os instrumentos de trabalho, a produção e reprodução de uma memória vivencial e episódica, como referiu Lawson (2004), que argumentou que “O conhecimento do design depende mais fortemente de uma memória vivencial ou episódica do que de uma memória teórica ou semântica” (p.453)¹³⁸. No nosso ponto de vista, essas memórias constroem-se através do contato efetivo, real e palpável com as situações imprevistas, que constituem as variáveis projetuais, e com o espaço do problema que vai sendo decodificado ao longo do processo projetual. Consideramos este processo uma ação de estimulação cognitiva coletiva, um ato aberto onde se geram planos de ação flexíveis, que incorporam ideias diferenciadas e que promovem a discussão ou a transferência de diálogo de soluções que respondem ao problema encontrado¹³⁹.

A ação reflexiva no ato criativo do projeto insere-se por dois modos distintos nas quatro fases descritas por Wallas (Cross, 2006, p.43). Os modos têm uma ligação estrita com o pensamento reflexivo consciente ou inconsciente e dividimo-los em reflexivo consciente na fase de preparação, reflexivo inconsciente na fase de incubação, reflexivo inconsciente na fase de iluminação, e reflexivo consciente na fase de verificação.

Carrió (2006) entendeu a ação reflexiva apenas em duas grandes ações que se complementam. A construção de uma ideia onde se identifica o ponto de partida para definir os meios e as formas para resolver o problema e a formalização da ideia, para torná-la compreensível aos outros. Sob a comparação da importância dos instrumentos de exteriorização das ideias na reflexão que origina a criação, argumentou “There is something wonderfully tangible in the conceptualization of ideas. Good sketches, models or prototypes usually surprise, they make it easier to change ideas and to accept new ones” (ibid. p.149).¹⁴⁰

O projeto é um processo reflexivo criativo que é resultante de um constante fluxo¹⁴¹ que gera as interações entre o conhecimento adquirido e o contínuo equacionamento e

¹³⁸ Lawson, Bryan (2004, p.453). Disponível em <http://research.it.uts.edu.au/creative/design/papers/13LawsonDTRS6.pdf>

¹³⁹ O conceito de projeto de design da empresa IDEO valoriza o design como um resultado coletivo entre o utilizador, o designer e os stakeholders de preferência com o contributo das áreas multidisciplinares associadas ao propósito do problema.

¹⁴⁰ Tradução livre do autor: “Há algo maravilhosamente tangível na criação de ideias. Bons esboços, modelos ou protótipos geralmente surpreendem, facilitam a troca de ideias e a aceitação de novas ideias” (Carrió,2006, p.149).

¹⁴¹ O conceito de “flow” ou fluxo foi um método desenvolvido por Csikszentmihalyi e Csikszentmihalyi (1988), para identificar os diferentes estados psicológicos do agente criativo durante o processo de ideação. O bom estado do fluxo foi referido como a conexão entre o envolvimento do agente com a concentração, o prazer e a motivação (Dorta et al., 2011, p.200) e é compreendido pelo correto balanço entre os desafios e os skills que se possuem e

reequacionamento. O processo é macro evolucionário quando incrementa a formação contínua do designer e micro evolucionário quando é um processo rotineiro, resumindo-se apenas a uma transformação redutora de um sistema existente.

A criatividade é estimulada pela motivação, paixão interior, por uma necessidade ou por uma condição. As crianças, em especial nos países subdesenvolvidos, são muito criativas porque são estimuladas pela necessidade de brincar, produzindo os seus próprios brinquedos para satisfação pessoal e de grupo. As ações criativas trabalhadas por estas crianças são constantemente revistas nas perspetivas da reflexão em ação, processando o ciclo iterativo de forma natural, guiada pela curiosidade, o sentido de autodesafio, descoberta, arriscar e aprender com as consequências.

Poder-se-á dizer que estes são os verdadeiros elementos motivadores que promovem a criatividade e o conhecimento vivencial necessário à prática do projeto. Acreditamos que no domínio da ação com os vários tipos de modelações, o agente incrementa em si os princípios autorreveladores e de autodescoberta, proporcionando os espaços o problema e solução, mais direcionados para a constituição de novos cenários. Manzini (1993) descreveu o processo de design como “(...) um conjunto extremamente complexo e diferenciado de atividades mentais e de índole prática” (p.61), que descrevemos como o processo dialético que entendemos fechado ou aberto, como se pode ver na figura 35.

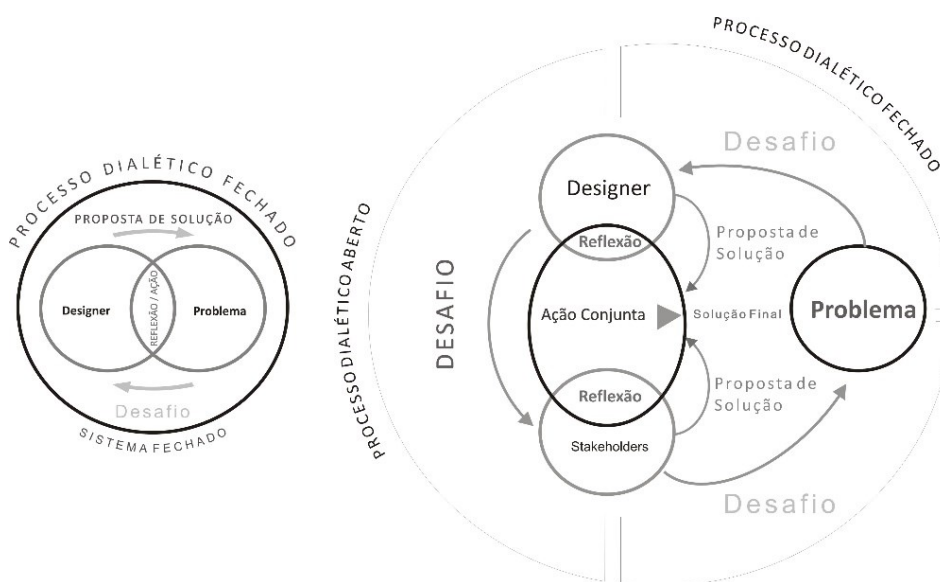


FIG. 35 - O PROCESSO DIALÉTICO ABERTO E FECHADO NO PROJETO DE DESIGN. FONTE: O AUTOR.

que possibilitam o processo iterativo. Os estados psicológicos analisados, foram a apatia, a preocupação, a ansiedade, excitação, controlo, relaxamento, tédio e fluência.

O processo dialético fechado, tal como indicado na figura 35, implica uma ação e reflexão individualista centrada num sistema pouco dinâmico no relacionamento com as várias dimensões e componentes que envolvem o projeto. O processo iterativo, neste âmbito, resume-se apenas a uma dialética formulada com os conhecimentos pessoais e com a informação obtida pela observação externa indireta e a investigação recolhida de outras fontes e análise de sistemas de referência.

No sistema dialético aberto, a ação e reflexão é conjunta com os intervenientes dos sistemas, mostrando-se assim um processo mais abrangente, menos demorado, e com maiores probabilidades de sucesso. Neste sistema, o desafio é projetado ao designer que, por sua vez, projeta uma síntese do desafio aos *stakeholders*, para participarem no desenvolvimento da solução. O processo iterativo é desencadeado em algumas fases do projeto com uma maior amplitude de conhecimentos ou domínios, possibilitando uma visão mais holística do problema. O designer desempenha mais um papel de gestor da informação e da estrutura metodológica do projeto.

O projeto em design, contrariamente ao campo artístico, estrutura-se pela vontade de obter uma resposta a um problema ou um conjunto de problemas. A solução final não resulta de um momento de inspiração ou um flash, mas da associação de estímulos, intrigas e curiosidades que levam à obtenção de uma resposta que só pode ser resolvida se houver a dialética entre a situação, os recursos e os meios e o designer. A solução do problema é um ato metodológico consciente, junto do conhecimento multidisciplinar, experiência e a capacidade de decisão na avaliação das melhores propostas ou ideias. Na partilha coletiva de ideias, a ação de reflexão, o processo iterativo e a coevolução espaço do problema e espaço da solução, tornam a dialética mais enriquecedora, porque o problema é desdobrado e verificado sob várias perspetivas, permitindo a síntese do problema direcionada para todas as suas dimensões possíveis. Da boa compreensão e da estruturação dos requisitos do problema, surgem as boas soluções. No entanto, o processo demasiado focado no problema, pode inibir a criação, porque passam a existir muito pré-conceitos que dificultam a tomada de decisão. Cabe ao designer gerir a quantidade de informação, selecionando os conteúdos relevantes.

A originalidade das soluções, como pensaram Dorst e Cross (2001), depende do enquadramento e reenquadramento (ver figura 36) e a capacidade de formar mentalmente diferentes abordagens de solução que permitem obter uma nova visão do problema inicial, solucionando-o com inovação. A questão que está hoje em aberto é a ação paradigmática de aplicação dos meios

digitais no contexto reflexivo, iterativo, e coevolutivo¹⁴² do projeto. Para nós, a criatividade no projeto é uma ação continuada em que o salto criativo (Cross, 2006) é o resultado da soma de vários resultados criativos, assentes nos ciclos de conversação do designer com as memórias intrínsecas e memórias extrínsecas¹⁴³ e a ação prática de relacionamento com a situação “in situ”.

PROCESSAMENTO DAS SOLUÇÕES EM DESIGN

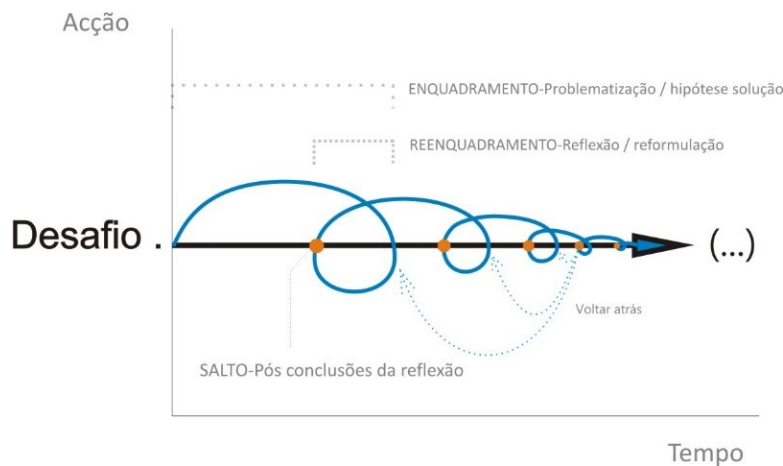


Fig. 36 - Processo de enquadramento e reenquadramento. Fonte: o autor.

1.2.1. Ação Reflexiva Versus Resultado Qualitativo do Projeto

“I don’t think you can design anything just by absorbing information and then hoping to synthesize it into a solution. What you need to know about the problem only becomes apparent as you’re trying to solve it” (MacCormac, 1976, apud. Cross, 2006, p.32).¹⁴⁴

¹⁴² Dorst e Cross (2001, pp. 425-437).

¹⁴³ As memórias intrínsecas englobam as informações pessoais contidas no conhecimento do sujeito. Os dados que referimos dizem respeito às informações formadas conscientemente e inconscientemente. As memórias extrínsecas representam os conhecimentos de fontes externas como stakeholders, clientes, utilizadores, fontes de informação, inputs do próprio sistema. Lawson (2004) argumentou que “O conhecimento do design depende fortemente de uma memória vivencial e episódica do que de uma memória teórica ou semântica” (p.453). Os inputs próprios do sistema, centram memórias através do contato efetivo, real e palpável com as situações imprevistas e constituem as variáveis projetuais.

¹⁴⁴ Tradução livre do autor: “Eu não acho que se pode projetar qualquer coisa apenas absorvendo as informações e, em seguida, esperar por sintetizá-las numa solução. O que se precisa saber sobre o problema só se torna aparente à medida que se tenta resolvê-lo” (MacCormac, 1976, apud. Cross, 2006, p.32).

O resultado qualitativo do projeto depende da ação reflexiva desenvolvida pelo diálogo do designer com a situação de projeto, os instrumentos de trabalho, os *stakeholders*, a motivação, os conhecimentos, a cultura e a prática projetual. A capacidade de diálogo é provavelmente o componente mais importante no processo, por aglutinar todos os outros componentes do sistema e por ser responsável pela organização das informações necessárias para representar as imagens que, no contexto interiorizado (mental), são abstratas e difusas. Como mencionaram Milne et al. (2017), paper apresentado na Design Doctoral Conference'17, sob o título "The Hybrid Analog and Digital Representation as a Process of Expanding Design Reflection - Model Construction for Evaluation of the Descriptive Process"

When we consider the act of doing project as a process, we internalize the method and the set of actions that are developed in the search for a solution, to solve the problems in a context of co-evolution process, constituted by the problem space and solution space (Maher et al. 1996; Dorst and Cross, 2001; Lonchamp et al. 2004). The system itself is complex, bringing together a vast array of elements that affect the interconnected "outside world" and the "inside world" of the designer (Sternberg, 1999). The designer joints the constituent's external elements, such as productive economic factors, trends, legal impositions, technological transformation, and markets, with their internal elements, such as a state of mind, acquired knowledge, dimension experience, resilience, skills and its own values. (p.2)¹⁴⁵

O diálogo, que é por si uma ferramenta de reflexão, é desencadeado em torno do questionamento iterativo dos fatores em cada passo que faz evoluir o projeto. Os fatores que integram o contexto metafísico e o contexto físico¹⁴⁶ do projeto são as realidades abstratas do pensamento que são decodificadas em signos¹⁴⁷, materializados pelo desenho, modelos digitais

¹⁴⁵ Tradução livre do autor: "Quando consideramos o ato de fazer o projeto como um processo, internalizamos o método e o conjunto de ações que são desenvolvidas na busca de uma solução, para resolver os problemas num contexto de processo de coevolução, constituído pelo espaço do problema e espaço de solução (Maher et al. 1996; Dorst e Cross, 2001; Lonchamp et al. 2004). O sistema em si é complexo, reunindo uma vasta gama de elementos que afetam o "mundo exterior" interconectado e o "mundo interior" do projetista (Sternberg, 1999). O designer une os elementos externos do constituinte, como fatores econômicos produtivos, tendências, imposições legais, transformação tecnológica e mercados, com seus elementos internos, como estado de espírito, conhecimento adquirido, experiência de dimensão, resiliência, habilidades e valores próprios" (Milne et al., 2017, p.2).

¹⁴⁶ O contexto físico está ligado à prática do projeto na ação de criação, desenvolvimento, teste e prototipagem, implementação. O contexto físico respeita ainda a interação com as ferramentas de operacionalização das notas informativas de apoio, as técnicas de produção das ideias conceptualizados por desenho, modelos, analógicos ou digitais e os protótipos.

¹⁴⁷ A designação de signo ou sema / semeion é referida por Bürdek (2005, pp..233-236) e Ashwin (1984, pp. 42-46), como um sinal um símbolo, que está relacionado com a semiótica ou a ciência dos signos. William Morris, apresentou a distinção da semiótica em três categorias "(...) the syntactic dimension, that is, the formal relations

ou modelos analógicos. Os signos são, por este motivo, considerados objetos dos atos coevolutivos.

O processo reflexivo inicia-se na ação de decodificação e sintetização que identifica e organiza a complexidade dos problemas.

A ação reflexiva no design tem sido fortemente enfatizada na abordagem à função pelo desenho como instrumento dialogal. Ashwin (1984) alertou para as condições de continuarmos a viver os cânones clássicos, referindo “We continue to suffer from the cultural legacy of the Romantic Movement which often represented the plastic arts, including drawing, as a matter of intuition and inspiration (...)” (p.42).¹⁴⁸

Alguns autores, no entanto, mencionaram que o papel do desenho como instrumento reflexivo não é suficientemente descritivo porque se cinge apenas a uma representação simbólica de gerenciamento de formas e simulação de funcionalidades, não deixando de ser uma representação de algum modo abstrata (Taura e Nagai, 2011). Bryan Lawson chegou a argumentar o “gap” performativo da representação por desenho, afirmando “(...) the drawing offers a reasonably accurate and reliable model of appearance but not necessarily of performance” (Lawson 2006, p.27).¹⁴⁹

Acreditamos que é no conjunto dos conhecimentos dos vários tipos de representação e na complementaridade da sua aplicação nas diferentes fases do design que se obtém a qualidade dos resultados criativos no projeto. As ações performativas, ergonómicas e funcionais verificam-se com a maior fidelização na criação dos modelos e protótipos, mas não existem modelos e protótipos sem a ação de representação por desenho. Na construção do projeto, a reflexão que

of the signs among each other and their relations to other signs; - the semantic dimension, that is, the relation of the signs to the objects or their meanings, and - the pragmatic dimension, that is, the relation between the signs and the users of signs, the interpreters” (Morris, 1938, apud. Bürdek, ibid. p. 235). Tradução livre do autor: “(...) a dimensão sintática, isto é, as relações formais dos signos entre si e as relações com outros signos; - a dimensão semântica, como, a relação dos signos com os objetos ou seus significados, e - a dimensão pragmática, isto é, a relação entre os signos e os usuários dos signos, os intérpretes”.

No Oxford Dictionary, a palavra “Sign”, apresenta várias terminologias, mas a que melhor determina o signo, são: Algo que é considerado como uma inclinação de algo que está a acontecer ou que vai acontecer (preditivo); um gesto ou uma ação (representação) usada para transmitir informações; um símbolo ou palavra utilizada para representar uma operação, instrução, conceito, objeto, na álgebra, música ou outras áreas. <https://en.oxforddictionaries.com/definition/sign>.

¹⁴⁸ Tradução livre do autor: “Continuamos a sofrer o legado cultural do Movimento Romântico, que muitas vezes representou as artes plásticas, incluindo o desenho, como uma questão de intuição e inspiração (...)” (Ashwin, 1984, p.42).

¹⁴⁹ Tradução livre do autor: “(...) O desenho oferece um modelo de aparência razoavelmente preciso e confiável, mas não necessariamente de desempenho” (Lawson, 2006, p.27).

resulta da ação dialógica com os meios representativos e o produto ou proposição que se desenvolve, em muito se deve à versátil capacidade do designer em utilizar os vários meios, percebendo as suas potencialidades e as condições. A aplicação de um só tipo de representação no processo de síntese e desenvolvimento é redutor para a experimentação de alternativas e para a progressão do “problem solving”. Conseguem-se soluções laterais (Goel,1995) de grande abstracionismo na consecução dos esboços, e é possível obter as respostas efetivas da usabilidade, da ergonomia ou a funcionalidade dos sistemas, através das diferentes tipologias de representação por modelos tangíveis. As realidades virtuais de apresentação e simulação das propostas são conseguidas em sistemas modelados digitalmente, antecipando as realidades futuras por semelhança (Abreu, 2016). Os tipos de representação são projeções do pensamento, instrumentos de aprendizagem, experimentação e exploração. As representações alternativas são fundamentais para descrever as imagens tácitas expressas na interação da sua materialização, não apenas pela intrínseca curiosidade pessoal de “ver feito”, mas por um sentimento de autocompetição e de superar as expectativas próprias, comprovando-as. Na incapacidade de descrever os conceitos, ou imagens mentais, o diálogo não move a engrenagem do processo coevolutivo, comprometendo o resultado criativo, “Sem criatividade e inovação, não há design” (Milne et al., 2017, p.4).

Na relação com o desenho, os modelos, a matéria e os processos transformadores, o princípio empírico de aculturação de conhecimentos especializados, vão sendo melhor articulados na gradual progressão das tarefas no projeto e assim contribuem para a constituição de uma experiência que se vai adquirindo. Lloyd e Scott (1994, apud. Cross, 2006) denominaram este processo por raciocínio gerador marcante nos designers experientes como demonstraram

(...) experienced engineering designers, found that a solution-focused approach appeared to be related to the degree and type of previous experience of the designers. They found that more experienced designers used more ‘generative’ reasoning, in contrast to the deductive reasoning employed more by less-experienced designers. (p.79)¹⁵⁰

Quanto melhor se compreender a matéria que constitui o projeto e as ferramentas que o podem operacionalizar, melhor se efetiva a solução.

¹⁵⁰ Tradução livre do autor: “(...) experientes designers de engenharia, descobriram que uma abordagem focada na solução parecia estar relacionada com o grau e o tipo de experiência anterior dos projetistas. Descobriram que os designers mais experientes usam mais raciocínio “generativo”, em contraste com o raciocínio dedutivo utilizado pelos designers menos experientes. (Lloyd e Scott,1994, apud. Cross, 2006, p. 79).

1.2.2 Design como Processo Iterativo

“Mental iteration in conceptual design involves repetition of cognitive activities when designers perceive discrepancies of the desired state and current state of design. Although it is believed that mental iteration has significant impact on design process and design results, little proof has been developed and our current understanding of mental iteration is still limited” (Chusilp e Jin, 2006, p.14)¹⁵¹

Pesquisando o significado da palavra “iterative” e “iteration” na internet, pela via “define: iterative”, acedemos a um conjunto de informações divididas entre dicionários online e páginas que, de um modo geral, atribuem ao adjetivo a designação de processo repetido, frequente e contínuo. A designação mais abrangente foi verificada no dicionário The Free Dictionary by Farlex¹⁵², que refere a iteração como um ato de interação, repetição, fazer a mesma operação e frequência.

Ao nível dos estudos computacionais, o termo iteração significa um ciclo de operações que é repetido para chegar ao resultado mais aproximado do que é desejado. É ainda um processo de repetição de um conjunto de instruções. No Businessdictionary, o significado é descrito como “A process for arriving at a decision or a desired result by repeating rounds of analysis or a cycle of operations. The objective is to bring the desired decision or result closer to discovery with each repetition (iteration)”¹⁵³. No Dictionary.com, a palavra “iteration” aparece associada à área da matemática como método de resolução de problemas e que consta do ciclo de utilização de novas construções baseadas da construção anterior. Na área informática, os significados ligam-se à programação sequencial de instruções ou repetição de uma declaração. Das designações identificadas nos dicionários, podemos concluir que a palavra “iteração” liga-se a um processo

¹⁵¹ Tradução livre do autor: “A iteração mental no projeto de conceito, envolve a repetição de atividades cognitivas quando os designers percebem as discrepâncias do estado desejado e do estado atual do projeto. Embora se acredite que a iteração mental tenha um impacto significativo no processo de design e nos resultados do projeto, poucas provas foram desenvolvidas e nosso entendimento sobre a iteração mental ainda é limitado” (Chusilp e Jin, 2006, p.14).

¹⁵² <http://www.thefreedictionary.com/iterative>, último acesso a 20.07.2017.

¹⁵³ “Um processo para chegar a uma decisão ou a um resultado desejado, repetindo testes de análise ou um ciclo de operações. O objetivo é trazer a decisão ou o resultado desejado, descobrindo com cada repetição (iteração)”. Businessdictionary em <http://www.businessdictionary.com/definition/iterative-process.html>. Último acesso a 20.07.2017.

cíclico repetido de algo, com a intenção da obtenção da resposta que se deseja confirmar segundo a ideia que se tem em mente.

O processo iterativo em design pode ser compreendido de forma analógica ao fluxo energético que percorre um dado circuito eletrónico e que é constituído por uma fonte de alimentação que gera energia de um modo sequencial para os componentes, visando sistemicamente a realização de uma determinada operação ou função. O fluxo de corrente é um fluxo iterativo, repetido de impulsos energéticos, equivalente ao fluxo de questões que um designer aplica quando projeta para alimentar o desenvolvimento do projeto. Extrapolando este conceito para uma perspetiva biológica de ação projetual de design, a fonte de alimentação responsável por manter o constante fluxo de energia para o sistema é o cérebro do designer com a capacidade de formar um processamento mental e promover a ação interpretativa e generativa, a chamada cognição.

Miller, Freedman, Wallis (2002), explorando a função do córtex pré-frontal do lobo central dos cérebros de primatas, verificaram que o mesmo está associado ao estado do comportamento, às formas de pensamento complexas e aos raciocínios desencadeadores da tomada de decisões. Segundo os autores “(...) the anatomy of the PFC (PreFrontal Cortex) suggest that it is well suited for a role as the Brain’s Executive. It can synthesize information from a wide range of brain systems (...)” (p.1124)¹⁵⁴. O córtex pré-frontal que os autores referem é a fonte de energia que alimenta o tipo de estrutura do pensamento e que é responsável pela descoberta de soluções para a resolução de problemas. Neste sentido, o córtex pré-frontal é também responsável pelas ações de previsibilidade de acontecimentos, a geração de expectativas, a construção de hipotetização, avaliação dos conceitos, estratégia de planeamento e a proposição de soluções que exigem a ousadia, o discernimento, o conhecimento e a criatividade. Portanto, esta significativa parte do cérebro tem um enorme papel decisor, como mencionaram os autores “(...) brain region that is central to high-level cognitive function (...)” (Ibid., p.1123)¹⁵⁵ e está invariavelmente conectado ao pensamento mais abstrato, divergente, imaginativo e produtivo. Bonnardel e Zenasni (2010), tendo elaborado um estudo sobre o impacto das tecnologias ao nível da criatividade no design, determinaram que o processo iterativo desencadeia-se precisamente no processamento cognitivo durante a ação de construção ou representação mental. Para os investigadores, no ponto de vista cognitivo, a característica principal que remete para a construção

¹⁵⁴ Tradução livre do autor: “(...) a anatomia do PFC (Pré-Frontal Córtex) sugere que é bem adequado para um papel Executivo do Cérebro. Pode sintetizar informações de uma ampla gama de sistemas cerebrais (...)” (Miller, Freedman, Wallis, 2002, p.1124).

¹⁵⁵ Tradução livre do autor: “(...) região do cérebro que é central para a função cognitiva de alto nível” (...)” (Miller, Freedman, Wallis, 2002, p.1123).

de uma ação criativa de design é efetivamente o estado de imersão, uma fase inicial do processo, marcado por uma “(...) mental representation (...) initially incomplete and imprecise” (p.181).¹⁵⁶

O processamento iterativo está estreitamente agregado ao processamento cognitivo e, como repararam os autores, é o resultado da intrínseca necessidade biológica do ser humano em querer compreender, analisar, intervir e inovar sobre a complexidade dos problemas. Miller, Freedman, Wallis (2002) definiram esta característica como a “(...) key to inteligente (...) it allows to deal efficiently with a complex world and to adapt reality to novel situations” (p.1123)¹⁵⁷. A sobrevivência humana parte destes princípios utilizando a inteligência para resistir enquanto espécie. O desejo de ampliar o êxito da espécie (Abreu, 2016, p. 5) leva-nos mais longe, para lá das atividades primárias, concebendo-se a projeção e a antecipação do futuro. No processo cognitivo, os designers entregam-se implicitamente a uma metodologia de processamento mental que assegura a consistência do ato de autodescoberta.

Bonnardel e Zenasni (2010) referiram ainda que a especificidade de abordagem aos problemas de design é formulada por uma “(...) iterative dialectic between problem-framing and problem-solving” (p.183)¹⁵⁸. Distinguindo as duas ações pelas suas intencionalidades, explicaram que:

During problem-framing, designers refine design goals and specifications and, thus, refine their mental representation of the problem. During problem-solving, designers elaborate solutions and evaluate these solutions with respect to various criteria and constraints, which guide the designers in performing subsequent stages. (Bonnardel, 2000, apud. Bonnardel e Zenasni, 2010, p. 181)¹⁵⁹

A evolução do processo cognitivo no decorrer do projeto é composta por avanços e recuos, como abordou Gabriela Goldschmidt no seu método da linkografia com os conceitos de *forelinks* e *backlinks*. Segundo a investigadora, a linkografia, contrariamente aos métodos clássicos de

¹⁵⁶ Tradução livre do autor: “(...) representação mental (...) inicialmente incompleta e imprecisa” (Bonnardel e Zenasni, 2010, p.181).

¹⁵⁷ Tradução livre do autor: “(...) chave para a inteligência (...) permite combinar eficientemente com o mundo complex e adaptar a realidade a novas situações” (Miller, Freedman, Wallis, 2002, p.1123).

¹⁵⁸ Tradução livre do autor: “(...) dialética iterativa entre o enquadramento do problema e a solução do problema” (Bonnardel e Zenasni, 2010, p.183).

¹⁵⁹ Tradução livre do autor: “Durante o enquadramento de problemas, os projetistas refinam os objetivos e as especificações do projeto e, assim, refinam sua representação mental do problema. Durante a solução de problemas, os designers elaboram soluções e avaliam essas soluções em relação a vários critérios e restrições, que os guiam na realização das etapas subsequentes. (Bonnardel, 2000, apud. Bonnardel e Zenasni, 2010, p. 181).

análise de protocolos, “(...) it concerns itself not with coding but with links among the speech units into which a protocol is parsed” (Goldschmidt, 2008, p. 117) ¹⁶⁰. A investigadora propôs um instrumento de estudo da atividade produtiva cognitiva, para visualizar os padrões de pensamento (transformações verticais e laterais), concluindo que o número e as proporções entre as ligações de cada passo ou ‘moves’, que correspondem aos progressivos avanços no projeto e transformação do estado anterior, podem, sob a forma de determinados padrões, significar a oportunidade para serem geradas as boas ideias. As associações dos movimentos que Gabriela Goldschmidt refere são, no nosso ponto de vista, os impulsos que alimentam o ciclo contínuo que perfaz o processo iterativo com os “*forelinks* e *backlinks*”.

Na tese de doutoramento de Yeoh (2002) sobre a influência da utilização dos computadores na formação das ideias em design gráfico, o processo iterativo é interpretado como um processo multifuncional ligado às ações de avaliação, refinamento, eliminação, seleção e produção. Estes princípios são determinantes ao processo, imperando de uma forma cíclica até chegar ao contentamento dos resultados. Yeoth (2002) caracterizou os contextos generativo e interpretativo na ação projetual como “(...) the generative aspects comprises of choosing a paradigm for application to an existing design problem and developing design concepts. The interpretative nature calls for combining situational and factorial situation to closely provide explanatory information” (p.1).¹⁶¹

Zimmerman (2003), mencionando que o design é um modo de fazer questões, identifica o processo iterativo como uma metodologia, referindo que “Iterative design is a design methodology based on a cyclic process of prototyping, testing, analysing and refining a work in progress” (p.176) ¹⁶². Numa relação do design de jogos, onde o jogador não é de todo previsível, Eric Zimmerman contextualizou a diferença de processos iterativos do design de um produto e de um jogo, pelo facto de que, no design de jogos, o conceito final é estabelecido e conhecido *à priori* e não o produto de um desenvolvimento que inicialmente se desconhecem os conceitos. No entanto ambos, os processos partilham de uma característica comum que é determinada pela diferença dos resultados ou soluções finais em relação aos conceitos inicialmente propostos.

¹⁶⁰ Tradução livre do autor: “(...) Preocupa-se não com a codificação, mas com ligações entre as unidades de verbalização, nos quais um protocolo é analisado” (Goldschmidt, 2008, p. 117).

¹⁶¹ Tradução livre do autor: “(...) os aspetos gerativos compreendem a escolha de um paradigma para aplicação num problema de design existente e o desenvolvimento de conceitos de design. A natureza interpretativa exige a combinação de situações situacionais e fatoriais para fornecer informações explicativas” (Yeoth, 2002, p. 1).

¹⁶² Tradução livre do autor: “O design iterativo é uma metodologia de design baseada num processo cíclico de prototipagem, teste, análise e refinamento do trabalho em andamento” (Zimmerman, 2003, p..176).

Num ciclo de questionamento de *problem-framing* e de geração ou *problem-solution*, os índices de dissemelhança da solução em relação aos conceitos iniciais demonstram uma estrutura *cognitiva mais sólida e um processo iterativo com uma maior frequência de inputs e outputs*¹⁶³. Miller, Freedman, Wallis (2002), apelidaram estes conceitos de “(...) conditional associations form the ‘if-then’ rules that are fundamental building blocks” (p.1133).¹⁶⁴

Casakin e Kreitler (2006) abordaram a questão da importância de um ciclo iterativo no processo de design, afirmando que “(...) the designer needs to search and generate a large amount of additional information in order to represent the problem including the definition of its goal states, and to build channels that connect them” (p.1).¹⁶⁵

Adams e Atman (1999) marcam a distinção do processo iterativo como uma característica inata dos designers, dizendo que a iteração é “(...) an integral part of design process and is believed to be a natural feature of a designer’s competency. As an activity, iteration can be a (...) non-linear process that utilize heuristic reasoning process and strategies” (p.13)¹⁶⁶. Segundo os autores, um vasto número de estudos concluiu que as melhores performances e resultados dos projetos são consequentes de um bom delineamento dos objetivos, do processo sistemático, iterativo e lógico correlacionado com a eficiência do designer.

Concluímos que o processamento iterativo, sendo uma ação intrínseca do ato de projetar dos designers, mediante a prática como é explorado, reflete-se qualitativamente nos resultados das soluções. A abrangência e a pertinência das questões evocadas e as consecutivas tomadas de decisão, geram uma maior amplitude de soluções. A capacidade de fazer emergir multi-soluções mostra uma maior natureza heurística do processo e uma maior abstração e ambiguidade.

¹⁶³ Os conceitos inputs e outputs descritos por Adams e Atman (1998, p. 14) distinguem-se como “(...) inputs may be describe as information about both the problem and the solution, and, outputs may be described as decision to change or elaborate the problem representation or possible solutions”. Tradução livre do autor: “(...) As entradas podem ser descritas como informações sobre o problema e a solução, e as saídas podem ser descritas como a decisão de alterar ou elaborar a representação do problema ou possíveis soluções”.

¹⁶⁴ Tradução livre do autor: “(...) Associações condicionais formam as regras 'se-então' que são blocos de construção fundamentais” (Miller, Freedman, Wallis, 2002, p.1133).

¹⁶⁵ Tradução livre do autor: “(...) O designer precisa de pesquisar e gerar uma grande quantidade de informações adicionais para representar o problema, incluindo a definição de seus objetivos, e construir canais que os conectem” (Casakin e Kreitler, 2006, p. 1).

¹⁶⁶ Tradução livre do autor: “(...) parte integrante do processo de design e acredita-se ser uma característica natural da competência de um designer. Como atividade, a iteração pode ser um processo (...) não linear que utiliza estratégias e processos de raciocínio heurístico” (Adams e Atman, 1999, p. 13).

Adams e Atman (1999) consideraram o ciclo contínuo de iterações “(...) can be modelled as design decisions that affect the understanding of the problem, the modification or generation of solutions, and the design process itself. (...) iterations may be reasoning processes that transform classes of inputs into classes of outputs” (p.14)¹⁶⁷. Os autores definiram que o sucesso da iteração pode ser medido pela transição ou progressão de estados do processo de design e são despoletados pelas atividades de processamento de informação e decisão ou *reasoning decisions*, também chamado de processo diagnóstico.

Na atividade de processamento de informação (inputs), as atividades são incorporadas por estratégias que permitem analisar o problema levantado por determinadas etapas, como podemos ver na figura 37.

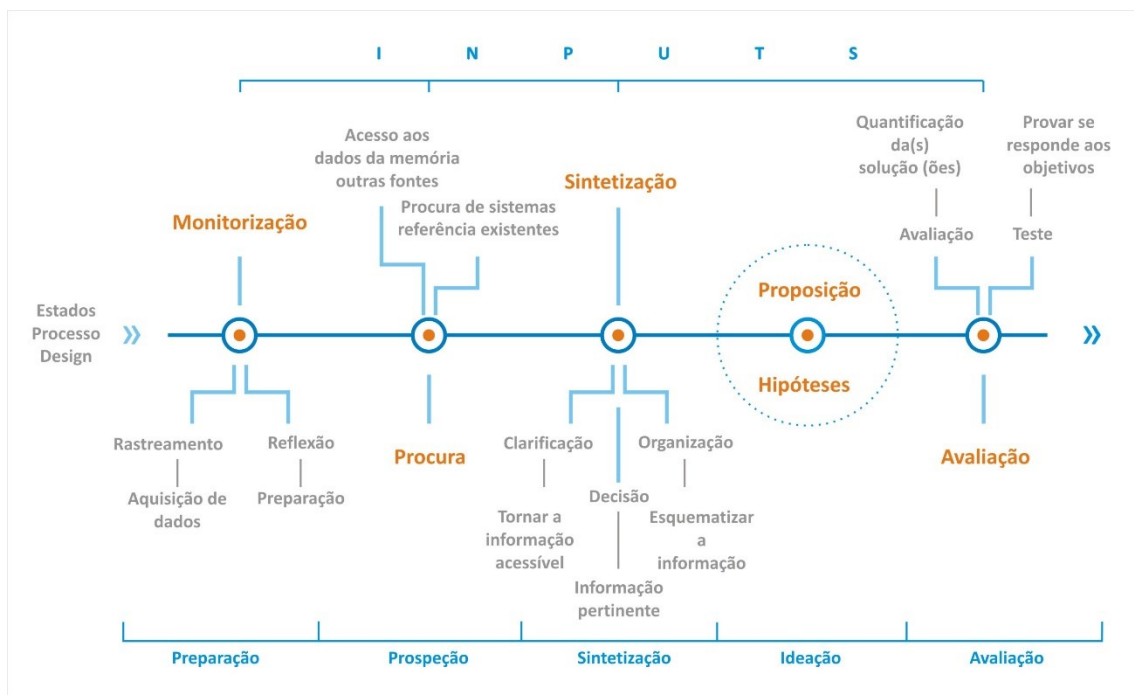


Fig. 37 - Estados do processo de design onde os inputs são formulados. Fonte: adaptado de Adams e Atman (1999, p.15).

Os *inputs* funcionam como impulsos de energia que dão movimento à engrenagem dos constituintes projetuais e são proporcionados pela ação dialética de questionamento e resposta. Cada *input* pode ou não originar o despoletar de um *output* que constitui o avanço dos passos

¹⁶⁷ Tradução livre do autor: “ (...) Podem ser modeladas como decisões de design que afetam a compreensão do problema, a modificação ou geração de soluções e o próprio processo de design” (Adams e Atman, 1999, p.14).

significantes do projeto. Do mesmo modo, a tomada de decisão (*outputs*) é definida por categorias que estão relacionadas ciclicamente, com a atividade de processamento de informação. Os *inputs*, consubstanciando-se nas inferências formadas durante todo o processo de design, são também diversificados na sua natureza. A utilização dos *inputs* não segue um protocolo previamente estruturado, porque parte da necessidade da aplicação de um procedimento baseado no questionamento com vista à obtenção das respostas.

Robin Adams e Cynthia Atman identificaram as categorias de comportamento decisório como descrito na figura 38.

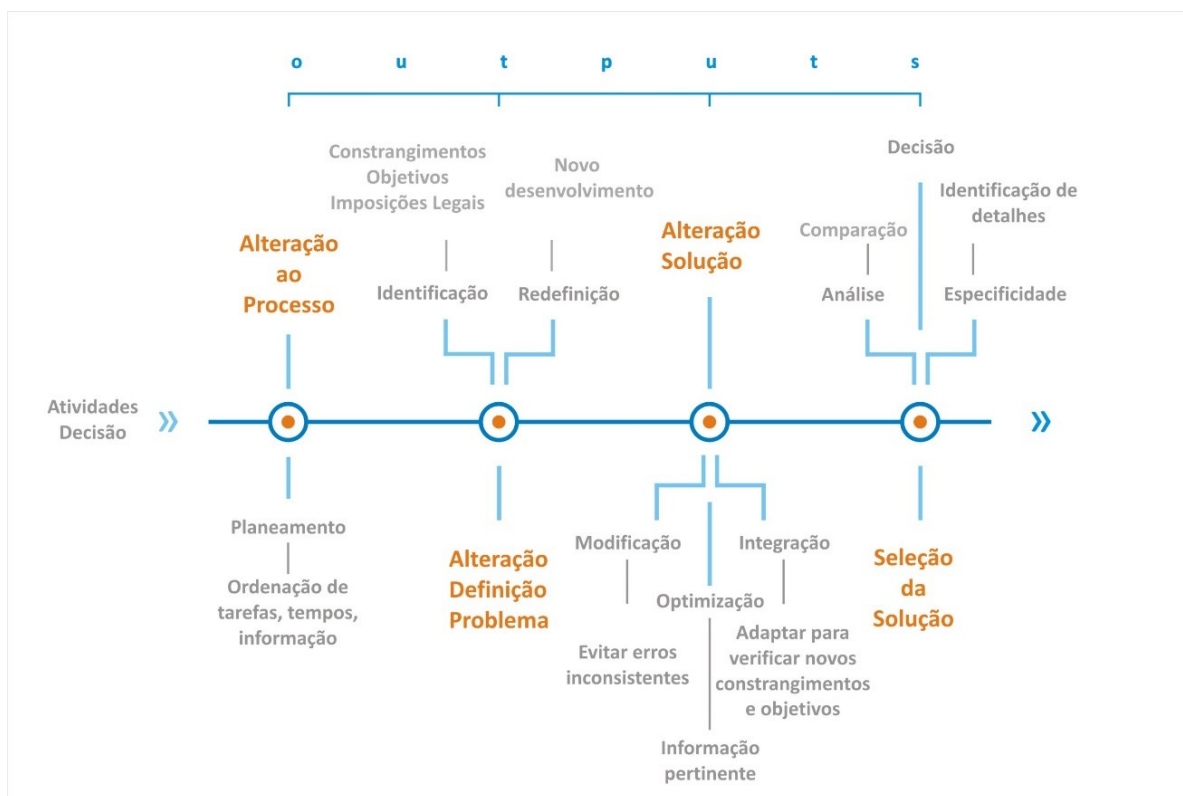


FIG. 38 - CATEGORIAS DE TOMADA DE DECISÃO. FONTE: ADAPTADO DE ADAMS E ATMAN (1999, p.15)

As etapas descritas foram utilizadas por Robin Adams e Cynthia Atman para quantificar o comportamento iterativo sob a metodologia de recolha de dados pela transcrição de protocolo verbal.

Para os autores a interação pode ser quantificada como descreveram as

Iterations may be described and measured as a function of the number, kinds, and patterns of transition behaviors. Patterns of transition behaviors could include time utilization, forward and

backward cycles, and the number of transitions. As a cyclic process, iterative behavior ends when the designer perceives that a specific result has been achieved. These behaviors may be classified as sequences of transition behaviors, and as progressing through levels of abstraction. (Adams e Atman, 1999, p. 15)¹⁶⁸

Na quantificação do processo iterativo, existe um conjunto de variáveis que permitem avaliar o resultado. Por exemplo, a análise da modificação ou transformação do estado do projeto de design noutro estado para encontrar uma evolução no processo. O número de transições pronunciadas que estão associadas à tomada de decisão sob uma sequência, demonstra uma maior probabilidade para o desenvolvimento da fundamentação e continuação do processo. O número e o tipo de inferências realizadas na produção de informação são relevantes no contexto exploratório e na descoberta de novos elementos, como os novos constrangimentos, soluções, possibilidades. Hartmann (2009b) mencionou estas características, dizendo “Exploration is supported through enabling the creation of multiple, parallel user interface alternatives” (p.IV).¹⁶⁹

Genevieve de Finke et al. (1992), explorando o modo como o pensamento humano evolui durante o processo criativo, mencionaram existirem duas fases da ação criativa “(...) a generative phase and an exploratory phase” (p.2)¹⁷⁰. Para Benami e Jin, a fase generativa diz respeito a uma construção mental a que chamam uma estrutura prévia, com características e propriedades que constroem as bases do processo, promovendo a descoberta criativa. Nesta fase inicial de geração dos elementos de design, a que chamamos de primeiros princípios do projeto, a reunião dos constituintes ou elementos fundamentais é processada na compreensão do problema, na identificação dos meios e recursos necessários para encontrar a solução para se abordar o desafio.

Na fase de exploração, a estrutura é preventiva e é entendida como um conjunto de estruturas de refinamento que, segundo os autores, respeitam as funções, formas e os comportamentos

¹⁶⁸ Tradução livre do autor: “As iterações podem ser descritas e medidas em função do número, tipos e padrões de comportamentos de transição. Os padrões de comportamento de transição podem incluir a utilização do tempo, os ciclos de avanço e recuo e o número de transições. Como um processo cíclico, o comportamento iterativo termina quando o designer percebe que um resultado específico foi alcançado. Esses comportamentos podem ser classificados como sequências de comportamentos de transição e progredir em níveis de abstração” (Adams e Atman, 1999, p. 15).

¹⁶⁹ Tradução livre do autor: “A exploração é suportada por meio da ativação da criação de várias alternativas paralelas de interface do usuário” (Hartmann, 2009, b, p.IV).

¹⁷⁰ Tradução livre do autor: “(...) Uma fase geradora e uma fase exploratória” (Finke et al., 1992, p.2).

que são os elementos que compõem a “design entity”. A composição desta fase integra o papel decisor que estabelece um direcionamento mais assertivo na seleção dos componentes para planejar o projeto.

No modelo de análise da atividade cognitiva da conceptualização de projeto, Chusilp e Jin (2006) propuseram que o processo iterativo assume o espaço entre o estado que se deseja e o estado que foi desenvolvido até o momento. A iteração mental pode ser compreendida como uma sequência de transições que se encontram entre a atividade de processamento de informação e as atividades de decisão. Este processo é expresso por Chulsip e Jin (2006), referindo:

Mental iteration involves repetition of these activities when designers perceive discrepancies between desired and the current states of design. The iteration can be within one cognitive activity when designers think back and forth before arriving at the desired state of that specific step of design, or it can involve a loop of several cognitive activities when the designers try to achieve the desired design concepts. (p. 15)¹⁷¹

Os autores classificaram a iteração das tarefas de design como a repetição das tarefas para obter uma resposta mais aproximada ao pretendido, e a iteração das atividades mentais, que utiliza a repetição das atividades mentais, para executar uma tarefa para clarificar os problemas e chegar a melhores projeções. Defenderam ainda que o processo de design é um conjunto de ‘loops’¹⁷² iterativos e não um ‘loop’ único como foi investigado nos trabalhos de Ullman et al. (1988), Schön e Wiggins (1992), Finke et al. (1992), Sha et al. (2001).

¹⁷¹ Tradução livre do autor: “A iteração mental envolve a repetição dessas atividades quando os designers percebem discrepâncias entre os estados desejados e atuais estados do design. A iteração pode estar dentro de uma atividade cognitiva, quando os projetistas pensam para frente e para trás antes de chegar ao estado desejado da etapa específica do design ou pode envolver um loop de várias atividades cognitivas quando os designers tentam alcançar os conceitos de design desejados” (Chusilp e Jin 2006, p. 15).

¹⁷² Os ‘Loops’ no processo de design correspondem aos ciclos de reformulação, iterativos, que correspondem aos avanços e recuos dos estados do processo de design. No processo de geração ou generativo das ideias a construção evolutiva é formada por loops que continuamente descrevem o constante refinamento dos resultados que vão sendo obtidos no processamento iterativo. Chulsip e Jin (2006, p. 16) dividiram os loops na primeira fase do projeto em três tipos sendo o loop de redefinição do problema, loop de estimulação da ideia e o loop de reutilização do conceito. No loop de redefinição do problema existem as ações de modificar a definição do problema original e a decomposição do problema num todo em subproblemas para possibilitar a compreensão do problema em dimensões menores que possam ser percebidas. No loop de estímulo da ideia, combinam-se padrões de estímulo que proporcionam a motivação pessoal. Geralmente a geração de várias ideias ou hipóteses favorecem o entusiasmo e a motivação. As situações em que os resultados aproximam-se do que é desejado, garante o interesse no melhoramento do que foi pensado numa perspectiva de aperfeiçoar cada vez mais o que é proposto em cada estado anterior.

Chulsip e Jin (2006), propuseram quatro atividades cognitivas principais para análise do processo generativo e exploratório da fase conceptual (ver figura 39).

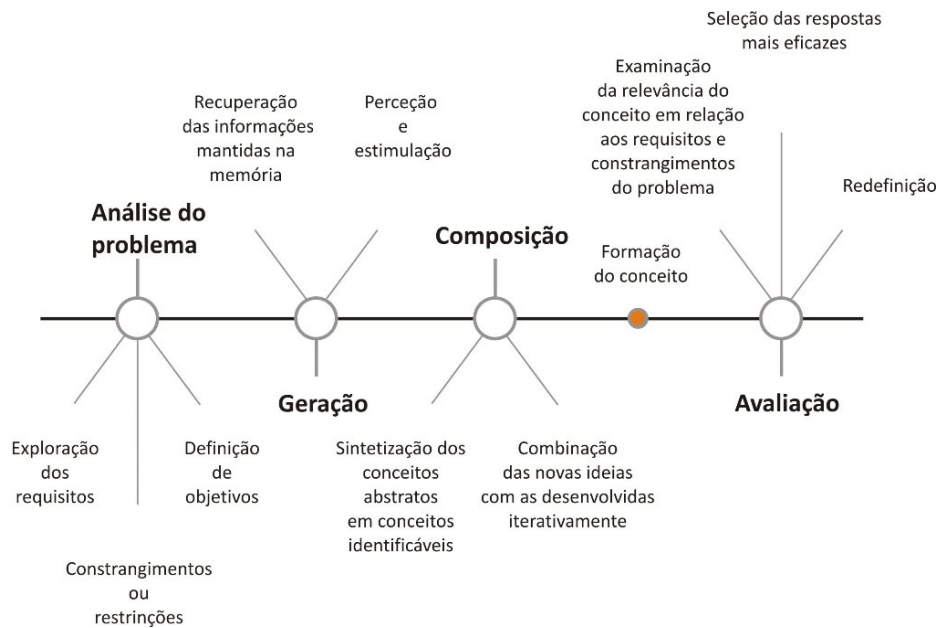


Fig. 39 - Quatro atividades cognitivas da fase conceptual em design. Fonte: adaptado de (Chulsip e Jin, 2006, p.15)

Apesar dos ciclos iterativos de design assemelharem-se sequencialmente no processamento das atividades cognitivas, respondendo à necessidade de melhoramento das soluções para os problemas levantados, poder-se-á dizer que, na geração dos conceitos, vários ciclos coexistem paralelamente, poucos prosseguem e muitos são abandonados, numa fase prematura, por falta de sustentabilidade. Nesta dualidade de ciclos de iteração que designamos por ciclos consistentes e ciclos inconsistentes, acreditamos que ambos são necessários ao processo mental para encaminhar os estados ao processo coevolutivo (Dorst e Cross, 2001; Maher et al., 1996).

Os ciclos iterativos inconsistentes são marcados por *inputs* que surgem esporadicamente durante a geração do conceito e, mesmo não sendo determinantes para as características da solução final, têm dois propósitos funcionais: a função de alimentar ou ativar o pensamento e a função de direcionar o raciocínio ajudando na composição e seleção das soluções iniciais.

Os ciclos consistentes são da mesma forma *inputs* que se revelam sólidos pela relação de qualidade no enquadramento das outras proposições. Estes *inputs* são identificados como os que melhor respondem aos requisitos e aos constrangimentos do projeto. Os ciclos iterativos

consistentes podem ser multi-proposições¹⁷³, e definem-se por um elevado número de 'loops', transições realizadas e pela duração de um raciocínio contínuo em torno do diálogo com o objeto do problema. Os inputs e outputs são relevantes no "design thinking process", como ferramentas de antevisão e proposição de novas realidades (designs) e sob uma estruturação baseada nos loops de informação e tomada de decisões.

Plattner, Meinel and Weinsberg (2009) e Kröper et al. (2011) formularam uma síntese das ligações relacionais possíveis das fases do *design thinking* (figura 40). Ao modelo apresentado pelos autores descritos, acrescentamos a conexão da última fase do processo de teste à compreensão, porque entendemos que, num projeto sob a metodologia coevolutiva e cíclica contínua, após a realização do teste das hipóteses lançadas, desenvolve-se o "back and forward", até chegar à satisfação das respostas (Guidon, 1990; Gomes e Santos, 2016; Adams e Atman, 1999).

Num processo projetual, perante a experiência do designer, o *design thinking* baseado nestas fases é gerado num processo intuitivo e repetido de síntese e depreende a capacidade de organizar os princípios que constituem o problema e a capacidade em decompor a informação pelos elementos que lhe estão afetos, chamados os requisitos do problema. A compreensão ou interpretação do problema tem um grande peso para as restantes fases do *design thinking*, porque é nesta fase que se alicerçam as grandes questões projetuais e se determina a metodologia a aplicar. A compreensão liga-se a todas as fases projetuais porque, para se implementar qualquer avanço ou transição no processo, a perceção e a reavaliação são estágios aglutinadores de todos os outros estágios.

¹⁷³ Smith e Eppinger (1997, p. 227) chamou-lhes "parallel iteration" ou número de iterações desencadeadoras por atividades que decorrem ao mesmo tempo. Cada atividade paralela pode influenciar o sistema iterativo levando a uma redefinição total ou parcial do raciocínio. A convergência das atividades no geral e a repetição evolutiva promove a criação das soluções.

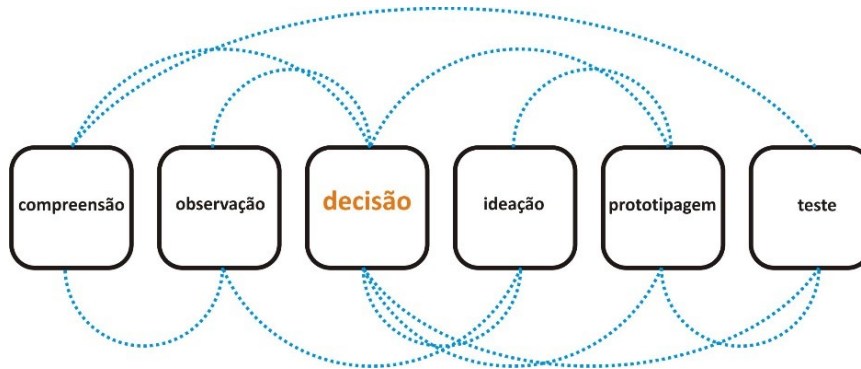


Fig. 40 - Processo iterativo de design thinking. Fonte: adaptado de (Plattner, Meinel and Weinberg 2009, apud. Kröper et al. 2011, p. 98).

Nigel Cross, sobre a temática da natureza do design, verificou a importância do processo iterativo durante a representação por desenho de esboço. Para Cross (2000), a iteração operacionalizada entre o designer e os desenhos assume o propósito de verificação, confirmação e avaliação das “(...) design proposals before deciding on a final version for manufacture” (p.6)¹⁷⁴. O autor descreve ainda que, este processo de refinamento é visto com grande relevância e determinação nos resultados obtidos e, por este motivo, deve ser entendido como uma fase complexa e que ocupa uma grande parte do tempo do projeto. Cross (2000) vê o processamento iterativo em design como “(...) an iterative loop of decision-making where improvements in one part of the design lead to adjustments in another part which lead to problems in yet another part. These problems may mean that the earlier improvement is not feasible” (p.7)¹⁷⁵. O processo de refinamento é identificado por Nigel Cross como um componente de várias fases do projeto e caracteriza-se pela abordagem analítica da proposta, designada para a solução do problema e a sua verificação em relação aos atributos que melhor viabilizam a resposta. Na fase que precede, consolidam-se os critérios projetuais, baseados na revisão dos requisitos internos e externos¹⁷⁶ e que são confrontados sob a uma avaliação com

¹⁷⁴ Tradução livre do autor: “(...) Propostas de design antes de decidir sobre uma versão final para fabricação” (Cross, 2000, p.6).

¹⁷⁵ Tradução livre do autor: “(...) Um loop iterativo de tomada de decisão, onde as melhorias numa parte do design promovem ajustes noutra parte, o que leva aos problemas noutra outra parte. Esses problemas podem significar anterior melhoria não é viável” (Cross, 2000, p.7).

¹⁷⁶ Entendemos por requisitos internos os constituintes do problema que se ligam diretamente ao projeto, centrados na ação do designer, sob a forma de necessidades emergentes que são consideradas essenciais para o incremento da proposta de solução. Os requisitos externos não estão inteiramente associados à ação do designer, mas estão afetos ao projeto pelas suas características imperativa e incontornável como por exemplo,

os resultados da análise dos problemas. A estas duas fases acrescentamos uma terceira de decisão, que tem impacto na reformulação das propostas e que podem ser denominadas por transformação radical, que leva à reformulação total dos primeiros princípios e é movida pela incerteza da performance dos conceitos anteriormente estabelecidos ou pela transformação ligeira que intervém ao nível parcial, onde são revistos apenas alguns requisitos anteriormente mal estruturados.

Sendo o projeto um sistema evolutivo e experimental, os momentos iterativos e de transição vão-se abreviando à medida que se vai assistindo à maturação do projeto e à diminuição correspondente ao número de vezes que se toma uma decisão.

1.2.3. O Processo Cíclico Coevolutivo no Projeto

O conceito da coevolução no processo de resolução do problema de design foi verificado por Dorst e Cross (2001), em estudos empíricos para a compreensão da ação de projeção. O processo é, no entanto, descrito como variável, inscrito em ações de interpretação objetiva e subjetiva, durante o processo projetual e a tomada de decisões.

Como mencionou Almendra (2010), a visão interpretativa do projeto “(...) depends upon the designers itself” (p.22)¹⁷⁷, tendo em conta que a resolução dos problemas lida com a subjetividade das características e da composição desses problemas e que, pela sua amplitude e constituição, nunca se conseguirá formalizar uma representação completa do problema em si (Dorst, 2004, apud. Almendra, 2010, p.22). Esta situação advém do diálogo que é realizado entre o designer e a matéria que constitui o problema. Não é possível aceder ao problema no seu contexto total pela sua complexidade, mas sim resolver os problemas situados ou parciais.

Sob um sistema evolutivo, Kees Dorst e Nigel Cross descreveram o processo de design como um sistema coevolutivo de ações cíclicas de interpretação e reinterpretação do problema e evolução de soluções e subsoluções, que os autores definiram por desenvolvimento e refinamento do desenvolvimento.

as imposições legais, as normas de segurança, o contexto produtivo, as regras dos mercados e dos consumidores, etc.

¹⁷⁷ Tradução livre do autor: “(...) Depende dos próprios designers” (Almendra, 2010, p.22).

A primeira interpretação do problema gera de imediato algumas pré-concepções (Gadamer, 1997) de solução que, por sua vez, provocam o processo de pergunta e resposta com a situação a decorrer. As pré-concepções, ao serem questionadas por confrontação com os requisitos que constituem o problema, são, ao longo do processo, alteradas, melhoradas ou substituídas por outras pré-concepções mais consistentes. Este processo só é possível de conceber se forem garantidas a interpretação, proposição, avaliação e a constante movimentação para a frente, de antecipação e os movimentos para trás de reformulação e consolidação.

Almendra (2010, p.25), referindo os quatro estágios do processo de projeção apresentados no modelo descritivo de Cross (2000), mencionou que o processo cumpre as fases: “It starts with the exploration of the ill-defined problem space; the solution arise from the generation of a concept that is after subject of evaluation against the goals, constraints and criteria of the solution (a stage that was first proposed by Archer in 1963)”¹⁷⁸.

Para Kees Dorst, a fase de preparação é consolidada pela recolha de informação ou exploração do espaço do problema. A fase de objetivação é mais uma estrutura racional de resolução dos problemas enquanto se processa a informação. A fase de sintetização ou fase concetual, pelo contrário, tem uma natureza diferente onde o processamento é subjetivo e existe a prática reflexiva (Tschimmel, 2009). Na avaliação ou reformulação, o processo apresenta de novo uma natureza objetiva e os aspetos mensuráveis e de controlo são aplicados na apreciação dos pré-conceitos. Na apreciação dos elementos desenvolvidos no espaço solução, os critérios do valor atribuído são uma ação subjetiva. A coevolução dos espaços problema e solução é simultaneamente um espaço divergente e convergente em interação, como mencionaram Kim e Maher (2005), referindo: “(...) creative event occurs as the moment of insight at which a problem-solution pair is framed in a potentially resolvable form, where the designers ability of framing a design problem is emphasised as a key aspect of creativity”(p.234)¹⁷⁹. Segundo Kees Dorst e Nigel Cross, o processo coevolutivo foi descrito como:

It seems that creative design is not a matter of first fixing the problem and then searching for a satisfactory solution concept. Creative design seems more to be a matter of developing and refining together both the formulation of a problem and ideas for a solution, with constant

¹⁷⁸ Tradução livre do autor: “Começa com a explicação do espaço do problema mal definido; a solução surge da geração de um conceito que é depois objeto de avaliação em relação aos objetivos, restrições e critérios da solução (uma etapa que foi proposta primeiramente por Archer em 1963)” (Almendra, 2010, p.25).

¹⁷⁹ Tradução livre do autor: “(...) o evento criativo ocorre com um momento de insight no qual um par problema-solução é enquadrado numa forma potencialmente resolúvel, onde a capacidade de enquadrar um problema de design, é enfatizada como um aspeto-chave da criatividade” (Kim e Maher, 2005, p.234).

iteration of analysis, synthesis and evaluation processes between the two notional design spaces – problem space and solution space. (Cross and Dorst, 2001, apud. Beatty, Ball, 2011, em Taura e Nagai, 2010, p. 317)¹⁸⁰.

Bonnardel e Zenasni (2010) explicaram igualmente o processo, afirmando:

During problem-framing, designers refine design goals and specifications and, thus, refine their mental representation of the problem. During problem-solving, designers elaborate solutions and evaluate these solutions with respect to various criteria and constraints, which guide the designers in performing subsequent stages of the design problem-solving (Bonnardel, 2000). Therefore, designers' mental representations evolve until they reach a design solution that is considered as satisfying. (p.181)¹⁸¹.

O processo de coevolução dos espaços do problema e solução não é um processo linear. O desenvolvimento e o refinamento das proposições estão dependentes de muitos fatores e, fundamentalmente, da perspectiva pessoal de interpretação e resolução de problemas. Para Tschimmel (2011) “Thus, the originality of the solution depends on the framing and reframing process, which means the construction of a personal perspective of the problem solution space” (p.225)¹⁸². No processo de “olhar” o problema e depois redefini-lo, propondo soluções e reformulações, o designer encontra o caminho de desbloqueamento e de negação de fixação (Cross, 2006), evoluindo num ciclo de ações e descobertas que tornam o processo numa aprendizagem. A boa relação no projeto é o saber identificar os detalhes dos problemas (refinação) e o descobrir as vantagens que trazem para uma melhor qualidade na procura de soluções com qualidade. A inconstante certeza do resultado não é o sinónimo de fraqueza, mas um ato de humildade perante as nossas capacidades, diante os complexos problemas de design.

¹⁸⁰ Tradução livre do autor: “Parece que o design criativo não é uma questão de corrigir primeiro o problema e, depois procurar um conceito satisfatório de solução. O design criativo parece uma questão de desenvolvimento e refinamento da formulação de um problema e as ideias para uma solução, com uma constante iteração dos processos de análise, síntese e avaliação entre os dois espaços de design concetual - espaço do problema e espaço da solução” (Cross and Dorst, 2001, apud. Beatty, Ball, 2011, em Taura e Nagai, 2010, p. 317).

¹⁸¹ Tradução livre do autor: “Durante o enquadramento de problemas, os designers refinam os objetivos e as especificações do projeto e, assim, refinam sua representação mental do problema. Durante a solução de problemas, os designers elaboram soluções e avaliam essas soluções com relação a vários critérios e restrições, que orientam os projetistas na realização dos estágios subsequentes da solução de problemas de projeto (Bonnardel, 2000). Portanto, as representações mentais dos designers evoluem até chegarem a uma solução de design considerada satisfatória” (Bonnardel e Zenasni, 2010, p.181).

¹⁸² Tradução livre do autor: “Assim, a originalidade da solução depende do processo de enquadramento e reenquadramento, o que significa a construção de uma perspectiva pessoal do espaço de solução do problema” (Tschimmel, 2011, p.225).

1.2.3.1. A Constituição do Problema

Cross (2006) referiu que a constituição do problema é pensada ao nível da estruturação do briefing do projeto e, inicialmente, pela sua inconsistência, os problemas são 'ill-defined problems ou ill-structure'. O começo do processo é uma incógnita marcada por um enorme conjunto de dúvidas e receios, que em muito se devem à complexidade dos problemas e à falta de informações concretas sobre os requisitos que representam o problema. No primeiro relacionamento com o problema, não existem formulações lógicas sobre os constituintes do mesmo e as ideias prematuras, apesar de confusas, funcionam como pequenas ignições para promover o processo de descodificação. A perceção do problema e as soluções evoluem paralelamente ao longo de todo o processo e, conforme se vão resolvendo as soluções, o problema vai ficando mais clarificado e ciclicamente permite encontrar novas soluções. (ver figura 41).



Fig. 41 - Processo de resolução dos problemas de Pahl et al. (2007). Fonte: adaptado pelo autor.

O processo de resolução do problema, mesmo passando por um sistema de clarificação e descoberta de novas soluções, pode mostrar-se inconsistente, obrigando a reformulação das informações e dos dados descodificados sobre o problema, para serem redefinidos os requisitos e os objetivos.

Segundo Cross e Roy (2005), as inconsistências que assolam o projeto podem existir em qualquer fase que integre uma ação de *problem solving*. Com o avançar do desenvolvimento do projeto, a probabilidade de existirem inconsistências graves diminui gradualmente, porque o encadeamento e a concordância das decisões tornam mais firmes as subsoluções. Cada passo de desenvolvimento de um resultado é o desencadear de uma compreensão do problema e determina uma nova sucessão de novos constrangimentos. A previsão da solução promove inversamente a formulação do problema e vice-versa. A noção do estado do problema e da solução são desenvolvidos em paralelo num movimento do tipo “ping pong” de verificação do problema e redescoberta de novas características de solução.

Kees Dorst e Nigel Cross denominaram este processo projetual como a coevolução do espaço problema, espaço solução. Na crescente iteração de avanços e recuos de hipóteses, as decisões não podem considerar as soluções como verdadeiras ou falsas (avaliação científica), mas se são eficazes ou não e quanto melhor respondem ao problema. Como os problemas de design são “ill defined problems”, compreendem um planeamento bem estruturado para dar início ao processo de geração de possíveis pré-soluções e para sintetizar o problema por segmentos mais compreensíveis. A estratégia de seleção das soluções foca-se na quantificação do número de soluções que estão verdadeiramente relacionadas com os requisitos do projeto e a sua pertinência.

No entanto, os estudos de Fricke (1996), para analisar os resultados criativos dos projetos quando sujeitos a um processo extremamente rígido ou contrariamente flexível, indicaram que as soluções são menos eficazes quando produzidos com uma elevada preocupação na constituição do maior número de problemas técnicos e levantamento de hipóteses. Ficou provado que a excessiva procura de respostas condiciona o pensamento divergente e, conseqüentemente, a grande amplitude do número de soluções, prejudicando a síntese e a decisão no processo.

Cross e Roy (2005, p. 27) destacaram um conjunto de seis características positivas¹⁸³ para a constituição do problema, que foi utilizado por designers de sucesso:

O primeiro ponto respeita a capacidade de clarificação dos requisitos do problema, através do questionamento assertivo das questões que se focam diretamente no problema e relegando as menos importantes para fases posteriores do projeto.

¹⁸³ Optámos por referir apenas cinco das seis características enumeradas, por considerarmos que os pontos referentes à não supressão da primeira ideia e a contrariedade do fenómeno da fixação, estão relacionados.

O segundo ponto menciona a persistência na procura ativa de informação e a capacidade crítica na compreensão dos aspetos negativos e positivos de outros sistemas.

O terceiro ponto indica a capacidade de síntese ou de simplificação e ordenação da informação recolhida, para constituir os elementos numa forma de caderno de encargos.

O quarto ponto integra a capacidade de conseguir identificar várias soluções, não se deixando fixar pela primeira, mas também não dimensionar uma quantidade excessiva. O processo em si requer a constante reformulação das ideias, para garantir que as premissas objetivadas nos primeiros princípios do problema sejam cumpridas. O saber fazer as paragens necessárias para compreender o estado das respostas, evita os desvios e a desvirtualização.

O quinto ponto salienta o bom senso na quantidade de soluções que são produzidas. O principal foco para o sucesso não é a quantidade de soluções, mas a revisão periódica por avaliação das mesmas e a conservação para desenvolvimento das mais promissoras.

Tal como Cross e Roy (ibid., p.2) definiram “The key to successful design therefore seems to be the effective management of the dual exploration of both the problem space and the solution space”¹⁸⁴. Não se processa uma solução sem a definição dos objetivos e a reformulação continuada dos mesmos. Do início ao fim do processo, o espaçamento de tempo entre as reformulações vai sendo cada vez maior, na medida em que o projeto toma uma direção mais específica e o problema fica mais inteligível. Os trâmites base para a definição dos objetivos focam-se na descrição do que é o problema, de como é composto (caraterísticas), e por que é um problema (a razão para existir a solução). Os grandes níveis de objetivos são comparáveis às necessidades básicas, e alteram-se de desafio para desafio, dependendo do respetivo grau de complexidade e dimensão.

As constituições dos requisitos funcionais do problema associam-se à satisfação das macro e micro necessidades e são vistas como uma rede de condições que têm de ser identificadas e desenvolvidas primeiro isoladamente e depois em sincronia. O processo descreve o sistema de transformação dos *inputs* ou conhecimentos por filtragem, que Nigel Cross apelidou de “black box” (ver figura 42), o estágio de conversão dos *inputs* em *outputs* onde o pensamento que constrói a imagem mental não tem ainda quaisquer tipos de preocupações de aspetos técnicos ou de viabilidade funcional.

¹⁸⁴ “A chave para o design de sucesso, portanto, parece ser o gerenciamento eficaz da exploração dual do espaço do problema e do espaço da solução” (Cross e Roy, 2005, p. 27).

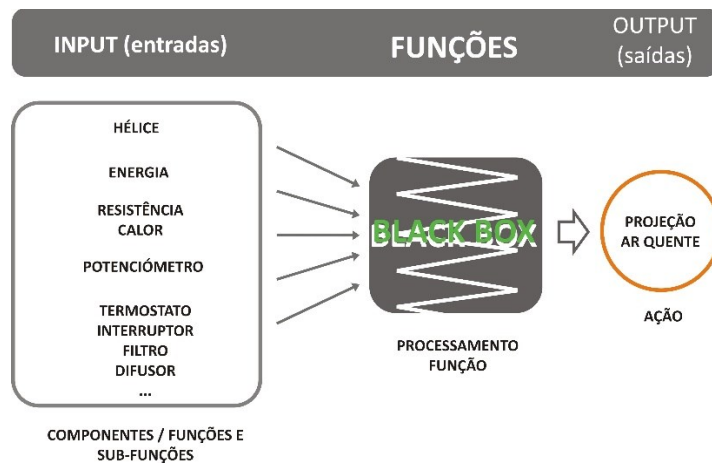


FIG. 42 - EXEMPLO DE BLACK BOX MODEL (SECADOR ELÉTRICO). FONTE: O AUTOR.

A transparent box (ibid., p.79) é um quadro de identificação dos requisitos (*inputs*) e das subsoluções (*outputs*) para se cruzarem e formarem o “feasible working system”. Nigel Cross e Robin Roy enumeraram cinco procedimentos para cumprir a análise de funções na criação de um novo sistema:

- . Delineamento das funções gerais vistos pela conversão de elementos *inputs* em elementos *outputs*;
- . Separação das funções gerais em funções secundárias ou subfunções, prevendo-se o máximo de ações que podem ser realizadas (cenário construído na *black box*);
- . Representação de um esquema que junta as funções e subfunções às pré-soluções, criando uma rede segmentada por interconexões;
- . Compreensão das limitações das ações funcionais, ou seja, perceber qual o limite de hipóteses para o cumprimento das funções (dissecar possibilidades);
- . Procura de elementos/componentes que possam realizar o cumprimento das subfunções e a interação entre os elementos do sistema. Enumeram-se, nesta fase, os componentes que são mais efetivos na resposta ao problema e subproblemas lançados (ver figuras 43 e 44).

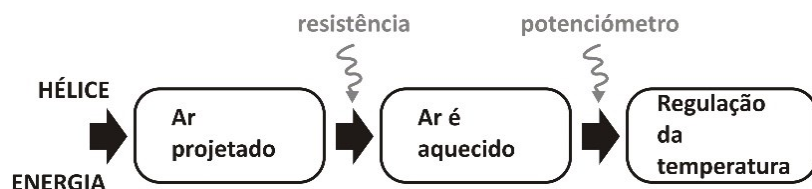


Fig. 43 - Exemplo de alternativas processadas em torno das funções e subfunções de um objeto (sistema básico).

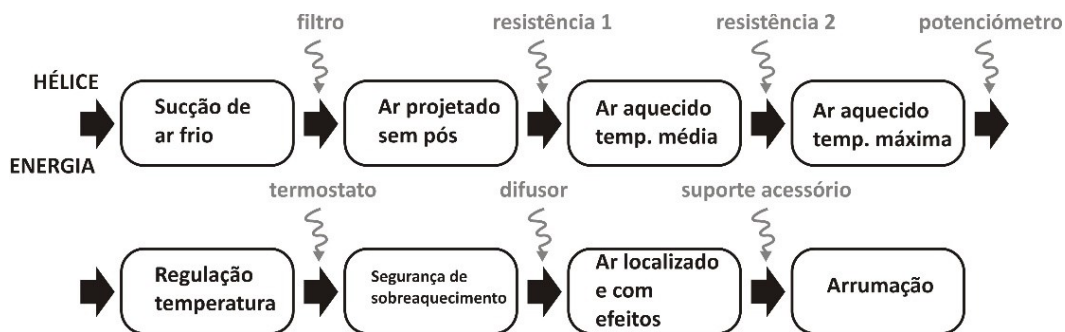


Fig. 44 - Exemplo de alternativas processadas em torno das funções e subfunções de um objeto (sistema completo).

O planeamento dos requisitos do problema, apesar de ter uma dimensão pouco esclarecida (vaga), tem em conta, superficialmente, as condicionantes que podem ser imposições legais, materiais, *know-how* produtivo, regras dos mercados, etc. Basicamente, os requisitos do problema explicitam, de forma ténue, a preocupação com a performance ou as especificações do que se irá projetar, mas a plenitude do detalhe destas especificações completa-se na fase de desenvolvimento. Uma constituição média de requisitos do problema promove o processo iterativo e deixa margem para o desenvolvimento da autodescoberta.

1.2.3.2. A Constituição das Proposições / Hipotetização

A geração de proposições ou soluções é a fase de hipotetização e de criação de respostas aos problemas levantados. As respostas pretendem-se inovadoras, funcionais e mais assertivas em relação às necessidades dos utilizadores ou dos serviços, mercados ou dos meios onde se insere o projeto. A formulação da proposição não é propriamente um ato de descoberta por serendipidade e acontece no seguimento da aquisição de conhecimento de técnicas e de métodos para ajudar na criação de algo novo, introduzindo melhorias aos sistemas existentes.

Poder-se-á dizer que o design explora a dimensão da reformulação dos sistemas criados anteriormente, conferindo-lhes novos atributos que outrora estavam mal definidos¹⁸⁵, como por exemplo a não correspondência às atuais expectativas estético/formais, princípios ecológicos, questões de segurança, incumprimento de regulamentação legal, não praticidade e a má adaptação às mudanças tecnológicas. A reformulação dos projetos existentes ou recombinação de elementos, a mutação ou a revisão dos primeiros princípios, incide na reapreciação, recorrendo ao método da engenharia inversa¹⁸⁶ e da análise dos comportamentos que compõem os sistemas a melhorar.

Na recombinação, recorre-se aos múltiplos sistemas, formalizando-se a simbiose das suas qualidades. Os sistemas podem ainda recombinar-se com um conceito artificial e um natural, proveniente por analogia de uma solução encontrada na natureza.

Na mutação, recorre-se à alteração dos atributos dos sistemas que representam problemas. As mutações são frequentemente verificadas a um nível formal, mas podem ser utilizadas ao nível funcional, alterando a usabilidade através das mudanças dos estados do produto. Novas operacionalidades ou funções mais ajustadas ao utilizador e adaptação ao meio onde se insere, são premissas que marcam as mudanças por mutação. As mutações podem ser ainda aplicadas com um propósito informativo ou percetivo, para direcionar aos comportamentos reflexivos ou a correta ação de usabilidade, para se evitar a danificação do produto, para proteger o utilizador¹⁸⁷ ou para condicionar ou forçar ao cumprimento de certas ações.

A geração de proposições totalmente inovadoras ou radicais não são, por vezes, bem compreendidas pelos usuários, e acabam por criar a indiferença porque aqueles não se revêm no que foi projetado. É por este motivo que as empresas optam por fazer melhorias graduais, em que poucos elementos são modificados ou implementados de uma só vez. A total modificação

¹⁸⁵ O campo de ação ou intervenção visto pelo espaço da necessidade que pode constituir o problema, é um espaço de abertura para a oportunidade de se formar algo inovador e diferenciado de tudo o que foi criado.

¹⁸⁶ A engenharia inversa significa o desmontar de um sistema para descobrir como é composto nos seus elementos e como funciona. A engenharia inversa remonta a atividade bélica quando se capturavam os equipamentos inimigos e se desmontavam os seus componentes para perceber como conceber melhor. Durante a segunda guerra mundial e a guerra fria, a engenharia inversa foi praticada em grande escala para se conhecer o avanço tecnológico e material das frentes inimigas.

¹⁸⁷ A mutação das tampas das canetas Bic, através do corte da extremidade superior, apresentou um avanço de design relacionado com a preocupação sobre a segurança das crianças, evitando-se os acidentes de asfixia. Este tipo de alteração, tornou-se transversal a muitos outros objetos de uso, sendo que hoje é uma legislação obrigatória para a produção de produtos domésticos.

pode representar um encargo elevado para as empresas e pode destruir a imagem e a identidade que está reconhecida pelos utilizadores.

Os produtos evoluídos, por vezes, não são compreendidos e são conotados como complexos. Veja-se, por exemplo, o resultado da introdução dos smartphones e a adesão pelas pessoas de terceira idade que, na sua maioria, não utilizou computadores na sua vida ativa de trabalho e, como tal, não se adaptou ao sistema de funcionamento desta tecnologia. Muitos utilizadores, nesta faixa etária, preferem os telemóveis com funções mais simplificadas e as empresas, compreendendo este fenómeno, introduziram sistemas mais direcionados. Exemplo deste fenómeno é a fabricação de telemóveis especiais (caso da Fugitsu Stylistic s01) ou a adaptação de *softwares* de operacionalização mais acessível (caso do Phonotto Simple Phone). A criação de algo de novo pode apenas envolver a reorganização dos componentes de um produto ou serviço existente, visando a sua prestação.

Os processos de geração de ideias são descritos nas áreas do design e arquitetura por Shah et al. (2000), Van Der Lugt (2002) e Linsey e Becker (2011). Dos métodos existentes, destacamos Osborn's Brainstorming, Brainwriting, Brainsketching, C-Sketch, Gallery, 6-3-5 Method (Rohrbach, 1969), Synetics (Gordon, 1968) e RefQuest Game (Duin, H., Baalsrud Hauge, J., e Thoben, K. D., 2009).

A geração de um número variado de respostas¹⁸⁸ aos requisitos do problema permite a realização de uma decisão mais aprofundada, baseada na seleção de entre as múltiplas alternativas (Cross, 2006). Nigel Cross, abordando o trabalho de Fricke (1993, 1996), mencionou que não é o número de variações produzidas (hipóteses) que fazem o bom design, mas a capacidade de organização e a gestão das ideias e, principalmente, a aplicação do meio termo, quer na criação de soluções, como no desenvolvimento das mesmas para compreender se são viáveis. Gerd Fricke descobriu ainda, nos estudos de protocolo que efetuou, que o detalhe na definição do problema (primeiros princípios) aumenta a flexibilidade na geração de alternativas porque, após uma boa estruturação do problema, a focalização incide na solução. Os designers experientes utilizam de forma equilibrada tanto o detalhe dos problemas como a quantidade de hipóteses produzidas, reservando o espaço para a resolução.

¹⁸⁸ Não existe um número determinado de alternativas a realizar num projeto, visto que alguns designers prendem-se à ideia inicial (fixação argumentada por Cross, 2006), enquanto outros geram várias soluções para comparar os seus atributos ou mais-valias. A probabilidade de encontrar soluções que convirjam ou se complementem, traz ao processo uma maior amplitude de possibilidades que podem degenerar noutras possibilidades ampliando o campo divergente.

Lawson (2006) apresentou a forma como os bons designers lidam com a falta de resolução das ideias ou a fixação¹⁸⁹, referindo “(...) good designers tend to be at ease with the lack of resolution of their ideas for most of the design process. Things often only come together late on towards the end of the process” (p.154)¹⁹⁰. Assim como Bryan Lawson salientou, existe uma diferença processual no gerenciamento das hipóteses por parte dos designers, visto que alguns representam inicialmente várias soluções para comparação e desenvolvimento e outros mantêm a ideia até ao fim, sabendo que pode trazer problemas ao nível das respostas aos problemas. Neste último processo, os designers dedicam-se à mudança de direção conforme vão encontrando os constrangimentos. Os designers experientes têm uma maior capacidade para, a partir de uma só ideia, serem abertos às mudanças de direção, resolvendo o problema através da introdução de alterações graduais. O seu ‘know-how’ liberta-os da pressão dos constrangimentos e deixa fluir o processo de envolvimento da indução de proposições e de descoberta de subsoluções. A solução final é tida como a resposta não de um só problema, mas de um sistema de vários subproblemas e subsoluções intercalados, que Dorst e Cross (2001) definiram como coevolução do estado do problema e solução.

O processo projetual é limitado quando existe uma ação “(...) initially focusing attention on a limited selection of constraints and moving quickly towards some ideas about solution”¹⁹¹, (Lawson, 2006, p. 188). Sendo uma ou várias hipóteses exploradas, o que se torna importante no processo projetual é a compreensão dos constrangimentos externos e internos ao problema e a procura do reconhecimento do conceito baseado nos requisitos. Quanto mais claro e concreto é o entendimento do problema, mais precisas serão as considerações. Neste processo de proposição de possíveis soluções, Finke et al. (1992) dividiram o processo em fase exploratória de análise, criação do conceito, mudança, e teste de hipóteses; e fase operativa de geração, de associação com outros sistemas (analogias), recombinação, alteração por mutação e síntese de alternativas. Pahl et al. (2007, p.159) apresentaram a fase de constituição das proposições como “conceptual design” caracterizado pelas ações de identificação do problema num modo abstrato, estabelecimento das estruturas funcionais do corpo do problema, procura dos princípios do

¹⁸⁹ Um constrangimento do processo de geração de hipóteses é o problema da fixação ou incapacidade de perceber o problema por outros pontos de vista, limitando a continuidade do processo iterativo na descoberta de novas soluções.

¹⁹⁰ Tradução livre do autor: “(...) bons designers tendem a estar em acordo com a falta de resolução de suas ideias para a maior parte do processo de design. As coisas muitas vezes só se juntam tarde, no final do processo” (Lawson, 2006, p.154).

¹⁹¹ Tradução livre do autor: “(...) Inicialmente foca-se a atenção numa seleção limitada de restrições e avança-se rapidamente em direção a algumas ideias sobre solução” (Lawson, 2006, p. 188).

projeto e estruturação metodológica das tarefas de design, para a geração dos princípios de solução sob o contexto de “conceptual design specifies the principle solution”¹⁹². De acordo com os autores, a fase conceptual define-se por várias subfases que advêm da percepção e identificação do problema com a aquisição de informação, definição de uma estrutura do problema, criação e tomada de decisão na avaliação (ver figura 45).

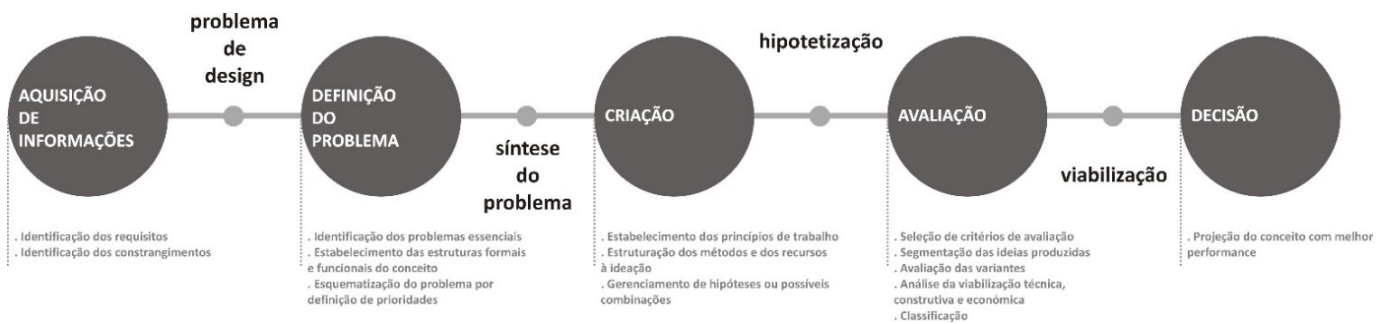


Fig. 45 - Subfases da fase concetual do projeto de design. Fonte: Adaptado do conceito de Pahl et al. (2007, p.159).

Na abstração aplicada à identificação dos problemas essenciais ou a determinação dos requisitos essenciais, inicia-se o processo por projetar desde logo as perspetivas de solução. A procura da definição do conceito condutor é um processo de imersão e associação de conhecimentos e práticas de trabalho conscientes ou implícitas no subconsciente e que tentam responder sequencialmente aos requisitos traçados. A cada passo de questionamento e de proposição, procura-se saber se as novas respostas são mais eficientes que as processadas anteriormente. A formulação do problema e descoberta de soluções é um processo marcado pelas sucessivas etapas em que um ciclo de resolução abre novos campos de identificação de subproblemas. O estabelecimento das subsoluções é primeiramente realizado ao nível global para imaginar uma macrofunção e depois, sob o processamento iterativo, exploram-se as subfunções num encadeamento de relações entre *inputs* e *outputs*. Pahl et al. (2007) defenderam que a complexidade do problema está inteiramente ligada à pobreza do relacionamento entre os *inputs* e *outputs* e quando exige um processo de identificação e esquematização demasiado profundo.

Para o desenvolvimento das alternativas de solução, quando os problemas são complexos, a determinação das funções deve integrar os princípios estruturais mais simplificados e em menor quantidade, para se obterem respostas rápidas e fáceis. A estrutura de uma pré-solução, ainda

¹⁹² Tradução livre do autor: “Design de conceito especifica a solução principal” (Pahl et al., 2007, p.159).

que provisória, contribui para a visualização de um conjunto de subsoluções que podem incorporar o conceito geral. Na ideação de um conceito geral, os componentes da estrutura são pré-visualizações vagas e abstratas, que se conectam somente quando existe um número significativo de *outputs*, que abrangem os requisitos base, como apresentado na figura 46.

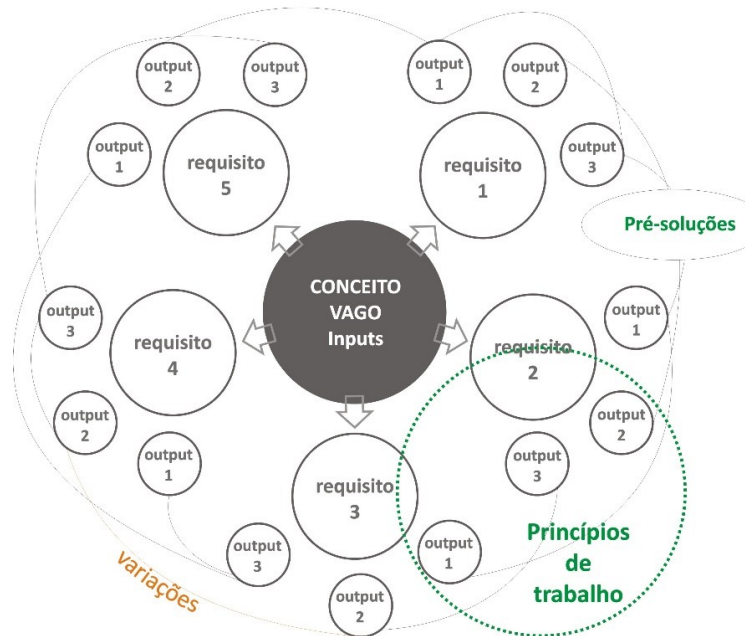


Fig. 46 - Estrutura inicial de geração de alternativas em torno do conceito. Fonte: o autor.

As pré-soluções centram-se na interligação dos *outputs* mais eficazes e alguns *outputs*, sendo mais integrados dentro da estrutura do problema, combinam-se com outros requisitos (diferentes na sua natureza) e, por sua vez, com outros *outputs*. A solução geral, deriva da relação entre os vários *outputs* no exercício de viabilização do conceito, e da melhor seleção de combinações, resulta num forte conceito.

Deste modo, podemos dizer que a cuidada estruturação formal e funcional do conceito e a correta esquematização do problema, que determina a génese dos requisitos base, são essenciais para fortalecer os *outputs* direcionados para a solução do problema.

O estabelecimento dos princípios de trabalho¹⁹³ (Tschochner, 1954) está associado aos subproblemas que perfazem os *outputs*, e o seu significado cumpre a designação de elementos

¹⁹³ Os princípios de trabalho são definidos como as estratégias identificadas para responder às necessidades e que dão origem às subsoluções. Estas estratégias advêm da hipotetização preliminar dos requisitos que são pensados intuitivamente ou concentrados no processo crítico de sistemas referência existentes. Para cada estruturação de

de solução. Para Pahl et al. (2007), numa perspetiva dos projetos de engenharia, os elementos de solução podem estar associados aos fenómenos físicos, detalhes geométricos, ações e características dos materiais.

Na projeção de hipóteses, um método eficaz para a elaboração da diversidade das subsoluções é a utilização da análise morfológica num esquema matrix, em que as linhas representam os vários requisitos, e as colunas apresentam as subsoluções propostas (princípios de trabalho). O estágio da estruturação do trabalho (seleção das subsoluções que dão origem aos *outputs*) é relevante para a construção de soluções originais. O estágio é descrito pelos autores (2007, p.186) como o momento mais sensível do projeto, afirmando “This stage makes the most demands on the creativity of designers, this creativity is influenced by cognitive psychological process associated with problem solving, by the use of general working methodology, and by generally applicable solution finding and evaluation methods”¹⁹⁴. Após a geração das soluções, os designers debatem-se com a avaliação das diferentes soluções. Os critérios de avaliação baseiam-se na estrutura de requisitos projetada e a seleção procura verificar se as propostas de solução respondem ou não às exigências dos requisitos identificados, fazendo-se uma previsão. Hansen (1956) definiu o procedimento da fase concetual em cinco pontos, focado nas estruturas elementares para obter a solução. O primeiro ponto refere a determinação do cerne da tarefa. O segundo ponto determina a combinação de todos os possíveis elementos que perfazem as soluções desenvolvidas. O terceiro ponto corresponde à verificação dos problemas que cada solução pode apresentar, tentando minimizar estes problemas através de soluções específicas. O quarto ponto designa a seleção das soluções que apresentam menos falhas. Por último, o quinto ponto é a avaliação que é realizada através da análise da documentação constituída. O processo projetual é visto pela composição de quatro fases, iniciando-se pela fase de análise e especificação do problema, seguindo-se a fase concetual caracterizada pela procura de pré-soluções, a fase de desenvolvimento com a preocupação da análise das falhas e, por fim, a fase de avaliação para otimizar os meios de trabalho.

desenvolvimento de pré-soluções para responder aos requisitos, são gerados princípios de trabalho que determinam os atributos a ter em conta e a sua relação com os atributos de outros requisitos. Cada subfunção gerada tem um princípio de trabalho associado e no conjunto de subfunções interligadas, gera-se a solução final. A seleção dos requisitos e dos princípios de trabalho mais emergentes, é fundamental para o processo de focagem, centrado no problema central.

¹⁹⁴ Tradução livre do autor: “Esta fase é a que mais demarca a criatividade dos designers, e essa criatividade é influenciada pelo processo psicológico cognitivo associado à solução de problemas, pelo uso de uma metodologia geral de trabalho e por métodos de busca e avaliação de solução aplicáveis” (Pahl et al., 2007, p.186).

O processo geracional é comumente constituído pelo pensamento intuitivo, resultante do aparecimento inesperado de uma inspiração, e pelo pensamento discursivo que procura resolver o problema passo-a-passo sob uma metodologia intencional. O processo intuitivo, apesar de surgir como um flash ou uma iluminação, é desenvolvido por uma assimilação de conhecimentos, associação de ideias, proposições que são formuladas no subconsciente. As ideias do campo da intuição exigem, no entanto, o trabalho de análise e desenvolvimento, e Pahl e Beitz (1988, p.32) mencionaram que o pensamento discursivo torna-se necessário para que exista a serendipidade e intuição, referindo “Experience as shown that intuition is stimulated by discursive thought”. Focando Holliger (1970), os autores argumentaram ainda que o processo, para minimizar os erros que comprometem a fase concetual de geração das proposições, parte dos seguintes pontos:

- . Clarificação da definição dos requisitos e dos constrangimentos que compõem o desafio;
- . A não forçagem de soluções intuitivas, por serem imprevistas e por nem sempre surgirem no tempo que se pretende. O método que oferece melhores resultados é a criação de um sistema iterativo gradual, utilizando-se a abordagem discursiva de promoção de *outputs* através dos *inputs*;
- . Evitar prender-se a um só pré-conceito, exatamente como ele é definido, não permitindo as efetivas alterações ou mudanças da constituição, perante o aparecimento de constrangimentos e de novos requisitos. O processo projetual tem de ser visto como um processo aberto e adaptável, crescente, percorrendo um irrestrito de ciclos de conversação¹⁹⁵ de *backward and forward*, como instrumentos exploratórios de indução e dedução, experimentação e conclusão;
- . O projeto de design evita os erros quando se geram as metodologias gerais e específicas, para a criação de procedimentos que orientam as ações cognitivas e práticas de projeção. A fraca estruturação de metodologias torna incapaz a sintetização do processo e acaba por dificultar a identificação e constituição dos primeiros princípios de trabalho do projeto e o foco nos requisitos centrais, relevantes para a tomada de decisões contextualizadas.

¹⁹⁵ No projeto de design aplicam-se várias técnicas sistemáticas de conversação para a obtenção das soluções, recorrendo-se à forçagem do questionamento para estimular a intuição e a recuperação de informações e conhecimentos tácitos. O questionamento e resposta faz despoletar o “loop” de avivamento de saberes. O método da inversão ou negação do modo de ver as partes constituintes dos sistemas, pode ser visto pela suposição da contrariedade das formas, funcionalidade, efeitos físicos, características técnicas, interação com outros sistemas, custos, etc. A intenção da visualização pelo prisma da negação, procura desafiar a mente na descoberta de soluções por associação indireta. Por exemplo, no caso do mouse de computador com fio por ligação usb, a negação do componente deu origem à realização de mouses sem fios por Bluetooth. A negação da utilização de fechos, atacadores ou botões, deu origem à aplicação de sistemas de fixação por velcro ou íman.

Os métodos de avanços e recuos respeitam as ações convergente e divergente. Os avanços correspondem a uma ação de arriscar uma hipótese sem quaisquer preocupações de viabilidade técnica e liberta da pressão dos constrangimentos. Os recuos são ações mais conscientes, quando se põe à prova a intenção como resposta aos requisitos, e se debatem os constrangimentos.

As consciencializações técnica, funcional e produtiva geram a reprogramação de novos avanços, sempre que se questionam os valores das proposições. Os métodos da comparação por analogias procuram identificar e relacionar outras soluções provenientes de campos diversos, como os elementos naturais, artificiais, numa dimensão macro ou microescala (de detalhe). As analogias (Smith, Linsey, Kerne, 2011) promovem a reflexão mais alargada dos contextos semelhantes e podem originar a criação de novas situações, quando combinadas com os conceitos em curso.

O método da criação de variantes de problema e soluções encontra o lugar na representação esquemática de uma panóplia de características de subproblemas e soluções respetivas. As variantes determinam-se pelas consecutivas avaliações, equiparadas e das quais resulta a tomada de decisão. É no *design space*, espaço definido pelo campo visual¹⁹⁶ do designer e por todas as possibilidades lançadas na tentativa de resolução do problema, que se experimentam todas as hipóteses e se simulam novas possibilidades, procurando fazer diferente do que existe.

O pensamento analítico segmenta a informação e permite a focagem na questão central do problema e nos contextos transversais. É sob a representação gráfica (infografia), a explanação textual e a modelação física e ou digital dos modelos de simulação, que a informação é convertida em produto do projeto. A avaliação da qualidade das informações¹⁹⁷ recolhidas depende da seriedade e da confiabilidade das mesmas, da clareza e do detalhe, do valor da contribuição para o desenvolvimento dos princípios do projeto, da originalidade, da complexidade analisada sob a forma do grau de compreensão. As proposições dependem também do resultado da hierarquização das necessidades reais ou do comportamento real.

¹⁹⁶ Definimos por campo visual, a constituição de uma base de dados informativa que desbloqueia o desconhecimento total ou parcial de um qualquer tema. Pahl et al. (1988, p.p. 35,36) indicaram que a receção da informação necessária ao designer para a construção do conhecimento é proveniente da "(...) market analyses, trend studies, patentes, technical journals, research, licenses, inquiries from customers, concrete assignments, design catalogues, analyses of natural and artificial systems, calculations, experiments, analogies, general and in-house standards and regulations, stock sheets, delivery instructions, computer data, test reports, accident reports, and also through asking questions".

¹⁹⁷ A avaliação constante e periódica é descrita como reframing (Schön, 1983). A fase de projeção das pré-soluções, framing, só avançam para um estado mais detalhado se houver o reframing.

Choulier (2010, p.80) apresentou um modelo de avaliação, baseado no modelo FBS (Function, Behavior, Structure) de Gero (1990), em que a função é vista como o fluxo de energia, informação ou matéria que é utilizada para obter um resultado, mediante um recetor que a transforma por exemplo, pessoas, produtos, serviços, a natureza. O comportamento é uma ação ou resposta a um estímulo ou solicitação, ação de como o sistema cumpre a função. A estrutura é a organização e decisão dos componentes que transformam a necessidade em solução (ver figura 47).

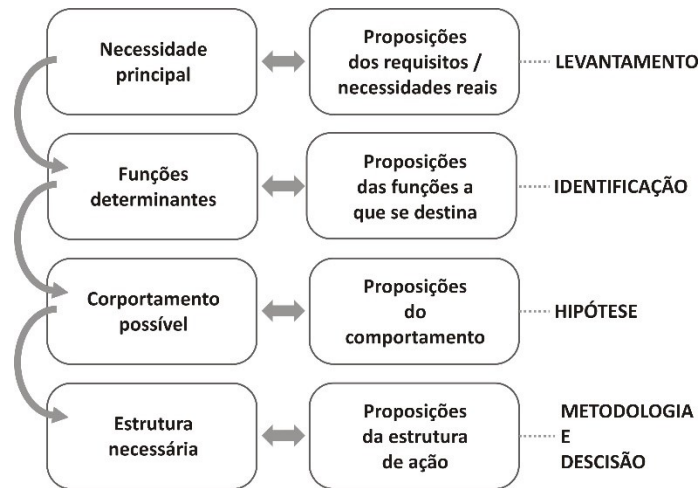


Fig. 47 - Modelo da constituição das proposições. Adaptado de Choulier (2010, p.80).

Para Tomás Dorta, a relação do designer e as ferramentas que promovem os ciclos de *framing* e *reframing* é sinérgica. Acrescentamos que, sem essa sinergia, não se promove o processo iterativo e, conseqüentemente, não se desenvolvem nem o *design space* nem o *solution space*.

1.2.3.3 A Constituição das Soluções

“A solution is a set of propositions on means and effects and rules” (Choulier,2010, p.82).¹⁹⁸

A solução é um conjunto de várias características que derivam do conhecimento do problema, a noção dos parâmetros ou requisitos do projeto, percepção das regras ou normas exigidas à composição dos conceitos, identificação das necessidades dos consumidores, ou destinatários.

¹⁹⁸ “Uma solução é um conjunto de proposições sobre meios e efeitos e regras” (Choulier,2010, p.82).

A proposição das soluções é a essência do design, objetivando-se a criação de um novo sistema de referência que se determina pela inovação, criatividade, pertinência funcional (razão da existência), envolvimento mercadológica, relação produtiva e o respeito pelo utilizador, pela natureza e pelo ambiente. A solução geral ou final é uma proposição racional, justificada pela integração das melhores características de subsoluções encontradas num processo recíproco de pensamentos divergentes e convergentes. A constituição da solução parte do problema¹⁹⁹ e do modo como este é percebido e sintetizado, numa representação mental. O problema é clarificado no início do processo como *ill-defined problem*, dado a sua natureza subjetiva e a estrutura desconhecida no complexo espaço do problema (Runco e Pritzker, 1999). O desenvolvimento e sintetização do projeto convertem os *ill-defined problems* em *well defined problems*, garantindo a sedimentação do espaço cognitivo de interpretação e intervenção. Para a constituição da solução, os autores determinaram que o problema complexo deve ser primeiramente analisado na sua essência e, posteriormente, deve ser percebido pelo mapeamento dos objetivos e por uma relação de importância hierárquica.

Compreender o espaço da solução é compreender o espaço do problema, integrado num sistema coevolutivo (Dorst e Cross, 2001). Kim e Maher (2005) apontaram estes espaços como fundamentos do design criativo, referindo "(...) creative design involves a period of exploration in which both the formulation of the problem and ideas for its solution are developed and refined together, with constant iteration of analysis, synthesis and evaluation process between the two spaces" (p.234)²⁰⁰. A solução não é o resultado de uma ação imediata ou uma ideia repentina. Ao cérebro, é necessário um período de *inputs* de informação para criar o espaço do problema e um período para agir, desenvolvendo as soluções. Como informou Davison (1995) citado por Kim e Maher (2005), "Sometimes people suddenly realise the answers during problem solving, even though they cannot figure out how to get to the solution" (p.235).²⁰¹

Para Kim e Maher (2005), o processo de descoberta é chamado de 'situated invention', espaço de expansão do espaço-problema. O processo criativo é, neste sentido, percebido como um

¹⁹⁹ Choulier (2010, p.82) definiu o problema como "(...) any description of an artefact which is not a satisfactory solution". O problema é um sistema mal definido, uma situação controversa, que não é aceite pela sua incongruência, consequência, pela insatisfação gerada no incumprimento das regras.

²⁰⁰ Tradução livre do autor: "(...) o design criativo envolve um período de exploração em que tanto a formulação do problema como as ideias para a sua solução são desenvolvidas e refinadas em conjunto, com constante iteração do processo de análise, síntese e avaliação entre os dois espaços" (Kim e Maher, 2005, p.234).

²⁰¹ Tradução livre do autor: "Às vezes as pessoas de repente percebem as respostas durante a solução dos problemas, embora não consigam descobrir como chegar à solução" (Kim e Maher, 2005, p. 235).

campo coevolutivo de percepção e reestruturação de um problema, conjugando simultaneamente a descoberta e a insatisfação traduzida na exploração da descoberta. Como descoberta de uma solução, abre o campo para a descoberta de novas soluções e o processo é infundável onde o limite é apenas o grau de satisfação e a consciência da razoabilidade. A procura da solução, como consequência das várias ações projetuais, depende da análise, da síntese, da tomada de decisão e da avaliação (Lawson, 2006, p.37).

O mapeamento do processo projetual de arquitetura de Tom Markus e Tom Maver, descrito por Bryan Lanson, refere que a análise contempla o planeamento ou a esquematização do problema, procura de informação, comparação e organização dos dados indispensáveis ao projeto. Poder-se-á dizer que as fases de planeamento ou estruturação dos objetivos e dos requisitos do projeto agregam-se à prospeção de ideias diferenciadas, temáticas inspiradoras e ao levantamento dos constrangimentos, conduzindo à produção de padrões de informação que são trabalhados na construção de imagens mentais (possibilidades). A síntese é uma reorganização da informação obtida da análise e funciona como um conjunto de interpretações simuladas da percepção que se tem do contexto que abrange o problema. A síntese é uma ação crítica, baseada nos pressupostos identificados nos objetivos do projeto. Uma avaliação depreende sempre uma comparação entre soluções e a respetiva quantificação é feita com base nos parâmetros definidos para as características consideradas desejáveis.

O processo de design pode-se considerar um processo continuamente avaliativo das soluções, em que todas as fases contemplam a apreciação e a tomada de decisões (Almendra, 2010). A cada decisão tomada, uma nova síntese é realizada, cumprindo-se um novo ciclo de desenvolvimento e reformulações. Lawson (2006) mencionou "(...) there is no natural end to the design process. There is no way of deciding beyond doubt when a design problem has been solved. Designers simply stop designing either when they run out of time in their judgement, it is not worth pursuing the matter further" (p.55)²⁰². A dimensão do problema, na sua complexidade, torna proporcional a dimensão do tempo necessário à constituição da solução. No entanto, um problema de design que possa inicialmente parecer simples, pode vir a tornar-se complexo durante a descoberta do mesmo, na fase iterativa. Novos constrangimentos, implicações técnicas, mudanças repentinas no mercado e o aparecimento de sistemas similares podem obrigar à mudança de planos e complicar o processo. A soma do número de requisitos, a

²⁰² Tradução livre do autor: "(...) Não há fim natural para o processo de design. Não existe forma de decidir para lá da dúvida quando um problema de projeto foi resolvido. Os designers simplesmente param de projetar quando ficam sem tempo para o seu julgamento, não prosseguindo com o assunto" (Lawson, 2006, p. 55).

quantidade de constrangimentos analisados e a quantidade de soluções encontradas representam a dimensão do problema e o que será a dimensão da solução (ver figura 48).

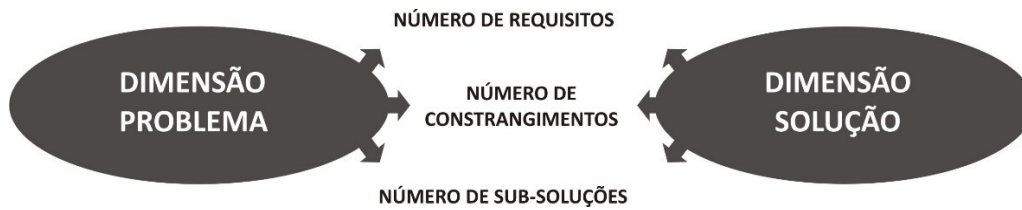


Fig. 48 - Identificação dos elementos da relação das dimensões do problema e da solução.

A dimensão do problema, composta pelas interações entre os requisitos, as restrições e as várias soluções preliminares de resposta aos subproblemas levantados, definiram uma estrutura própria e específica, levando-nos a pensar que a dimensão do problema é multidimensional e diferenciada, não existindo um problema igual ao outro.

Amabile (1997) considerou este espaço dimensional “(...) as a maze comprised of networks of pathways that represent ways of approaching solution. (...) Different maze exploration patterns will result from different goals” (p.6)²⁰³. Qualquer processo de procura de uma solução precisa de ser formalizado com uma exploração organizada e sintetizada²⁰⁴ sobre a complexidade das redes de informação que perfaz o espaço problema. A solução de um problema é uma ação de explanação que tem vários caminhos, e alguns são eliminados por motivos vários, como os que apresentam demasiadas entropias, suscitam dúvidas ou estão fora do contexto. Os caminhos no projeto são regenerativos e, ao fechar-se um caminho, surge outro. Por vezes, quando se verificam alguns entraves na execução do protótipo da solução final escolhida, são recuperadas oportunidades desperdiçadas de outras soluções, que se tinham em mente, e que não foram aplicadas. A exploração dos caminhos, para se obterem as soluções criativas, requer experiência, discernimento, decisão e heurística. O processo decisório é o regulador de todas as outras fases do sistema, porque promove a avaliação de cada estado do projeto, comprovando-o.

²⁰³ Tradução livre do autor: “(...) como um labirinto composto de redes de caminhos que representam formas de abordagem da solução. (...) Diferentes padrões de exploração de labirintos resultarão de diferentes objetivos” (Amabile, 1997, p.6).

²⁰⁴ Pahl et al. (2007, p.145) distinguiram a fase dedicada à sintetização a fase de definição. Nesta trabalham-se os requisitos e os constrangimentos com definições neutras, preliminares.

Pahl et al. (2007) apresentaram o processo de decisão como um ciclo de avanços e recuos, implícitos na satisfação ou insatisfação das propostas, como observado na figura 49.

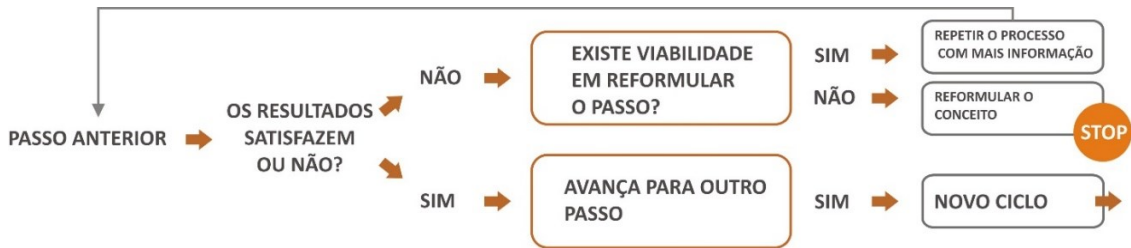


FIG. 49 - ESQUEMA DA TOMADA DE DECISÃO DAS PROPOSIÇÕES DO PROJETO. ADAPTADO DE PAHL ET AL. (2007, P.127).

A solução, para os autores, é encontrada na cadeia de passos que satisfazem os objetivos traçados, mediante a compatibilidade com os parâmetros considerados sensatos em termos de viabilização. Quando não se verifica a viabilidade na reformulação do passo, existe um indicador de que o conceito não está bem definido, sendo necessário revê-lo e descobrir novas soluções. Os ciclos de iteração de cada passo não devem, no entanto, perfazer uma grande quantidade de informações, em detrimento de prejudicar a ação de avaliação de um grande número de parâmetros e de planeamento de um novo ciclo.

Concluimos que, na constituição da solução, a representação mental é gerada paralelamente entre o espaço problema e espaço solução num ciclo iterativo de planeamento, desenvolvimento, seleção e avaliação e refinamento. A descoberta da solução depende da percepção do problema, a capacidade de sintetização e o gerenciamento das ideias que detêm os pensamentos divergente e convergente, como mencionou Lubart (2001):

Understanding the problem includes the processes of mess finding, data finding (which includes information search), and problem finding (which involves generating many possible questions and then focusing). Generating ideas is concerned with idea finding through divergent thinking, elaboration of ideas, and convergent thinking with evaluation of ideas. Planning for action concerns developing and implementing ideas through solution finding (evaluating, selecting, and refining options) and acceptance finding (promoting an idea, seeking support, and noting resistance). (p.300)²⁰⁵

²⁰⁵ Tradução livre do autor: "Entender o problema inclui os processos de descoberta da confusão, descoberta de dados (que inclui pesquisa de informações) e descoberta de problemas (que envolve a geração de várias perguntas possíveis e a focalização). A geração de ideias respeita a descoberta de ideias através de pensamento divergente,

A solução final é concebida sob a avaliação progressiva de todas as hipóteses nos diferentes estágios do projeto, através da perseverança aplicada à realização dos ciclos iterativos em resposta aos requisitos do problema.

1.2.3.4. A Geração do Conceito

A geração de um conceito em design implica a preocupação em garantir uma solução para o problema levantado, satisfazendo as necessidades e as especificações determinadas na fase de análise. Kamrani e Salhieh (2002) distinguiram três passos que constituem a fase concetual do design: a geração do conceito, a seleção do conceito e a constituição do conceito preliminar de design. Para os autores, a geração do conceito inicia-se com o estabelecimento do problema abrangendo as necessidades verificadas sob a forma de requisitos, identificação dos constrangimentos que compreendem o problema de uma forma genérica²⁰⁶, a hipotetização e a seleção das propostas que melhor respondem aos princípios estabelecidos, como se pode verificar na figura 50.

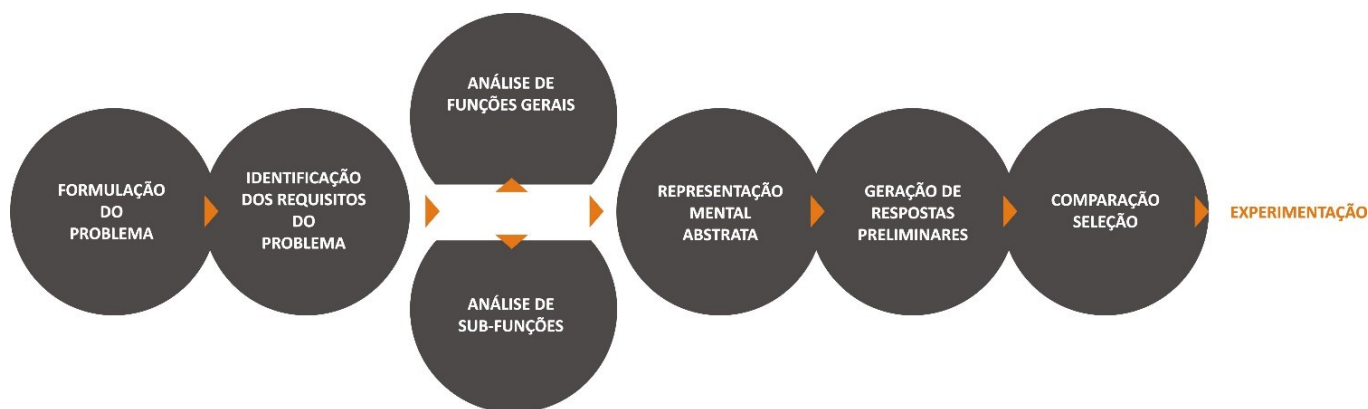


Fig. 50 - Processo de geração do conceito. Adaptado de Kamrani e Salhieh (2002, p.13).

elaboração de ideias e pensamento convergente com avaliação de ideias. O planeamento da ação envolve o desenvolvimento e a implementação de ideias por meio da descoberta de solução (avaliação, seleção e refinamento de opções) e descoberta da validação (promoção de uma ideia, procura de um suporte e observação da resistência)" (Lubart, 2001, p.300).

²⁰⁶ Mencionamos a expressão "de forma genérica" porque parte dos constrangimentos não são conhecidos na fase de geração do conceito. Muitos constrangimentos são descobertos na fase de desenvolvimento e detalhe onde existe o contacto direto com a realidade do projeto devido à prática da experimentação e simulação.

A formulação ou constituição do conceito parte da capacidade de integração das informações e da sua síntese, percebendo o problema no seu todo e nas partes ou subproblemas. Ao referirmos o “todo” do problema, abordamos a noção da macroestrutura do problema: o que é o problema, porque existe e como é formado.

As partes do problema, correspondendo à subdivisão que torna mais simples e inteligível a complexidade e a dimensão, são efetuadas para que se cumpra o processo dialogal. É através do reconhecimento das partes do problema que se entende a macroestrutura do problema de um modo mais abrangente, existindo a abstração do todo. Mesmo com muita experiência, não é pensável compreender todos os subproblemas de uma só vez e em todas as suas direções.

O processo passo-a-passo permite desencadear e recuperar uma sucessão de detalhes do problema que, numa primeira visualização, não são identificados e entendidos. Basicamente, a identificação dos requisitos projeta uma ideia genérica e preliminar do que se consideram os pontos fulcrais para resolver eficientemente o problema, apontando desde logo alguns constrangimentos maiores e ações a cumprir. Uma concisa definição dos requisitos, ao longo do processo de equacionamento e desenvolvimento do conceito, confere um maior detalhe projetual, que Dieter Rams expressou por metuculoso, “Through down to the last detail”²⁰⁷, Karissa Rosenfield (2012), considerando que nada deve ser arbitrário ou deixado ao acaso.

A análise das funções gerais e subfunções, como assinalaram Kamrani e Sallhieh (2002), “(...) describing what the product or system is supposed to do” (p.15).²⁰⁸

A análise das funções e subfunções do problema é representada pelos esquemas do tipo diagramas árvore ou quadros matrix, combinando as grandes funções necessárias à solução do problema e as subfunções, pensadas primeiro individualmente e posteriormente em combinação umas com as outras. Com um sistema interrelacionado, as subfunções refletem-se noutras subfunções e, inevitavelmente, nas funções gerais e nos requisitos base. A confusa representação mental e as demasiadas incertezas que coíbem o pensamento centrado numa visualização coerente não são procedimentos errados e, segundo alguns autores (Guilford, 1950; Tschimmel, 2010), promovem a procura de soluções.

²⁰⁷ Tradução livre do autor: "Completamente até o último detalhe" Karissa Rosenfield. "Dieter Rams 10 Principles of "Good Design"" 09 Jan 2012. ArchDaily. Accessed 15 Jan 2018. <<https://www.archdaily.com/198583/dieter-rams-10-principles-of-%25e2%2580%259cgood-design%25e2%2580%259d/>> ISSN 0719-8884

²⁰⁸ Tradução livre do autor: “(...) Descrevendo o que o produto ou sistema deve fazer” (Kamrani e Sallhieh, 2002, p.15).

Brown e Wyatt (2010) explicaram a representação mental integrada no *design thinking* e o tipo de pensamento que depende da “(...) our ability to be intuitive, to recognize patterns, to construct ideas that have emotional meaning as well as being functional (...)” (p.34)²⁰⁹. O pensamento de design que nós associamos ao espaço da representação mental, é descrito pelos autores como inspiração, ideação e implementação. A inspiração é um motivo, uma oportunidade, um desafio que leva a intervir sobre algo. A ideação é o percurso para gerar e verificar as soluções de intervenção, e a implementação é o resultado proposto em ação, pronto a testar e refinar pequenas lacunas projetuais.

As associações geradas, os conhecimentos adquiridos sobre um determinado domínio e as simulações por hipotetização, quando estimuladas ou motivadas, proporcionam o fluxo reflexivo, baseado na abstração e generalização, como observado na figura 51.

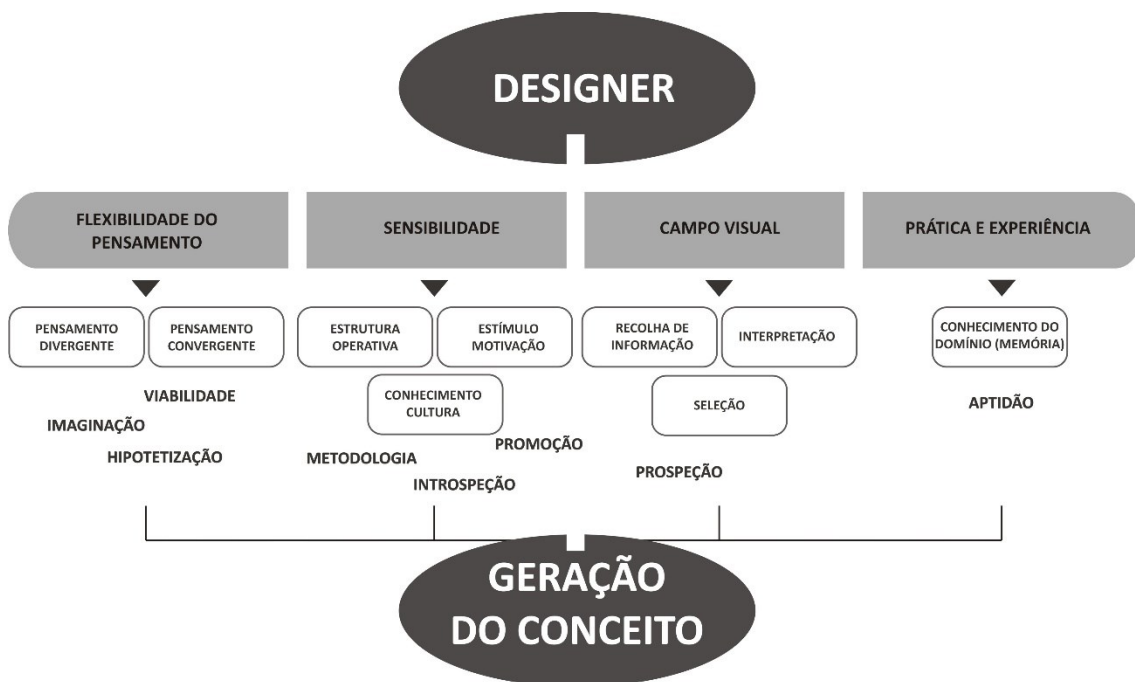


FIG. 51 - ATRIBUTOS DO PROCESSO CRIATIVO PARA A GERAÇÃO DO CONCEITO. ADAPTADO DE GOLDSCHMIDT, 2011, P.64).

Yilmaz (2010) descreveu que a procura da solução para os problemas de design é executada no espaço problema, como exploração, indicando que “The key to creative solutions is characterized as the strategies that assist the designer in exploring new parts of this potential design space”

²⁰⁹ Tradução livre do autor: “(...) Nossa capacidade de ser intuitivo, reconhecer padrões, construir ideias que tenham significado emocional, além de serem funcionais (...)” (Brown e Wyatt, 2010, p.34).

(p.8)²¹⁰. Para a autora, a geração do conceito pode ser bem-sucedida quando os designers exploram várias vias que podem ser trabalhadas num processo de progressão durante o projeto. As vias correspondem ao reconhecimento dos requisitos do problema. De acordo com Seda Yilmaz, os designers dispensam mais tempo a obter informação e a resolver os problemas, que propriamente a gerarem soluções várias e a verificarem a sua performance e efetividade em relação aos requisitos do problema. Para a Seda Yilmaz:

Diversity in concept generation phase of the design process is mostly achieved by bringing a range of variables to the design task and redefining the problem with each variable. Design heuristics, in that sense, assist the designers in the process of exploring and identifying new, unexpected variables and contexts that would alter the design criteria and the solutions in different ways, and eventually creating diverse concepts²¹¹. (ibid., p.69)

Para Pahl et al. (2007), na fase concetual, o designer identifica e correlaciona os problemas essenciais, realiza a abstração do pensamento, estabelece uma estrutura de funções e subfunções do problema e procura uma metodologia de trabalho. Os autores definiram que, para se investir no desenvolvimento da fase concetual, três questões têm de ser pensadas para proceder à hipotetização:

- . Na definição do problema, a tarefa foi clarificada de modo a compreender os objetivos?
- . A formulação do conceito é mesmo necessária ou podem ser aplicadas outras soluções, realizando-se transformações ou mutações?
- . Sendo desnecessária a fase concetual, como continuar o processo?

No contexto da realização da quantidade de hipóteses para chegar à solução, Cross (2006) referindo a investigação de Fricke (1993, 1996), concluiu que muitas ou poucas hipóteses não têm relevância para a qualidade dos resultados. A investigação referida revelou que existe uma diferença quando a definição do problema é muito especificada e quando os designers realizam um processo mais flexível (sem uma estruturação dos primeiros princípios demasiado rígidos). Os

²¹⁰ Tradução livre do autor: “A chave para soluções criativas é caracterizada como as estratégias que ajudam o designer a explorar novas partes desse espaço de design em potencial” (Yilmaz, 2010, p.8).

²¹¹ Tradução livre do autor: “Diversidade na fase de geração de conceito do processo de design é principalmente alcançada trazendo uma gama de variáveis para a tarefa de design e redefinindo o problema com cada variável. As heurísticas de design, nesse sentido, auxiliam os designers no processo de exploração e identificação de novas variáveis e contextos inesperados que alterariam os critérios de design e as soluções de modos diferentes e, eventualmente, criam diversos conceitos” (Yilmaz, 2010, p.69).

estudos indicaram que as soluções mais eficazes revelaram que não é a estrutura do problema e o número de alternativas que determinam a geração, mas o tipo de princípios definidos e a flexibilidade que é gerada em torno desses assertivos princípios.

Na geração do conceito, nem todas as ideias ou pré-soluções são inovadoras, como abordou Almendra (2010), referindo “In fact, it is not to say that all ideas generated along design processes are creative, because they are not; but it is expected that at least some of them are thus contributing to a better outcome” (p.55).

Tomando como referência o quadro de comparação²¹² dos processos criativos por Howard et al. (2008, p.165) e apresentado sintetizadamente por Almendra (2010, p.56), podemos concluir que nas várias designações dos autores, o processo em si converge para a divisão que Cross (2000) enumerou e que são as fases de análise, geração, avaliação e comunicação.

A primeira fase de análise compreende a consideração geral dos autores sedimentados nos seguintes pontos:

- . Conhecimento do problema (reconhecimento e definição);
- . Procura de informação (preparação);
- . Planeamento (construção).

A fase de geração ou hipotetização é definida pelas seguintes características:

- . Inspiração (motivação);
- . Procura da ideia (incubação e iluminação);
- . Pensamento divergente.

A fase de avaliação das hipóteses formuladas compreende as seguintes características:

- . Verificação da viabilidade (razoabilidade);
- . Procura da solução;
- . Teste das hipóteses;

²¹² O quadro de comparação de Howard et al. (2008, p.165), faz uma identificação das perspectivas divergentes e convergentes de vários autores, sobre o modo de ver as diferentes fases do processo de design (Helnholtz, 1826; Dewey, 1910; Wallas, 1926; Kris, 1952; Polya, 1957; Guilford, 1957; Buhl, 1960; Osborn, 1963; Parnes, 1981; Amabile, 1983; Barron e Harrington, 1981; Isaksen et al., 1984; Couger et al., 1993; Shneiderman, 2000; Besadur et al., 2000; Kryssanov et al., 2001).

. Recombinação;

. Pensamento convergente.

A fase de comunicação respeita a aplicação da solução no âmbito real para obter o *feedback*:

. Apresentação;

. Ação;

. Resultado.

A ação criativa aplicada à geração dos conceitos pode integrar uma das três tipologias identificadas por Boden (1990). As duas primeiras formas de geração advêm de técnicas menos inovadoras que utilizam a combinação de ideias, que se conhecem ou que se descobriram na fase de análise e prospecção e a transformação por mutação que reúne as técnicas de alteração do que existe. A técnica que melhor se associa à inovação e à criatividade é a exploração do campo concetual através da descoberta dos princípios, requisitos, elementos inspiradores, metáforas, analogias e experimentação dos modelos mentais. Independentemente da decisão da utilização de uma das tipologias de apoio à geração de ideias, alguns estudos sugerem que a experiência do designer conjuga melhor estes meios e, muitas vezes, utiliza-os de uma forma quase intuitiva.

Akin e Akin (1996) descobriram que os arquitetos experientes, ao pensarem a solução, estruturavam novas conjeturas para definirem e desenvolverem novos subproblemas, e assim sucessivamente. Yilmaz (2010), referindo estes autores, sugeriu que a geração da solução criativa “(...) solution depends on simultaneously specifying a new set of frames of references that restructure the problem in such a way that the creative process is enhanced” (p.12)²¹³. Para Seda Yilmaz, a geração dos conceitos, vista como a procura da solução, é sediada na estratégia do designer em organizar e trabalhar o design space.

²¹³ Tradução livre do autor: “(...) A solução depende da especificação simultânea de um novo conjunto de referências que reestruturam o problema de forma a que o processo criativo seja aprimorado” (Yilmaz, 2010, p.12).

1.2.3.5. A tomada de Decisão

“(...) it is expected that within the decision-making process, designers make use of specific cognitive heuristics to resolve the uncertainty in the problem space in order to explore and generate creative solutions” (Almendra, 2010, p.40).²¹⁴

A tomada de decisão é uma ação de promoção, que garante a evolução de um processo. As decisões podem ser também realizadas para interromper a evolução de um sistema que não é funcional ou que se configura extremamente complexo e inviável.

A tomada de decisão é um processo complexo do foro da cognição, que depende a capacidade interpretativa e avaliativa das situações (Klein et al., 2003). No projeto, essa capacidade advém de três tipos de conhecimento descritos por Christiaans (1992): o conhecimento básico, o conhecimento do projeto e o conhecimento geral (Almendra, 2010). O conhecimento básico inclui o conhecimento adquirido e as aptidões em vários domínios. O conhecimento do projeto de design resulta das apreensões relacionadas com o saber pensar e projetar, segundo as metodologias do projeto e, por esta função, é um conhecimento técnico e estratégico. O conhecimento geral é um tipo de conhecimento abstrato e metacognitivo que se inteira da otimização da utilização do conhecimento básico e do conhecimento do projeto. Neste tipo de conhecimentos, existem as avaliações e os saberes sobre o processo e sobre as técnicas que asseguram a ação projetual.

O conhecimento, como qualidade que reúne um conjunto de informações que são utilizados com uma intenção ou propósito, deriva de duas origens (Eastman, 2001, apud. Almendra, 2010). A primeira é o contexto intrínseco, onde as informações são guardadas na memória e são específicas de experiências adquiridas, situações particulares que marcaram a atenção, erros cometidos. A segunda origem tem a ver com o conhecimento proveniente de fontes exteriores, de bibliografia, internet, *stakeholders*, pessoal da produção, etc.

²¹⁴ Tradução livre do autor: “(...) Espera-se que, dentro do processo de tomada de decisão, os designers façam uso de heurísticas cognitivas específicas para resolver a incerteza no espaço do problema, a fim de explorar e gerar soluções criativas” (Almendra, 2010, p.40).

A tomada de decisão revela-se uma avaliação que tem por base os conhecimentos intrínsecos e os conhecimentos externos, processados no imediato da resolução do problema. Em qualquer momento decisório, existe a aplicação destes dois tipos de conhecimento que estruturam as respostas alicerçadas na relação de comparação, no saber experimental de situações anteriores, desenvoltura técnica, discernimento, sensatez, pragmatismo, sensibilidade cultural e capacidade avaliativa. A decisão enfrenta sempre o fator do risco, prevalecendo alguma incerteza sobre a decisão tomada. As decisões, no projeto, são garantidas pela procura da solidez da justificação e o designer socorre-se da argumentação para mostrar a qualidade das opções selecionadas.

A gestão do conhecimento é um trunfo para argumentar qualitativamente a decisão. Almendra (2010) argumentou que “Decision making is a key factor in determining strategic adequacy and overall quality of the design process’s outcomes” (p.102)²¹⁵. Para a investigadora, existem três tipos de categorias de decisão: as decisões de enquadramento que são tomadas enquanto se sintetizam ou enquadram as ideias preliminares, as decisões chave que são determinantes e responsáveis para o sucesso do projeto e que por este motivo são nucleares e as decisões possíveis, que são decisões geradoras e que sucedem no momento de previsão ou avanço no sistema. As decisões possíveis e provisórias são baseadas na crença e nas expectativas do que é um procedimento correto. Contrariamente às decisões chave, deixam em aberto a possibilidade de poder vir a surgir uma melhor solução do que aquela que se está a validar. Almendra (ibid., p. 48) concluiu que, no processo de design, a tomada de decisões dependem de três elementos constituintes, como o acesso à informação e respetiva gestão, as aptidões dos designers ao nível do pensamento e da comunicação (modo iterativo que ativa os design moves), e o uso de estratégias de sintetização do problema e a constituição da solução sob o contexto de “integration oriented”²¹⁶, que conjuga o alternamento do problema e da solução sob a co-evolução definida por Dorst e Cross (2001).

²¹⁵ Tradução livre do autor: “A tomada de decisão é um fator chave na determinação da adequação estratégica e da qualidade geral dos resultados do processo de design” (Almendra, 2010, p.102).

²¹⁶ Almendra (2010, p.256).

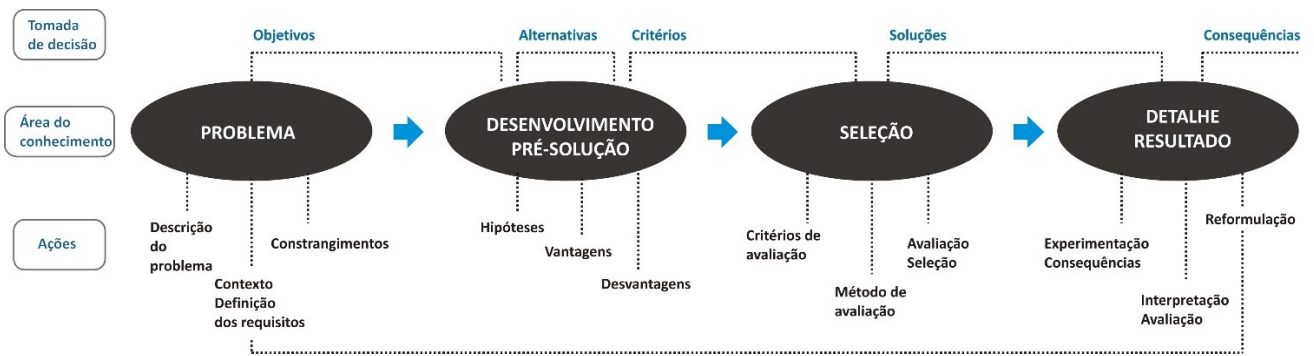


Fig. 52 - Ciclo de resolução do problema conjugando as diferentes abordagens da tomada de decisão. Fonte:

Adaptado de Almendra (2010, p.53).

A figura 52 demonstra que, na resolução de um problema, o foco de conhecimento incide no reconhecimento do problema e na sua estruturação, no desenvolvimento de pré-soluções, na seleção e identificação das hipóteses que apresentam melhores qualidades performativas, e no detalhe de solução final decidida. A tomada de decisão apresenta-se, neste ciclo, com funções muito específicas e ordenadas, sob uma sequência de passos que designam o ciclo de “problem-solving”. A tomada de decisão nas fases compreendidas entre a definição do problema e o desenvolvimento das pré-soluções, foca-se nos objetivos e no propósito do projeto. As decisões aplicadas à construção das pré-soluções são seletivas na escolha de várias respostas que melhor satisfazem os requisitos, os constrangimentos e os objetivos. A decisão, nesta fase, é geral e comparativa, não existindo filtragem de quaisquer tipos de detalhes sobre as hipóteses levantadas. Entre a fase de desenvolvimento das pré-soluções ou ideias preliminares e a seleção efetiva final, só se consegue realizar uma decisão responsável se tiverem definidos os critérios de apreciação das propostas. No design, esses critérios estão conectados aos requisitos do problema e podem ser de vários âmbitos: originalidade, funcionalidade, adaptação ao meio e ao utilizador, razões económicas, ecológicas, legais, mercadológicas, produtivas e de valor social.

A tomada de decisão das soluções recai num processo avaliativo quantitativo e qualitativo²¹⁷. Num projeto, os objetivos não têm um valor equiparado e podemos verificar que alguns parâmetros são, por vezes, mais valorizados que outros. Infelizmente, algumas decisões que enaltecem os valores mercadológicos não dignificam o valor social e o valor ecológico e as implicações que advêm dessa decisão. Por último, as decisões focadas nas consequências

²¹⁷ Lawson (2005) referiu a característica da sensibilidade do designer como avaliador para a tomada de decisão “(...) designs must be able to balance both qualitative and quantitative criteria in their decision-making process”. Tradução livre do autor: “(...) Os projetos devem ser capazes de equilibrar critérios qualitativos e quantitativos no processo de tomada de decisão” (p.64).

implicam a reformulação e a tomada de decisões assertivas de resolução e detalhe. Normalmente, as decisões consequentes são verificadas em momentos de produção dos protótipos, antes da produção final. Von Stamm (2003) argumentou:

Design is the conscious decision-making process by which information (an idea) is transformed into an outcome, be it tangible (product) or intangible (service). Design is about doing things consciously, and not because they have always done in a certain way, it is about comparing alternatives to select the best possible solution, it is about exploring and experimenting. (p.12)²¹⁸

Depreendemos nesta afirmação que a decisão é um ponto chave para atingir o resultado. O desenvolvimento só se concretiza quando existe o julgamento e se arrisca (Buhl, 1960) uma nova situação consciente e fidelizada. Nas fases do projeto, a tomada de decisão mais difícil é na fase conceptual, como mencionou Ulmann (2010), porque, sendo as ideias ainda vagas, existe uma limitação muito maior de critérios de avaliação.

Referente a este assunto, Oman et al. (2013, p.4), mencionaram que existem vários métodos que colaboram com o designer na tomada de decisão. Apesar de serem utilizados mais num contexto das engenharias, o método dos objetivos ponderados (Pahl e Beitz, 1988; Van Gundy, 1988; Jones, 1992), o método de Pugh (Pugh, 1996), o método Datum (Roosenburg e Eekels, 1995; Ullmann, 2010) e o método da decisão robusta (Ullmann, 2006) fornecem pistas metodológicas como avaliar as hipóteses alternativas em grupo ou individualmente, tendo em conta a definição das características específicas. Apesar de existirem estes métodos quantitativos, Cifuentes e Wanous (1972, p.214) descreveram que, para lá da utilização de quaisquer métodos, a tomada de decisão é um processo pessoal de opinião, concentrada na noção do que temos do real e do que resulta, ainda assim com incerteza.

Poder-se-á dizer que as decisões são mais ou menos consistentes perante as configurações que sustentam a deliberação e a resposta clara aos objetivos.

²¹⁸ Tradução livre do autor: “Design é o processo consciente de tomada de decisão pelo qual a informação (uma ideia) é transformada num resultado, seja tangível (produto) ou intangível (serviço). Design é fazer as coisas conscientemente, e não porque se fizeram de uma certa maneira, é sobre comparar alternativas para selecionar a melhor solução possível, é sobre explorar e experimentar” (Von Stamm, 2003, p.12).

1.2.3.6. A Sintetização do Processo

A síntese é descrita como um dos seis níveis do domínio cognitivo da taxonomia de Bloom²¹⁹ (1956), representando a habilidade para a criação de algo de novo proveniente de várias partes (conhecimentos). A função dos elementos ou partes para conseguir uma nova ação ou efeito é elaborada na fase de síntese, que integra as funções da análise, descoberta, ação na composição de uma nova estrutura de informação e interpretação.

O objetivo da aplicação da síntese a um conjunto de dados é tornar acessíveis os componentes que constituem a informação, associando-os para formar uma unidade, um todo, que representa a coerência ou sentido para a elaboração de uma nova ideia. No design, a fase de análise abrange múltiplas informações, que não têm uma ligação direta entre si. É por este motivo que o problema e os dados iniciais de um projeto parecem confusos e com contextos abstratos ou sem sentido.

Durante a fase de síntese, a análise recebe uma organização e simplificação dos conteúdos, otimizando-se o volume e a qualidade de informações que são consideradas essenciais para a resolução do problema. A síntese organiza, seleciona e define estratégias, predizendo o que se chama de primeiros princípios ou o desmembramento do problema e da avaliação dos possíveis constrangimentos associados. Através da síntese, também se concebem os planejamentos preliminares e geram-se os tempos necessários para o cumprimento das tarefas. Não existe desenvolvimento projetual sem a síntese que estrutura o problema num todo, e tal como mencionaram Pahl et al. (2007)

The entire systems approach and its methods are strongly based on holistic thinking, which is particularly important in the selection of evaluation criteria because the value of a particular

²¹⁹ O domínio cognitivo que foi descrito na taxonomia de Bloom (Bloom, Englehart, Frost, Hill, Krathwohl, 1956), e inscreve-se em seis níveis, o conhecimento, a compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação. O conhecimento aplicado a uma nova realidade provém de um conjunto de informações interiorizadas, os skills e a capacidade de investigar. A compreensão implica a apreensão de informação para a construção de uma nova situação, ou seja, a percepção de um novo material e a sua aplicação. A aplicação, implica a reunião da informação apreendida indispensável a um contexto específico. A análise é a averiguação do material disponível, procurando a informação por componentes diversificados sob uma estrutura organizada. A síntese corresponde à reunião dos dados e à habilidade para gerar algo a partir de informação recolhida e a criatividade. A avaliação parte do juízo de valor atribuído ao que se pretende provar sob um propósito. A síntese significa o mais alto nível porque julga os resultados do que é analisado e ensaiado, abrangendo vários contextos que podem ser as ideias, a escolha dos meios, os recursos materiais e tecnológicos, decisões técnicas.

solution can only be gauged after overall assessment of all of the expectations, requirements and constraints. (p.59)²²⁰

A abordagem de sistematização da informação confere a redução da complexidade do problema quando visto numa perspectiva desorganizada e excessiva, na quantidade de subproblemas que estão associados. No processo iterativo, a grande dimensão dos subproblemas são um constrangimento para o desenvolvimento das respostas, visto que não é possível pensar todos os subproblemas em simultâneo, percebendo todas as suas características num ato imediato e direto²²¹.

Para o designer, a abordagem ao problema faz-se por etapas num processo de iteração com pequenos ciclos de questionamento e resposta. Os curtos ciclos têm a vantagem de permitirem a focalização nos requisitos e nos objetivos, contando com um maior detalhe e uma menor dispersão do pensamento na resolução. A realização de ciclos mais rápidos e com um menor número de questões, permite uma maior abrangência na focalização e constituição de novos requisitos, criando a versatilidade das hipóteses para submeter à avaliação. Pahl et al. (2007) abordaram a questão, referindo:

(...) more detailed information about the task itself, about constraints, about possible solution principles and about know solutions for similar problems is extremely useful since it clarifies the precise nature of the requirements. This information can also reduce confrontation and increase confidence that solutions can be found. (p.126)²²²

Acreditamos que pequenos ciclos iterativos (ver figura 53), focados nos requisitos, tornam o processo menos intimidatório, permitindo o desbloqueamento das respostas. A síntese, como processo de reorganização de elementos necessários para a representação dos problemas, é menos aplicada que a análise e a avaliação.

²²⁰ Tradução livre do autor: “Toda a abordagem sistémica e seus métodos são fortemente baseados no pensamento holístico, o que é particularmente importante na seleção de critérios de avaliação, porque o valor de uma solução particular só pode ser medido após a avaliação geral de todas as expectativas, requisitos e restrições” (Pahl et al., 2007, p.59).

²²¹ Utilizámos a expressão “direto” por verificarmos que a associação dos subproblemas determina-se num processo de descoberta em que um passo na resolução de um subproblema pode gerar uma associação a outro subproblema formando uma conexão. A maior coesão de subproblemas promovem o sentido da estrutura do problema, garantindo uma noção de viabilização do que se está a projetar e uma maior clareza do problema, refletindo-se na consolidação de respostas que constituem a solução.

²²² Tradução livre do autor: “(...) Informações mais detalhadas sobre a tarefa em si, sobre restrições, sobre possíveis princípios de solução e sobre soluções de conhecimento para problemas semelhantes são extremamente úteis, pois esclarecem a natureza precisa dos requisitos. Essa informação também pode reduzir o confronto e aumentar a confiança de que as soluções podem ser encontradas” (Pahl et al., 2007, p. 126).

Os investigadores mencionaram que a formação de vários momentos de síntese é indispensável para a criação “Different synthesis process can be lead to creativity”²²³.

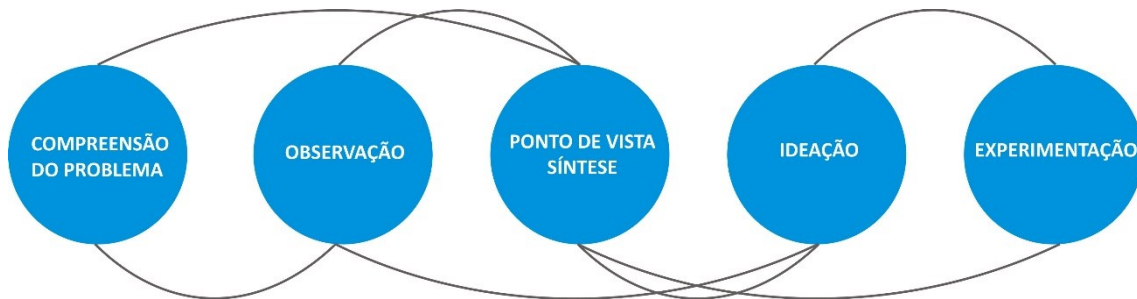


Fig. 53 - Processo iterativo de pensamento em design. Fonte: adaptado do processo de Plattner, Meinel, Weinberg (2009) e Kröper et al. (2011).

A fase de síntese requer um pensamento analítico (Kröper et al. 2011) para reduzir a quantidade de informação e a complexidade dos sistemas.

Beckman e Barry (2009) descreveram um modelo do ciclo do pensamento do projeto de design (ver figura 54), pela alternância existente entre a análise e a síntese do problema, o campo abstrato (teorização) e o domínio do que é concreto ou real (prática). Para os autores, as experiências, observações e a percepção que se tem do problema são convertidos em “insights” ou elementos de trabalho, através da fase analítica de prospeção, verificação e reflexão.

Num modo abstrato, todos os componentes analisados são transformados em hipóteses, chamados de imperativos e, através da utilização de um tipo de pensamento convergente, é racionalizada a informação, analisando-se a sua pertinência. As ideias abstratas são sintetizadas em resposta aos requisitos e constrangimentos projetuais sob vários modos de representação, dando origem às pré-soluções que carecem de detalhe e consistência. A sintetização é um processo de desenvolvimento que exige a capacidade de exteriorização, abreviação e organização. O ciclo de pensamento continua repetidamente, para se descobrir a viabilidade das proposições em cada passo que se avança. Novos caminhos de observação e constituição dos elementos do problema e proposição de soluções, são de novo repensados, quando prevalece a dúvida sobre o passo anterior.

²²³ Tradução livre do autor: “Diferentes processos de síntese podem levar à criatividade” (Pahl et al., 2007, p. 126).



FIG. 54 - MODELO DO CICLO DE PENSAMENTO EM DESIGN. FONTE: ADAPTADO DE BECKMAN E BARRY (2009, p.153).

Ao modelo de Sara Beckman e Michael Barry, acrescentámos os quatro elementos de avaliação e decisão que são aplicados entre a observação, a constituição de *insights*, imperativos e solução.

Desde o primeiro momento em que se observa o meio onde se verifica o problema, existe imediatamente um processo decisório que procura os elementos imprescindíveis e que ignora os contextos sem fundamento. Tal como Beckman e Barry (2007, p.154) argumentaram “Observation is a need-finding process in which the explicit and implicit needs of those for whom the design (or Redesign) is being undertaken are identified”²²⁴. A observação é uma ação de prospeção e de captação das necessidades explícitas e implícitas do meio que envolve um problema.

Existem várias formas de proceder à observação do meio de uma forma direta, por técnicas que complementam os questionários, as gravações em vídeo, utilização de focus groups. As necessidades implícitas são mais difíceis de captar porque representam um comportamento intrínseco ao ser humano e que remete para a execução de estudos por entrevistas, estudos de protocolo e questionários. A constituição de imperativos ou as ideias, vista como ação mais ligada ao pensamento divergente, projeta as imagens que são um reflexo das simulações e interpretações que um designer faz dos *inputs* recebidos. Primeiro o espírito é hipotético, não existindo regras ou restrições e utilizam-se ferramentas como as metáforas e as analogias ou as

²²⁴ “A observação é um processo de procura de necessidades em que as necessidades explícitas e implícitas daqueles para quem o projeto (ou novo projeto) é realizado são identificadas” (Beckman e Barry, 2007, p.154).

negações para incentivarem a procura das imagens mentais. A construção de histórias para encontrar as soluções é também um método eficaz para gerenciar ideias. As soluções são respostas a uma ou várias necessidades, combinando inovação, integridade, viabilidade e o valor que representam. O desenvolvimento das soluções integra os elementos analisados, as ideias processadas e os detalhes técnicos de execução e produção.

Brown e Green (2016) reviram cinco conceitos ligados à cognição que consideramos características chave para a procura das soluções. A primeira é a memória que não é vista como apenas um armazenamento de conhecimentos, mas como um processo de codificação das informações obtidas e que é segmentada para ser facilmente encontrada quando necessário. A segunda característica é mencionada como o poder mental ou capacidade para realizar uma atividade mental durante um período. Este ponto refere-se à energia mental necessária para completar uma tarefa e em parte, está relacionada com o grau de complexidade do problema. A terceira característica refere-se às habilidades cognitivas específicas, que representam a premissa fundamental para enfrentar os problemas através dos conhecimentos, aptidões, as habilidades manipulativas, etc. A quarta característica define as habilidades executivas que são habilidades do foro do planeamento e da previsão, conexão e organização. A quinta característica ou metacognição é a característica que está relacionada com a autorregulação ou controlo do processo cognitivo.

Tal como abordaram os autores, o processo é introspetivo, em que se interioriza o que pensar e como pensar. A avaliação coexiste em todo o ciclo de pensamento no projeto. Não se processa um passo em frente sem existir uma avaliação e uma tomada de decisão. Na observação do meio, avalia-se a situação perante os cânones que consideram aceitáveis determinados tipos de informação, e que estão estabelecidos num determinado campo. As decisões da intervenção designam-se pela atribuição do grau de implicação que o problema apresenta. É por este motivo que, para se descobrirem boas soluções, tem de existir uma boa razão para se intervir sobre o problema, como uma necessidade, um erro, uma falha, uma dúvida, uma curiosidade ou simplesmente o crer fazer diferente e melhor. Para Almendra (2010), a síntese é um processo generativo e está associada inteiramente ao processo de ideação.

1.2.4. A Heurística no Processo Projetual de Design

Para a investigadora Yilmaz (2010), a heurística consta de um procedimento estratégico cognitivo baseado nos métodos experimentais e nas ações de tentativa e erro, que servem de conhecimentos para descobrir e resolver os problemas. O significado do termo vem da palavra grega "Heurisko, which roughly means a discovery aid, a heuristic method is particularly used to rapidly arrive at a solution that is reasonably close to the best possible answer or optimal solution" (p.14)²²⁵. A heurística, como ação pessoal de invenção e descoberta, é assinalada como a sequência de três características cognitivas que foram descritas por Tversky, Slovic e Kahneman (1982, apud. Yilmaz 2010), constando:

. A Representatividade em que o julgamento de algo é estruturado com base nas situações similares por comparação ou semelhança, ou seja, todo e qualquer juízo é percebido como fidedigno se for comparável, tendo por base a noção de vantagem e desvantagem;

. A Avaliação, marcada pelo interesse em fazer melhor, é resultante da comparação com o que é lembrado na informação contida na memória e, por este motivo, é uma parcela do que poderia ser avaliado no sistema. As avaliações não deixam de representar um valor²²⁶ que distingue a qualidade de algo em relação a outros sistemas semelhantes;

. A Fixação e Ajuste corresponde à tendência para as pessoas se fixarem a uma informação e, posteriormente, fazerem ajustes ou melhorias. Este procedimento deve-se em parte ao intrínseco comportamento humano de redução da carga de trabalho. Seda Yilmaz, ao investigar o papel das heurísticas no desenvolvimento do projeto, defendeu que as heurísticas específicas do design colaboram na exploração do espaço do problema, fomentando a geração de soluções diferenciadoras. A utilização de diferentes heurísticas aumenta a probabilidade de geração de soluções inovadoras, enquadradas na maior consistência das hipóteses, desenvolvidas no espaço concetual. Para a autora, as heurísticas são aplicadas pelos designers com a intenção de gerenciarem a variedade, qualidade e criatividade, mas não a garantia do sucesso. O que as heurísticas (estratégias) possibilitam é um olhar diferenciado para os problemas do design, por

²²⁵ Tradução livre do autor: "Heurisko, que significa aproximadamente um auxílio à descoberta, o método heurístico é usado particularmente para chegar rapidamente à solução que seja razoavelmente próxima da melhor resposta possível ou da melhor solução" (Yilmaz, 2010, p.14).

²²⁶ Na ação heurística, o valor das descobertas pessoais, como um juízo resultante da experimentação e da comparação com situações similares memorizadas, é maior ou menor perante os conhecimentos, implícitos por consequência. Cada apreciação que se incrementa, tem um valor diferenciado.

outras vias que não as sistemáticas²²⁷. As heurísticas, porém, quando aplicadas a um determinado contexto, podem não funcionar noutros contextos, porque os problemas são distintos e com características específicas. Este fenómeno pode ser verificado na razão de existirem vários métodos heurísticos, como o método scamper (Eberle, 1996), Synetics (Gordon, 1968) e Triz (Altshuller et al., 1999), e que sintetizamos no quadro 2.

Métodos	Tipologias de heurísticas	Características (identificação, análise, ideação, seleção, implementação, avaliações)
SCAMPER	<ul style="list-style-type: none"> . SUBSTITUIÇÃO . COMBINAÇÃO . ADAPTAÇÃO A NOVAS SITUAÇÕES . MODIFICAÇÃO / ALTERAÇÕES . OUTRAS UTILIZAÇÕES . ELIMINAÇÃO DE COMPONENTES . INVERSÃO 	<p>Não são dadas indicações, que tipo de heurísticas utilizar face o problema. Nem todas serão produtivas na descoberta de soluções para os problemas específicos</p>
SYNECTICS	<ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 33%;">. PARÓDIA <li style="width: 33%;">. ANIMAÇÃO <li style="width: 33%;">. EMPATIA <li style="width: 33%;">. PREVARICAÇÃO <li style="width: 33%;">. SOBREPOSIÇÃO <li style="width: 33%;">. ANALOGIA <li style="width: 33%;">. METAMORFOSE <li style="width: 33%;">. MUDANÇA DE ESTILO <li style="width: 33%;">. HIBRIDISMO <li style="width: 33%;">. METODOLOGIA <li style="width: 33%;">. SUBSTITUIÇÃO <li style="width: 33%;">. SUBTRAÇÃO <li style="width: 33%;">. FRAGMENTAÇÃO <li style="width: 33%;">. ADIÇÃO <li style="width: 33%;">. ISOLAMENTO <li style="width: 33%;">. REPETIÇÃO <li style="width: 33%;">. FANTASIA <li style="width: 33%;">. COMBINAÇÃO <li style="width: 33%;">. DISTORÇÃO <li style="width: 33%;">. SIMBOLOGIA <li style="width: 33%;">. DISFARCE <li style="width: 33%;">. TRANSFERÊNCIA <li style="width: 33%;">. CONTRADIÇÃO 	<p>A sinética foca-se nas experiências anteriores e nas analogias Tal como o método SCAMPER, também não fornece muitas pistas sobre a aplicação das heurísticas A sinética cria um nível mais abstrato de respostas e é abstrato e complicado exigindo experiência</p>
TRIZ	<ul style="list-style-type: none"> . 39 PROBLEMAS DE ENGENHARIA . 40 SOLUÇÕES 	<p>Mais vocacionado para projetos de engenharia mecânica Especificação Relação analógica com projetos bem sucedidos e patenteados</p>

Quadro 2- Tipologias de heurísticas utilizadas nos métodos SCAMPER, SYNECTICS E TRIZ. Fonte: adaptado de Yilmaz (2010, pp. 19,20).

Interpretando a estruturação dos problemas de design como um processo de transformação, onde se realizam cadeias interrelacionadas e movimentos de questionamento e resposta, as heurísticas funcionam como um jogo de soluções de elementos que despertam novos conceitos

²²⁷ Utilizamos o termo “sistemáticas”, querendo descrever as vias de resolução dos problemas, convencionadas que analisam as questões formais, funcionais, técnicas e estéticas. A via não sistemática não se centra na solução do problema, mas na estratégia de identificação de soluções através de imposições de novos problemas que levam à identificação de diferentes abordagens aos conceitos delineados. Por exemplo, na análise de questões formais, uma estratégia não convencional (heurística), pode ser a introdução do efeito do vento sobre a forma imaginada. Esta alteração implica a reformulação de um novo conceito com uma forma mais fluída, dinâmica e orgânica.

no *design space* (Goel, Pirolli, 1992). As heurísticas do design funcionam como pistas para promover a incubação que, reciprocamente, origina a iluminação. Yilmaz (2010) ao analisar meticulosamente quatrocentos projetos de design premiados²²⁸, propôs-se examinar as heurísticas que promovem os projetos criativos bem-sucedidos. A segmentação dos produtos foi elaborada por comparação das características principais, baseadas em funcionalidade, forma, interação com o utilizador e estado físico. Obteve quarenta heurísticas projetuais que compreenderam a remoção das partes amovíveis para evitar avarias, o ajuste das funções para as diferentes necessidades demográficas, a mudança dos materiais por reciclados ou a utilização do esforço humano como fonte de energia, etc. A cada ensaio da aplicação das heurísticas, o designer foi induzido a explorar e a gerar um espaço de possíveis soluções de design.

A intenção das heurísticas reside na produção de vários conceitos, para que se cumpra a seleção e o refinamento. Para Yilmaz (2010) as múltiplas abordagens, fornecem dados para as fases de desenvolvimento e são significativas de uma boa criação. Dönnner (1979, apud. Pahl et al., 2007), mencionou “Heuristics should not be misinterpreted as prescriptions (but should be treated as guidelines (...))” (p.50)²²⁹. Dasgupta (1989) comparou as heurísticas com os “operadores” ou elementos que dão origem ou induzem a um determinado comportamento. Para Dasgupta, as heurísticas podem ser aplicadas especificamente, centradas num enquadramento particular do projeto ou serem gerais e aplicáveis a vários domínios do projeto. As heurísticas gerais são aplicadas nas fases projetuais de concetualização e as específicas nas fases de desenvolvimento e detalhe. Sternberg (1999) mencionou que as heurísticas mais consistentes e úteis são a representatividade e a disponibilidade. Para Robert Sternberg, a representatividade depende da avaliação das semelhanças (comparações e segmentações), e a disponibilidade da recuperação da memória ou a simulação com base nas experiências passadas.

Vemos também a indução, representada no ensaio por tentativa-erro e no fundamento da expressão “rules of thumbs”, ou da experiência e a prática (Business Dictionary, ed. 2010). As heurísticas não são universais e diferem no contexto, conforme a constituição dos problemas.

As pessoas, por ação intuitiva, resolvem os novos problemas utilizando heurísticas standard, como a análise dos meios para atingir os fins, ou a satisfação com a primeira solução. Como

²²⁸ As fontes de recolha foram várias, dos quais destacamos, International Design Excellent Awards, 2009, Red-Dot Product Design Awards, 2009, IF Product Design Awards, 2008, Good Design Awards, 2008 e 2009, National Design Awards, 2009, e o livro de Lidwell, W., Manacsa, G. (2009). *Deconstructing Product Design: Exploring the Form, Function, Usability, Sustainability, and Commercial Success of 100 Amazing Products*. Rockport Publishers.

²²⁹ Tradução livre do autor: “A heurística não deve ser mal interpretada como prescrição (mas deve ser tratada como diretrizes (...))” (Dönnner, 1979, apud. Pahl et al., 2007, p.50).

determinaram os autores, essas heurísticas são pobres e ineficientes. A notoriedade das heurísticas depende dos objetivos traçados para a solução e a experiência de projeto. Yilmaz (2010) segmentou as heurísticas pela sua relação no projeto, como as heurísticas locais e de transição²³⁰ e das muitas evidências (210), verificadas no caso de estudo com um designer experiente, assinalamos algumas que consideramos mais evidentes ao nível do processo.

Heurísticas locais:

- . Ligação de componentes funcionais independentes no produto;
- . Mudança de forma como o produto pode vir a ser utilizado;
- . Variação da direção da abordagem do projeto;
- . Mudança da função através da ação de movimento;
- . Inversão de direção dos componentes para cada função.

Heurísticas de Transição:

- . Criação de componentes acopláveis e separáveis;
- . Mudança de orientação das peças (vertical e horizontal);
- . Mudança da forma geométrica;
- . Mudança da forma como o processo pode ser utilizado.

As heurísticas de processo são designadas pela associação de abordagens gerais no processo de geração das ideias e são utilizadas para “desbloquear” as primeiras ideias. Exemplos de categorias de heurísticas de processo de desbloqueamento são:

- . A aplicação de formas para cada função;
- . Brainwriting²³¹;
- . Contextualização;
- . Avaliação de ideias;

²³⁰ As heurísticas locais são associadas aos detalhes do conceito escolhido e as de transição estão ligadas às transformações do conceito noutro conceito.

²³¹ Método que consiste na escrita das variáveis projetuais pela identificação dos constrangimentos e requisitos do problema.

- . Segmentação de constrangimentos por importância;
- . Reconstrução de conceitos;
- . Sintetização;
- . Mudança de foco;
- . Propagação do conceito noutros conceitos

As heurísticas contabilizadas por Yilmaz (idid., p. 53) ao nível do design de produto, referem as categorias funcionais e as estruturais, que passamos a enumerar.

A categoria funcional representa as seguintes ações:

- . Adaptação às diferentes necessidades dos utilizadores;
- . Aplicação a um mecanismo existente, uma nova utilização;
- . Mudança da forma de interação do utilizador com o sistema;
- . Utilização de elementos comuns para múltiplas funções;
- . Abreviação de uma solução já existente;
- . Aplicação de mais de uma função a uma implícita no projeto,
- . Adição, remoção ou desdobramento de componentes não utilizados;
- . Criação da portabilidade às soluções existentes.

As heurísticas estruturais seguem os seguintes trâmites:

- . Alteração da configuração utilizando os mesmos elementos;
- . Combinação de vários componentes;
- . Mudar a orientação do projeto;
- . Perspetiva modular, repetição;
- . Desfasamento;
- . Fundir elementos;
- . Alteração da escala;
- . Substituição de um elemento por outro;

- . Inversão das formas repetidas para funções diversas;
- . Divisão da forma em múltiplos ou pequenos elementos;
- . Forma dobrável em torno de um pivot²³²;
- . Cortar arestas em formas redondas.

O estudo de Seda Yilmaz verificou a forma como os elementos são alterados e como podem ser combinados, descrevendo a ação criativa. O resultado deixa a cada designer a seleção de heurísticas que engrandecem a sua ação criativa e o espaço solução.

A verificação das interrelações de cadeias de movimentos, *design moves* (Goldschmidt, 1995), ou a forma como os designers convertem as ideias iniciais em soluções finais, permitem verificar como são desenvolvidos os critérios potenciais e quais os elementos cognitivos de autodescoberta utilizados. Seda Yilmaz concluiu que, numa aplicação de conceitos onde se pondera o redesign, as heurísticas são mais utilizadas numa relação de proximidade tipológica e, logo, menos diversas. No contexto da criação do novo, existe a utilização de um menor número de heurísticas, mas há uma maior diversidade de abordagens. As heurísticas no redesign são mais focadas ou padronizadas, dado os constrangimentos que comprometem, e no novo design são mais abrangentes e desconetadas.

Como resultado da investigação, a autora apresentou as características de setenta e sete heurísticas e a sua correspondência em relação aos critérios de design definidos nos requisitos. Demonstrou ainda que as heurísticas de design podem estimular o pensamento divergente e o *design space exploration*.

No nosso estudo, acreditamos que a utilização sinérgica das modelações analógica e digital constituem a geração de novas combinações processuais, potenciando os resultados criativos. A formação de alguns procedimentos diferenciados de descoberta e experimentação, resultantes da concetualização com os meios, parecem ampliar o léxico do problem space, utilizando múltiplas heurísticas. Em cada processo de modelação, diferentes heurísticas são usadas em conformidade com as apreensões cognitivas que cada sistema possibilita. O sistema digital guianos para um campo de exploração formal e técnico de representação que transcende o domínio pessoal. O sistema analógico incide na promoção de experiências técnicas e funcionais construtivas de produção, comportamento de interação, materiais, produto e utilizador.

²³² Eixo vertical sobre o qual gira uma peça.

Conclusões Intermédias

As proposições ou as preconcepções dos projetos são efémeras e a decisão de as desenvolver para as fases conseqüentes resulta da performance que detêm, da qualidade dos seus componentes, dos materiais, da função que oferecem, a interação com utilizador e o simbolismo que se relaciona com os gostos e as crenças.

Na ação criativa, o designer não se preocupa efetivamente em detalhe com estas características, mas também não se consegue abstrair completamente de alguns aspetos que orientam o raciocínio porque, para conceber algo, tem de existir um fundamento e um composto de requisitos e constrangimentos para evocarem o princípio do processamento coevolutivo de encontrar os problemas e propor soluções (hipóteses). A ação criativa é uma antevisão mental (construção de uma realidade) de pensar novos sistemas que são sempre abertos à proposição de melhores soluções, o que significa exatamente a inovação e a evolução.

O design é, por esta razão, uma atividade preditiva de constante previsão do passo seguinte, com vista ao melhoramento do que foi feito até o momento. O projeto de design é a estrutura organizadora (sintaxe) do processamento mental criador e a forma de lhe conferir a viabilidade para que se torne existencial, físico, palpável. No projeto, cumpre-se uma simbiose de todos os constituintes metodológicos de modo flexível e dinâmico, e criam-se ciclos de trás para a frente e inversamente, para dialogar com a situação (estado do projeto), na obtenção de respostas que pareçam fiáveis. Conforme se avança no projeto, o espaço do problema e o espaço da solução vão diminuindo, assim como os tempos dos ciclos desses espaços. Este fenómeno é chamado de refinamento projetual e, conforme se vão tomando as decisões no desenvolvimento do projeto, o volume de incógnitas e constrangimentos projetuais reduz-se até ser atingida a satisfação.

Muitos são os modelos processuais de projetar, mas, como pudemos constatar, existe ainda de algum modo no seio do ensino de design, um maior foco para a definição do problema e o encontro da solução, do que propriamente a atenção para os percursos da abstração e fantasia, tão necessárias à inovação. Os processos projetuais são descritos por fases que, de uma forma geral, distribuem-se pela estruturação do problema, geração/ideação, desenvolvimento, e realização ou implementação (ver figura 11). A forma de compreendermos as fases em termos de progressão no projeto é demonstrada na figura 12, na qual a maior dedicação de tempo, deve

prevalecer nas primeiras fases do projeto para se compreender assertivamente o que é o problema e perceber os componentes que o determinam. Um processo, quando é bem entendido inicialmente, flui nas fases subsequentes.

O projeto é uma forma de pensamento que gere um sistema complexo, coevolutivo, que descodifica uma realidade, transformando-a numa nova realidade. A função do projeto é conferir um propósito para o problema, requerendo um conjunto de ações que transformam o abstrato em algo concreto, através da reflexão ou conversação com os resultados produzidos nessas ações.

A figura 13 representa o modo como compreendemos o ciclo projetual, e que se determina por um “neverending story”. Tschimmel (2009, p.269) mencionou que o designer é um gestor de informações que utiliza a inteligência e a criatividade para chegar às soluções. Entendemos, o designer como um agente que correlaciona o sistema e o manipula para atingir uma diferenciação. Pela coevolução de pensar o problema, subproblemas, soluções e subsoluções, o agente desenvolve um programa que o ajuda a perceber o sistema e permite decompô-lo numa dimensão simplificada para ser trabalhado. Existem vários métodos que, de forma alguma, são exatos, porque sendo cada projeto um sistema único, as suas variáveis não são trabalhadas de igual modo de projeto para projeto. O planeamento e a tomada de decisão não são procedimentos estáticos e singulares e existem em todo o percurso do projeto.

A forma de avaliação da ação criativa baseia-se na capacidade cognitiva de planear e avaliar o processo e o resultado do processo sob forma de um produto ou conceito. Guilford e Hoepfner (1971) designaram que a capacidade criativa poderia ser avaliada pelos conceitos de fluência, flexibilidade, originalidade, elaboração e sensibilidade para o problema (ver subcapítulo 5.1.6). Estes critérios demonstraram que os projetos e os resultados são específicos de cada designer com uma identidade própria (cultura). No design, não existem instruções absolutas para conceber um projeto, existem sim princípios que colaboram na formação de uma metodologia pessoal, e na criação de reflexões, como as proferidas por Dieter Rams sobre o “Bom Design”.

O processo de projeção em design é simultaneamente um ato reflexivo, iterativo e coevolutivo baseado no princípio que, para criar, tem de se explorar o problema, gerar uma estrutura parcial desse problema e, sob a ação refletida e consciente, gerar hipóteses de solução e estruturas parciais de solução que irão promover novos subproblemas continuamente.

Os meios tecnológicos trouxeram inevitavelmente uma transformação para o ato reflexivo do pensar e fazer o projeto (Oxman, 2006) e, de certa forma, poder-se-á dizer que vieram gerar

novas estruturas para o enquadramento do problema, devido a criação de uma reflexão dialogal diferente com o meio de representação. A rede de informações geradas, quando realizadas com os meios digitais ou analógicos, são claramente diferenciadas nos contextos formais, funcionais, técnico produtivos e comunicativos, e isso reflete-se na conversão da reflexão em imagens mentais. Quer o processo criativo seja gerado com a utilização da modelação analógica ou digital, é determinado por uma sucessão de *inputs* e *outputs* que estabelecem a evolução e a descoberta de novos elementos ao projeto. Os ciclos iterativos de desenvolvimento do projeto são consolidados pelos *inputs* (entradas que correspondem ao enquadramento do problema) e *outputs* (saídas que correspondem à descoberta de soluções) que, ao emparelharem, constituem avanços (moves designados por Gabriela Goldschmidt), para se formarem novos ciclos.

No entanto, uma representação do problema nunca é possível de representar na sua totalidade. A geração das soluções, parte da combinação de um ato reflexivo (convergente ou mais racional) e irreflexivo (divergente ou mais imaginário) que utiliza métodos colaborativos para promover a ação criativa como a construção de primeiros princípios, preocupação com algumas questões funcionais técnicas, processamento analógico e metafórico, técnicas criativas de brainstorming, brainwriting, análise morfológica matrix, c-sketch gallery, estratégias heurísticas, etc. A solução final produzida é justificada pela constante tomada de decisão das melhores características encontradas na hipotetização e desenvolvimento das subsoluções (Almendra, 2010).

Pudemos compreender, na literatura, que a excessiva contemplação de hipóteses focadas num tipo de pensamento convergente é um fator negativo para a criação de soluções mais eficazes (Goldschmidt, 2005). A excessiva atenção para os problemas promove a fixação e coíbe a flexibilidade para a geração. Yilmaz (2010) defendeu que a utilização de heurísticas do design vem permitir uma maior diversidade e não a quantidade de soluções e conseqüentemente potencia as melhores inovações.

Alguns estudos, como o de Akin e Akin (1996), descobriram que os arquitetos experientes utilizam equilibradamente a exploração dos problemas e das soluções e, ao estruturarem a solução, geram não um outro problema, mas um subproblema e subsoluções sucessivamente. Os autores provaram ainda que os profissionais não se dedicam à realização de muitas hipóteses alternativas, preferindo o seu desenvolvimento mais técnico e de produção. Para haver a hipotetização ou ideação, duas fases são necessárias, a análise (prospecção) e a síntese (geração), que alternam o processamento abstrato e o processamento racional (ver figura 54). Nestes processamentos, cinco conceitos cognitivos são constantemente trabalhados e reformulados (Brown e Green, 2016), a memória ou área de codificação de informações, a resiliência mental, a habilidade

cognitiva, a habilidade executiva do foro do planeamento e a decisão e a metacognição ou autorregulação de todo o processo de exploração.

Referências Bibliográficas

- Abreu, D. D. S. D. D. (2016). Modelo material à semelhança para teste do design no tempo, no espaço e na biologia. Universidade da Beira Interior, 2016. Tese de Doutoramento em Engenharia de Gestão Industrial. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.6/4187>.
- Adams, R. S., Atman, C. J. (1999). Cognitive processes in iterative design behavior. In *Frontiers in Education Conference, 1999. FIE'99. 29th Annual (Vol. 1, pp. 11A6-13)*. IEEE.
- Akin, Ö., Akin, C. (1996). Frames of reference in architectural design: analysing the hyperacclamation (Aha!). *Design Studies*, 17(4), 341-361.
- Almendra, R.A. (2010). Decision Making in the Conceptual Phase of Design Process. A descriptive study contributing for the strategic adequacy and overall quality of design outcomes. Tese de Doutoramento em Design apresentada na Faculdade de Arquitectura da Universidade de Lisboa. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.5/3320> [07 Set. 2016].
- Amabile, T. M. (1997). Motivating creativity in organizations: On doing what you love and loving what you do. *California management review*, 40(1), 39-58. Available in: <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.2307/41165921?journalCode=cmra>.
- Ammon, S. (2010). Dynamics of architectural design: a position paper. In: *CEPHAD 2010, the borderland between philosophy and design research, plenary sessions e supplementary items of the CEPHAD 2010 Conference, Copenhagen, January 26th-29th, 2010*. - Copenhagen: Danmarks Designskole, 2010. - (Copenhagen Working Papers on Design; 2010,1) - ISBN: 87-985478-6-0. - S. 11-17.
- Archer, B. (1965), *Systematic Method for designers*. The Design Council, Londres.
- Archer, B. (1984a). *Systematic Methods for Designers*, in CROSS, Nigel (Ed.), *Developments in Design Methodology*, John Wiley, Chichester/Nova Iorque, pp. 57-82 [orig. 1965].
- Archer, B. (1984b). *Whatever Became of Design Methodology?* In CROSS, Nigel (Ed.), *Developments in Design Methodology*, John Wiley, Chichester/Nova Iorque, pp. 347-349.
- Ashwin, C. (1984). Drawing, design and semiotics. *Design Issues*, 42-52.
- Beatty, E. L., Ball, L. J. (2011). Investigating exceptional poets to inform an understanding of the relationship between poetry and design. In *Proceedings of the Second Conference on Creativity and Innovation in Design (pp. 157-165)*. ACM.
- Benami, O., Jin, Y. (2002). Creative stimulation in conceptual design. In *ASME 2002 international design engineering technical conferences and computers and information in engineering conference (pp. 251-263)*. American Society of Mechanical Engineers.
- Best, K. (2006). *Design management: managing design strategy, process and implementation*. AVA publishing.
- Boden, M. (1990). *The Creative Mind: Myths and Mechanisms*. Weidenfeld and Nicolson, London.
- Bonnardel, N., Zenasni, F. (2010). The impact of technology on creativity in design: an enhancement? *Creativity and innovation management*, 19(2), 180-191.
- Bonsiepe, Gui (1992) -*Teoria e Prática do Design Industrial: Elementos para um manual crítico*. Centro Português de Design: Lisboa.
- Brown, A. H., Green, T. D. (2016). *The essentials of instructional design: Connecting fundamental principles with process and practice*. Routledge.

- Brown, T., Wyatt, J. (2010). Design thinking for social innovation. *Development Outreach*, 12(1), 29-43.
- Buede, D. M., Miller, W. D. (2009). *The engineering design of systems: models and methods*. John Wiley e Sons.
- Buhl, H. (1960). *Creative Engineering Design*. Ames, Iowa, Iowa State University Press.
- Bürdek, B. E. (2005). *Design: History, theory and practice of product design*. Walter de Gruyter.
- Bye, E., Hakala, L. (2005). Sailing apparel for women: A design development case study. *Clothing and Textiles Research Journal*, 23(1), 45-55.
- Carrió, M. (2006). Common spaces of design and innovation. *Temas de disseny*, (23), 144-152.
- Casakin, H., Kreitler, S. (2011). The cognitive profile of creativity in design. *Thinking Skills and Creativity*, 6(3), 159-168.
- Choulier, D. (2010). Teaching reflective practice in engineering creative design. In *Joint International IGIPSEFI Annual Conference*.
- Christiaans, H. H. C. M. (1992). *Creativity in design: the role of domain knowledge in designing*. Doctoral Thesis in industrial design engineering. TU Delft, Faculty of Industrial Design Engineering. Available in: <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:cb556def-8fe0-497d-88ba-0f8a5a7b572f>.
- Chusilp, P., Jin, Y. (2006). Impact of mental iteration on concept generation. *Journal of Mechanical*
- Cifuentes, C. L., Wanous, D. S. (1972). Fundamentals of the managerial decision-making process. *International Studies of Management e Organization*, 2(2), 213-221.
- Cross, N. (2000). *Engineering design methods: strategies for product design*. 3rd Edition. Milton Keynes, UK: John Wiley e Sons Ltd. Retrieved from: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/37650372/engineering_design_methods.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1538088582&Signature=gzOnte0aboz34kVoXYCUmAN%2Bew%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DEngineering_Design_Methods_Strategies_fo.pdf
- Cross, N. (2006). *Designerly ways of knowing*. Springer London.
- Cross, N., Dorst, K. (1998). Co-evolution of Problem and Solution Spaces in Creative Design: observations from an empirical study, in J Gero and M L Maher (eds.), *Computational Models of Creative Design IV*, University of Sydney, NSW, Australia.
- Cross, N., Roy, R. (1989). *Engineering design methods (Vol. 4)*. New York: Wiley.
- Dorst, K., Cross, N. (2001). Creativity in the design process: co-evolution of problem–solution. *Design studies*, 22(5), 425-437.
- Duin, H., Baalsrud Hauge, J., Thoben, K. D. (2009). An ideation game conception based on the Synectics method. *On the Horizon*, 17(4), 286-295.
- Eastman, C., Computing, D. (2001). New directions in design cognition: studies of representation and recall. In *Design knowing and learning: Cognition in design education* (pp. 147-198).
- Ferreira, A. M. (2008). *Caracterização e Quantificação da Inovação no Processo Evolucionista do Design, Análise de um Século da Prática Médico-Cirúrgica em Portugal*. Tese de doutoramento. Universidade da Beira Interior, Covilhã.
- Ferreira, A. M. (2007). *Evolução do Conceito e da Prática do Design*, Prova complementar à dissertação para obtenção do Grau de Doutor em Eng. De Produção, UBI, Covilhã.
- Finger, S., Dixon, J. R. (1989). A review of research in mechanical engineering design. Part I: Descriptive, prescriptive, and computer-based models of design processes. *Research in engineering design*, 1(1), 51-67.
- Finke, R. A., Ward, T. B., Smith, S. M. (1992). *Creative cognition: Theory, research, and applications*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Fricke, G. (1993). Empirical investigation of successful approaches when dealing with differently precise design problems. In *International Conference on Engineering Design (1993) ICED93*.
- Fricke, G. (1996). Successful individual approaches in engineering design. *Research in engineering design*, 8(3), 151-165.
- Gabriel-Petit, P. (2010). Design is a process, not a methodology. Retrieved January 19, 2011.

- Gadamer, H. G., Hahn, L. E. (1997). *The Philosophy of Hans-Georg Gadamer* (Vol. 24). Open Court Publishing Company.
- Galle, P., Kovács, L. B. (1996). Replication protocol analysis: a method for the study of real-world design thinking. *Design Studies*, 17(2), 181-200.
- Gardner, H. (1998). *Inteligencias múltiples*. Barcelona: Paidós.
- Gero, J. S. (1990). Design prototypes: a knowledge representation schema for design. *AI magazine*, 11(4), 26.
- Gero, J. S. (2011). Future directions for design creativity research. In *Design creativity 2010* (pp. 15-22). Springer, London.
- Gero, J. S., MAHER, M. L. (1993). *Modelling Creativity and Knowledge-Based Creative Design*. Contributors: John S. Gero - editor, Mary Lou Maher - editor. Publisher: Lawrence Erlbaum Associates. Place of Publication: Hillsdale, NJ. Publication Year, pp. VII, VIII. Available in: <http://www.questia.com/library/book/modelling-creativity-and-knowledge-based-creative-design-by-john-s-gero-mary-lou-maher.jsp>.
- Goel, V. (1995). *Sketches of thought*. MIT Press.
- Goldschmidt, G. (2008). Measuring design behavior: Analysis of networks of links among speech units in design sessions. *Proceedings of Measuring Behavior 2008* (Maastricht, The Netherlands, August 26-29, 2008), Eds. A.J. Spink, M.R. Ballintijn, N.D. Bogers, F. Grieco, L.W.S. Loijens, L.P.J.J. Noldus, G. Smit, and P.H. Zimmerman.
- Gomes, A. M. R. D. F., dos Santos, V. A. M. (2016). O Espaço Inter-relacional dos Modelos e dos Protótipos no Processo Criativo em Design. *e-Revista LOGO*, 5(1), 1-22.
- Gordon, W. J. (1968). *Synthetics, the development of creative capacity*. Collier Books.
- Guilford JP, (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5, 444-454.
- Guindon, R. (1990). Designing the design process: Exploiting opportunistic thoughts. *Human-Computer Interaction*, 5(2), 305-344.
- Hanna, S. (2005). Where Creativity Comes From. *Proceedings of Human Interaction 2005*, 45-70.
- Hansen, R. M. (1956). *Mechanical Design and Fabrication of Strain-gage Balances*. North Atlantic Treaty.
- Hartmann, B. (2009). *Gaining design insight through interaction prototyping tools* (Doctoral dissertation, Stanford University). Available in: <http://hci.stanford.edu/publications/2009/hartmann-diss.pdf>.
- Howard TJ, Culley SJ, Dekoninck E, (2008) Describing the creative design process by the integration of engineering design and cognitive psychology literature. *Design Studies* 29:160-180. In *Design Science in The University of Michigan*. Available in: https://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/77845_2
- Jin, Y., Chusilp, P. (2006). Study of mental iteration in different design situations. *Design studies*, 27(1), 25-55.
- Johnson, E. W., Castillo, L. A., Brockman, J. B. (1996). Application of a Markov model to the measurement, simulation, and diagnosis of an iterative design process. In *Design Automation Conference Proceedings 1996*, 33rd (pp. 185-188). IEEE.
- Jonas, W. (1994). *Design-System-Theorie: Überlegungen zu einem systemtheoretischen Modell von Design-Theorie*. Verlag Die Blaue Eule.
- Jonas, W. (2007). Research through DESIGN through research: A cybernetic model of designing design foundations. *Kybernetes*, 36(9/10), 1362-1380.
- Jones, J. C. (1992). *Design methods*. John Wiley e Sons.
- Kamrani, A. K., Salhieh, M. S. (2002). *Product design for modularity*. Springer Science e Business Media.
- Kim, M., Maher, M. L. (2005). Comparison of designers using a tangible user interface and a graphical user interface and the impact on spatial cognition. *Proc. Human Behavior in Design*, 5.
- Kim, Y. S., SHIN, J. H., SHIN, Y. K. (2011). Conceptual Design and Cognitive Elements of Creativity: Knowledge-Based Systems, *Elsevier*, 5(1): 3-14.
- Kirton, M. (1976). Adaptors and innovators: A description and measure. *Journal of applied psychology*, 61(5), 622.

- Klein, G., Ross, K. G., Moon, B. M., Klein, D. E., Hoffman, R. R., Hollnagel, E. (2003). Macrocognition. *IEEE intelligent systems*, 18(3), 81-85.
- Kröper, M., Fay, D., Lindberg, T., Meinel, C. (2011). Interrelations between motivation, creativity and emotions in design thinking processes—an empirical study based on regulatory focus theory. In *Design creativity 2010* (pp. 97-104). Springer, London.
- Kvan, T., Gao, S. (2006). A comparative study of problem framing in multiple settings. In *Design Computing and Cognition'06* (pp. 245-263). Springer, Dordrecht.
- Lawson, B. (2004). Schemata, gambits and precedent: some factors in design expertise. *Design studies*, 25(5), 443-457.
- Lawson, B. (2006). *How designers think: the design process demystified*. Routledge.
- Lawson, B., Dorst, K. (2005). Acquiring design expertise. *Computational and Cognitive Models of Creative Design VI*. Key Centre of Design Computing and Cognition, University of Sydney, Sydney, 213-229.
- Lidwell, W., Holden, K., Butler, J. (2010). *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.
- Linsey, J. S., Becker, B. (2011). Effectiveness of brainwriting techniques: comparing nominal groups to real teams. In *Design Creativity 2010* (pp. 165-171). Springer, London.
- Lubart, T. I. (2001). Models of the creative process: Past, present and future. *Creativity Research Journal*, 13(3-4), 295-308.
- Maher, M. L., Cicognani, A., Simoff, S. (1996). An experimental study of computer mediated collaborative design. In *Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, 1996*. Proceedings of the 5th Workshop on (pp. 268-273). IEEE.
- Maher, M. L., Poon, J., Boulanger, S. (1996). Formalizing design exploration as co-evolution. In *Advances in formal design methods for CAD* (pp. 3-30). Springer US.
- Manzini, Ezio (1993). *A Matéria da Invenção*. Centro Português de Design: Lisboa.
- Matté, V. A., Gontijo, L. A., de Sousa, R. P. L. (2008). O conhecimento especializado em design: considerações a respeito do processo de ensino e aprendizagem. *Estudos em Design*, 16(2).
- Maturana HR and Varela F.J. (1987). *The Tree of Knowledge: The Biological Roots of Human Understanding*. Shambhala Publications Inc. Boston.
- Miller, E. K., Freedman, D. J., Wallis, J. D. (2002). The prefrontal cortex: categories, concepts and cognition. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 357(1424), 1123-1136.
- Milne, V. et al. (2017). The Hybrid Analog and Digital Representation as a Process of Expanding Design Reflection. Model Construction for Evaluation of the Descriptive Process. Paper apresentado na conferência Design Doctoral Conference'17, IADE- Universidade Europeia, Portugal.
- Newell, A., Simon, H. A. (1972). *Human Problem Solving* (Vol. 104, No. 9). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Oliveira, I. M. H. G. D. (2009). *Criatividade e mudança: promoção da capacidade, competência e atitude criativa*. Tese de doutoramento em Comunicação e Arte apresentada na Universidade de Aveiro. Disponível em: <https://ria.ua.pt/bitstream/10773/1265/1/2010000434.pdf>.
- Oman, S. K., Tumer, I. Y., Wood, K., Seepersad, C. (2013). A comparison of creativity and innovation metrics and sample validation through in-class design projects. *Research in Engineering Design*, 24(1), 65-92.
- Oxman, R. (2002). The thinking eye: visual re-cognition in design emergence. *Design Studies*, 23(2), 135-164.
- Pahl G, Beitz W, (1984). *Engineering design: a systematic approach*. London: Springer
- Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., Grote, K. H. (2007). *Engineering Design: A Systematic Approach*, Springer.
- Perttula, M., Liikkanen, L. A. (2005). Cue-based memory probing in idea generation. In *Sixth Roundtable Conference on Computational and Cognitive Models of Creativity*, Key Centre of Design Computing and Cognition, University of Sydney, Sydney (pp. 195-210).
- Plattner, H., Meinel, C., Weinberg, U. (2009). *Design thinking*. Landsberg am Lech: Mi-Fachverlag.

- Pugh, S., Clausing, D. (1996). *Creating innovative products using total design: the living legacy of Stuart Pugh*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.
- Radcliffe, D. F., Lee, T. Y. (1989). Design methods used by undergraduate engineering students. *Design Studies*, 10(4), 199-207.
- Rohrbach, B. (1969). Creative by rules—method 635, a new technique for solving problems. *Absatzwirtschaft*, 12, 73-75.
- Roozenburg, N. F., Eekels, J. (1995). *Product design: fundamentals and methods* (Vol. 2). John Wiley e Sons Inc.
- Runco, M. A., Pritzker, S. R. (Eds.). (1999). *Encyclopedia of creativity* (Vol. 2). Elsevier.
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: how professionals think in action* (p.1983). New York: Basic Books.
- Schön, D. A. (1987). *Educating the reflective practitioner: Toward a new design for teaching and learning in the professions*. Jossey-Bass.
- Schon, D. A., Wiggins, G. (1992). Kinds of seeing and their functions in designing. *Design studies*, 13(2), 135-156.
- Secca Ruivo, I. (2014). *Investigação em Design: interatividade entre metodologias profissionais e científicas*. Disponível em: <http://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/13800>
- Shah, J. J., Vargas-Hernandez, N. O. E., Summers, J. D., Kulkarni, S. (2001). Collaborative Sketching (C-Sketch) - An idea generation technique for engineering design. *The Journal of Creative Behavior*, 35(3), 168-198.
- Simon, H. A. (1969). *The sciences of the artificial*. Cambridge, MA.
- Simon, H. A. (1973). The structure of ill structured problems. *Artificial intelligence*, 4(3-4), 181-201.
- Smith, R. P., Eppinger, S. D. (1997). Identifying controlling features of engineering design iteration. *Management science*, 43(3), 276-293.
- Smith, S. M., Linsey, J. S., Kerne, A. (2011). Using evolved analogies to overcome creative design fixation. In *Design creativity 2010* (pp. 35-39). Springer, London. Research and Development.
- Snodgrass, A., e Coyne, R. (1996). Is designing hermeneutical? *Architectural Theory Review*, 2(1), 65-97.
- Soufi, B., Edmonds, E. (1996). The cognitive basis of emergence: implications for design support. *Design Studies*, 17(4), 451-463.
- Sternberg RJ, Lubart T, (1999). The concept of creativity: prospects and paradigms. *Handbook of creativity*, (Ed., RJ Sternberg), Cambridge University Press.
- Takeda, H., Veerkamp, P., Yoshikawa, H. (1990). Modelling design process. *AI magazine*, 11(4), 37.
- Taura, T., Nagai, Y. (2011). Discussion on direction of design creativity research (Part 1)-New definition of design and creativity: Beyond the problem-solving paradigm. In *Design creativity 2010* (pp. 3-8). Springer, London.
- Taura, T., Nagai, Y. (Eds.). (2010). *Design creativity 2010*. Springer Science e Business Media.
- Tschimmel, K. (2010). *Sapiens e Demens no Pensamento Criativo do Design*. Tese de Doutoramento em Design, Universidade de Aveiro, 2010, Departamento de Comunicação e Arte. Disponível em:< [http://ria. ua.pt/bitstream/10773/1270/1/2010000838](http://ria.ua.pt/bitstream/10773/1270/1/2010000838). Pdf.
- Tschimmel, K. (2011). Design as a perception-in-action process. In *Design Creativity 2010* (pp. 223-230). Springer, London.
- Tschochner, H. (1954). *Konstruieren und gestalten*. Essen: Girardet.
- Ullman, D. G. (2006). *Making robust decisions: decision management for technical, business, and service teams*. Trafford on Demand Pub.
- Ullman, D. G. (2010). *The mechanical design process: Part 1*. McGraw-Hill.
- Ullman, D. G., Dietterich, T. G. (1988). Progress in understanding the process of mechanical design. In 1988 NSF Grantee Workshop on Design Theory and Methodology (pp. 1-11).
- Van der Lugt, R. (2001). *Sketching in design idea generation meetings*. PhD Dissertation, 2001, Faculty of Industrial Design: Delft University of Technology.

- Van Der Lugt, R. (2002). Brainsketching and how it differs from brainstorming. *Creativity and innovation management*, 11(1), 43-54.
- VanGundy, A. B. (1988). *Techniques of structured problem solving*. Springer.
- Vermaas, P. E., Dorst, K. (2007). On the conceptual framework of John Gero's FBS-model and the prescriptive aims of design methodology. *Design studies*, 28(2), 133-157.
- Von Stamm, B. (2003). *What are innovation, creativity and design*. *Management of Innovation, Design and Creativity*. John Wiley e Sons, Chichester, 1-18.
- Von Stamm, B. (2008). *Managing innovation, design and creativity*. John Wiley e Sons.
- Williams, A., Ostwald, M., e Haugen, A. H. (2010). Assessing creativity in the context of architectural design education. *DRS 2010 proceedings*, Montreal, Canada.
- Yeoh, K. C. (2002). *A study on the influences of computer usage on idea formation in graphic design students* (Doctoral dissertation, Texas Tech University). Available in: <https://ttu-ir.tdl.org/ttu-ir/handle/2346/18064>.
- Yilmaz, S. (2010). *Design Heuristics*. A dissertation for degree of Doctor of Philosophy (Design Science) in The University of Michigan. Available in: <https://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/77845>.
- Zimmerman, E. (2003). Play as research: The iterative design process. *Design research: Methods and perspectives*, 2003, 176-184.

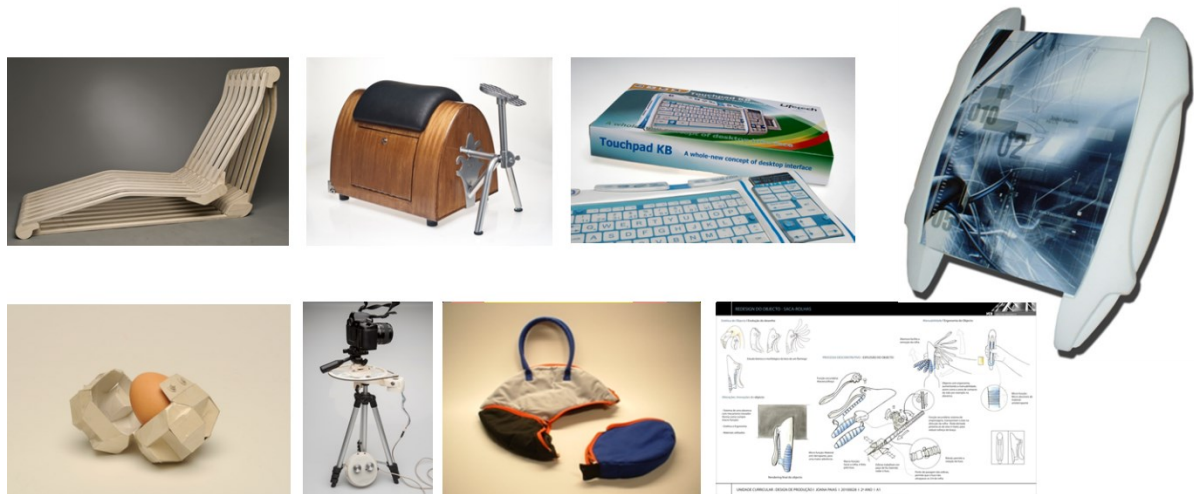


FIG. 55 - EXEMPLO DE TRABALHOS CRIATIVOS, EXECUTADOS PELOS ALUNOS DO IADE SOB A ORIENTAÇÃO DOS PROFESSORES VASCO MILNE, DIAMANTINO ABREU E COLABORAÇÃO DO TÉCNICO MIGUEL NEVES.



FIG. 56 - PROJETO DE UMA CANOA “GET OUT” DE VASCO MILNE E PEDRO DIAS, ANO 2005. DO PROCESSO CRIATIVO À PRODUÇÃO DOS PROTÓTIPOS PARA TESTES.

Capítulo II

2. O Ato Criativo no Processo de Design. Visão Geral

“Designing is one of the values adding activities in a society. It has the potential to improve the economic condition as well as the human condition and make lives better” (Gero, 2010, p.22).²³³

²³³ Tradução livre do autor: “O design é uma das atividades de valor relevante na sociedade. Tem o potencial de melhorar a condição económica e a condição humana e melhorar a vida” (Gero, 2010, p.22).

A criatividade é um processo construtivo contínuo, que depende de um conjunto de fatores relacionados que formam um sistema complexo, onde conhecimentos, valores, emoções, aptidões e a própria “forma de estar na vida” se complementam. Uma visão atual e global sobre a função dos designers marcada pela característica de serem “profissionais criativos”, pode ser verificada em Williams, Ostwald, Haugen (2010, p.4), ao abordarem que “*A critical dimension of a designer’s work is the search for novel or original solutions to problems; it is about imagining and synthesising new possibilities*”.²³⁴ Segundo os autores e focando as investigações de Amabile (1996), Elton (2006) Mayer (1999), Paulus e Nijstad (2003) e Sternberg e Lubart (1999), a criatividade no Design:

(...) relates to the development of ideas or work that has the quality of being both useful and original.” (Ibid. p.4)²³⁵, e citando Casakin “*Creativity enables the talented designer to transcend conventional knowledge domain[s] so, as to investigate new ideas and concepts which may lead to innovative solutions.* (Ibid. p.5)²³⁶

A investigação de Kröper et al. em Taura e Nagai (2011) apresentou uma definição de criatividade baseada no conceito de Sternberg e Lubart (1999), que consubstancia os aspetos da novidade e da utilidade ou praticidade, num conceito descrito como “*Creativity can be defined as the ability to produce work that is both novel (i.e., original, unexpected) and appropriate (i.e., useful, adaptive concerning task constraints)*” (p.99)²³⁷.

Sob outro ponto de vista, Casakin e Kreitler (2006), focando, as noções de Csikszentmihalyi e Franken, definiram “*Creativity is also defined as the ability to communicate extraordinary thoughts, to affect perception of reality in a critical way, to contribute to original inventions or discoveries (Csikszentmihalyi, 1997), and to generate novel ideas for solving complex problems (Franken 2001)*” (p.2)²³⁸. Amabile et al. (1996), tomando como referência os trabalhos de Stein e

²³⁴ Tradução livre do autor: “Uma dimensão crítica do trabalho do designer é a procura de novas ou originais soluções para os problemas, tratando-se da imaginação e sintetização de novas possibilidades” (Askland, Ostwald, Williams, 2010, p.4).

²³⁵ Tradução livre do autor “(...) diz respeito ao desenvolvimento de ideias ou de trabalho que tem a qualidade de ser útil e original ” (Askland, Ostwald, Williams, 2010, p.4).

²³⁶ Tradução livre do autor “A criatividade permite ao designer transcender o domínio do conhecimento convencional, de modo a investigar novas ideias e conceitos que podem levar a soluções inovadoras” (Casakin, 2007, p.21).

²³⁷ Tradução livre do autor: “A criatividade pode ser definida como a habilidade de produção de trabalho que é tanto novidade (i.e., original, inesperado) como apropriado (i.e. útil, adaptado às restrições da tarefa” (Sternberg e Lubart,1999, apud. Kröper et al., 2011 em Taura e Nagai, 2011, p.99).

²³⁸ Tradução livre do autor: “A criatividade também é definida como a capacidade de comunicar pensamentos extraordinários, afetar a percepção da realidade de maneira crítica, contribuir com invenções ou descobertas

Woodman (1974) e Sanyer e Griffin (1993), distinguiram a criatividade como um processo responsável pela “(...) production of novel and useful ideas in any domain. We define innovation as the successful implementation of creative ideas within an organization.” (Amabile et al. ,1996, p. 1154)²³⁹. A complementar esta visão, o artigo de Ferreira (2009), dedicado à comemoração do ano de 2009 como ano europeu da criatividade e inovação, mencionou que:

A criatividade, vista como processo de criação de novas ideias visando a resolução de problemas ou a satisfação de necessidades, é uma condição necessária, mas não suficiente para que se verifique inovação. De facto, para a inovação acontecer é necessário que essas novas ideias se tornem úteis para alguém ou alguma coisa e, com esse reconhecimento se difundam. (p.36)

Estas perspetivas são também partilhadas em vários trabalhos de investigação sobre a inovação e a criatividade no Design, considerando de uma forma mais abrangente os conceitos sistémicos e emergentes, dos quais podemos destacar as investigações Kröper et al. (2010), Tschimmel (2010), Hollanders e Cruysen (2009), Taura e Nagai (2017), entre outros.

Heerwagen (2002) fez uma abordagem à criatividade verificada pelas visões da Psicologia e da Sociologia, referindo que, na perspetiva da psicologia, o foco da investigação analisa os casos de quantificação das diferenças de personalidade, as habilidades e processo cognitivo utilizado para a solução de problemas, enquanto a sociologia fomenta o interesse pelas influências social do “campo e domínio”²⁴⁰, no processo de exploração do problema, tendo em conta que o aspeto social²⁴¹ e cultural encerra a personalidade e as experiências do indivíduo. De acordo com a autora, a criatividade vista como a novidade e utilidade na perspetiva da psicologia, debate-se apenas com a análise do indivíduo e o resultado do processo criativo, enquanto que, para a

originais (Csikszentmihalyi 1997) e gerar novas ideias para resolver problemas complexos (Franken 2001)” (Casakin e Kreitler, 2006, p. 2).

²³⁹ Tradução livre do autor: “(...) como a produção das novas e úteis ideias em qualquer domínio. Definimos a inovação como a implementação de sucesso das ideias criativas dentro de uma organização” (Amabile et al. ,1996, p. 1154).

²⁴⁰ Ver o conceito definido em “Csikszentmihalyi Theory”. O campo significa o meio social onde está ancorado o domínio que simboliza uma estrutura cultural determinada por princípios, crenças e valores específicos. No artigo “Where Creativity Comes From” Sean Hanna (2005, p.49), expressou o modelo sistémico da criatividade de Csikszentmihalyi (1988) e referiu o campo e o domínio como “the group of individuals that act as arbiters of creative output) and the domain (the collection of embodied work and symbolic representations deemed relevant by the field)”.

²⁴¹ Teresa Amabile é um nome referência no estudo da “Interacção Social no Processo Criativo” (Tschimmel, 2010, p. 157).

sociologia, está voltada para a envolvente estrutural/social, cultural /simbólica, onde o indivíduo se insere e processa o ato de criação, submetendo o resultado à apreciação dos seus pares²⁴².

A perspectiva sistémica verificada por Csikszentmihalyi (1988, 1997) integra na sua perceção de processo criativo duas áreas específicas, o contexto social e o contexto psicológico. A análise da criatividade é, para o autor, fundamentada em três princípios que consistem na verificação do resultado do produto da ação criativa, o processo como forma de intervenção e ação, e as estruturas cognitivas do indivíduo que sedimentam os conhecimentos necessários para relacionar os elementos que constituem o processo. Para o psicólogo Mihaly Csikszentmihalyi, a criatividade deve ser compreendida pela “(...) interação de três elementos que em conjunto formam um sistema: uma cultura que engloba regras simbólicas; o indivíduo que traz algo de novo para um domínio simbólico; e um painel de peritos que reconhecem e aprovam essa inovação. O resultado é uma mudança num domínio simbólico da cultura” (Tschimmel, 2010, p.159). Referindo que a criatividade não é um ato involuntário e resultante na maior parte das vezes da serendipidade²⁴³, nem um ato isolado, Csikszentmihalyi descreveu “(...) the creative act is not an occurrence within the mind of an isolated individual, but an interaction with the domain and field, both of which are spaces outside the individual’s private perception, and both of which may be shared by other individuals.” (Hanna, 2005, p.49).²⁴⁴

Os diferentes campos de análise da criatividade no design retratados na literatura são distinguidos por Williams, Ostwald, Haugen (2010), por cinco áreas: a metodologia do design, o design de produto, o processo de design, os designers e o conhecimento baseado pela influência das tecnologias. Estas designações²⁴⁵ foram reformuladas tendo por base o trabalho de Rhodes (1961), que classificou os estudos sobre a criatividade no Design em quatro áreas principais confinadas ao processo, pessoa, produto e pressão. Na análise do processo criativo em Design,

²⁴² Csikszentmihalyi (1999, p. 314), mencionou que a criatividade é o resultado dos sistemas sociais que julgam e atribuem um valor aos produtos individuais.

²⁴³ Serendipidade é o achado com que não se contava e que é proveniente do acaso, de um acontecimento do acaso. A descoberta de um fenómeno ou de uma nova situação pode surgir de um acidente ou da reação contrária e inesperada, quando se procura a resposta através da experimentação. O princípio de Arquimedes da flutuabilidade e da impulsão e a descoberta da fibra de vidro foram exemplos de achados ocasionais. A história da descoberta do telefone por Alexander Bell, também foi casual tendo sido um acidente enquanto se operava uma máquina de telegrafia. O aparelho micro-ondas foi descoberto durante a realização de um radar com um magnetron (Celdran e Telo, 2000).

²⁴⁴ Tradução livre do autor: “(...) o ato criativo não é uma ocorrência dentro da mente de um indivíduo isolado, mas uma interação com o domínio e o campo e ambos os quais são espaços exteriores à perceção privada do indivíduo, e podem ser partilhados por outros indivíduos” (Hanna, 2005, p.49).

²⁴⁵ Ver Askland, Ostwald e Williams (2010, p.5) e Tschimmel (2010, p.79).

os autores diferenciaram ainda os vários estudos, pela abordagem que os investigadores utilizaram para investigar o processo de design. Da prospeção geral, dividiram os estudos que analisam o processo através do modelo linear ou descritivo²⁴⁶, focando-se no processo de estruturação dos conceitos produzidos na fase inicial do projeto e na natureza da reflexão em torno do processo de pensar o problema “problem solving”, e os estudos que se centram na forma de resolução dos problemas, designado como modelo de sistema integrado, que se foca no contexto geral do “problem solving”, definido por Simon (1969), e a teoria da “co-evolution, problem space and solution space”, de Dorst e Cross (2001).

Focado no resultado de um processo que é linear e ao mesmo tempo descritivo, Gero e Maher (1993) estabeleceram como os processos dão origem ao “routine design” e ao “non-routine design”, sendo que este último conceito é subdividido em “innovative design” e “creative design”.²⁴⁷

Maher, Merrick e Macindoe (2005, p. 123) mencionaram que Schmidhuber (1997) “(...) defined something to be interesting if it is ‘similar-yet-different’ to previously experienced situations”²⁴⁸. Esta referência deixa claro que o produto de design tem de ser diferente; contudo, para nós, é o grau de diferenciação e de dissemelhança que torna o produto de design mais criativo ou menos criativo.

²⁴⁶ Cross (2008, pp.29-42) divide os modelos de processo de design em três tipos: O Modelo descritivo que é o modelo que no início do processo de design compreende a fase de análise, avaliação, refinamento e desenvolvimento. O processo é de descoberta e utiliza a experiência acumulada e o cumprimento de regras. O modelo prescritivo, tem a função de encorajar o designer a melhorar a forma de trabalhar através das metodologias, e segundo Nigel Cross utiliza um procedimento mais analítico na geração de soluções por se pretender assegurar um entendimento do problema com maior pormenor. A estrutura dos modelos prescritivos aprofunda a análise identificando-se todos os requerimentos e especificações sobre o problema e cumpre-se a síntese onde a procura de soluções se faz por uma proposição de hipóteses e avaliação das ideias que cumprem melhor os requisitos. O modelo integrado define-se pela análise do problema e da solução sob uma coevolução em paralelo. Neste modelo existe a constante transferência de avanços e recuos entre o “problem space” e “solution space” (problema-solução, subproblema e subsolução).

²⁴⁷ O routine design corresponde à geração de algo que pouco ou nada se diferencia do domínio existente. O produto do routine design não apresenta grande valor porque são atribuídas características conhecidas noutros sistemas. Non-routine design, contrariamente apresenta a qualidades e características não exploradas, destacando-se tanto ao nível dos diacrónico e sincrónico. O “innovative design” é visto como o resultado do processo que proporciona a formulação de soluções diferenciadas em relação às características de um elemento referência existente num determinado domínio. A inovação produzida tem por inspiração os valores e as variáveis existentes num determinado domínio. O creative design introduz um valor original, que sai da esfera dos elementos conhecidos no domínio. As novas variáveis resultam em soluções não espectáveis e que surtem o efeito surpresa.

²⁴⁸ Tradução livre do autor; “(...) Definiu algo como interessante se é 'semelhante, mas diferente' a situações previamente vivenciadas” (Maher, Merrick e Macindoe, 2005, p. 123).

A conceptualização, analisada sob a forma do resultado do produto, enumera essencialmente as características que estão associadas à novidade e utilidade e ao valor atribuído à diferenciação do novo produto, numa relação de comparação com outros produtos do mesmo domínio e campo. Referindo de novo o modelo de Csikszentmihalyi (1996 apud. Tschimmel, 2010, p.172), a criatividade é entendida como “(...) toda a ação, ideia ou coisa que modifica um domínio existente ou transforma um domínio existente num novo domínio”. Ainda focando Tschimmel (idib. p. 172), a nova geração sobre o que outrora foi novidade, proporciona a diferenciação no domínio quando “(...) a originalidade só pode emergir quando há um desvio ou uma quebra das regras e da tradição” (Ibid. p. 159).

Tschimmel (2009), salientando a teoria de Csikszentmihalyi sobre os indivíduos criativos, descreve que “(...) só é, pois, criativo quando a partir dos símbolos de um domínio estabelecido desenvolve uma nova ideia ou um novo produto e quando essa nova prestação é reconhecida pelo painel correspondente e integrada no domínio” (Ibid. p.159). O reconhecimento dos valores de um processo que resultam dos produtos criativos, que McLaughlin²⁴⁹ definiu como “Emergent Value”²⁵⁰, permite, aos designers e aos avaliadores do produto do Design, uma integrada fundamentação de análise do potencial de diferenciação desse produto no meio social, baseada em critérios de avaliação e apreciação que, não sendo absolutos, são reconhecidos globalmente. No âmbito da análise da pressão exercida na cognição e os resultados criativos, Gabriela Goldschmidt, investigando a criatividade sob uma abordagem ligada às estruturas empresariais, concluiu, “ (...) the pressure from the marketplace to come up with tools and methods to augment creativity in design as a vehicle for economic success” (Goldschmidt, 2010, p.30).²⁵¹

A pressão ou os “constrangimentos do processo”, existindo no foro interno e externo ao agente criador, influem diretamente no decorrer do processo criativo e são elementos do sistema que geram a condição dos estados psíquicos e emocionais do indivíduo, alteram a motivação (Kröper et al., 2010), o interesse, as aspirações e os princípios de valor. São vários os elementos pressionadores que geram instabilidade, insegurança e incerteza que resultam na “fixação”²⁵² e

²⁴⁹ McLaughlin (1993) em Askland, Ostwald e Williams (2010, p.7).

²⁵⁰ O conceito de “Emergent Value” respeita um valor reconhecido do produto, tendo por base os conhecimentos existentes relativos a outros produtos do mesmo domínio. É uma comparação relativa como mencionam Askland et al. (2010, p.7) em que os critérios e elementos de avaliação podem “(...) varies across individuals, societies and time”. Tradução livre do autor: (...) *variar entre indivíduos, sociedades e o tempo*”.

²⁵¹ Tradução livre do autor: “As pressões dos mercados geram a procura de ferramentas e métodos indispensáveis ao aumento da criatividade como veículo económico de sucesso” (Goldschmidt, 2010, p.30).

²⁵² A fixação corresponde à limitação da evolução de um processo, por bloqueamento de lhe conferir uma continuidade. No design a fixação remete para o bloqueamento da produção de proposições, significados

na incapacidade de obter o “creative leap”²⁵³, responsável pelo avanço do processo de descoberta e da “Autopoiésis”²⁵⁴. Para Heath, T. (1993)²⁵⁵, os elementos constrangedores, vistos numa perspectiva interna, são também uma derivação do conhecimento do designer²⁵⁶, da sua formação e das suas experiências pessoais e da sua personalidade. Amabile, T. (1988) e Amabile et al. (1996) verificaram (sob uma perspectiva sistémica) a criatividade como um resultado psicológico da influência dos ambientes envolventes²⁵⁷, essencialmente o papel da interação social na interferência ou mudança dos nossos estados de espírito. Para Teresa Amabile, as pessoas são mais criativas quando apresentam o interesse num determinado assunto, área, algo que lhes dá prazer, satisfação, e provoca a curiosidade e o espírito de competição perante o desafio. Analisando a criatividade como ação social dentro das organizações de trabalho e a motivação, Teresa Amabile defende que os mecanismos criativos dizendo:

(...) derive from the intrinsic motivation principle of creativity: people will be most creative when they are primarily intrinsically motivated, by the interest, enjoyment, satisfaction, and challenge of work itself: this intrinsic motivation can be undetermined by extrinsic motivators that lead people to feel externally controlled in their work. Amabile (1996, p. 1158).²⁵⁸

traduzidos sob a forma de conceitos. A fixação segundo Tversky e Chou (2011) realiza-se quando as ideias produzidas chocam com a formulação de novas ideias). Smith, Linsey e Kerne (2011) referindo a fixação cognitiva, dizem que é uma solução bloqueada ou um impedimento de uma actividade mental.

²⁵³ Ver a designação em Tschimmel, K. (2010, pp. 272,292).

²⁵⁴ Para Maturana, H. e Varela, F., sob uma perspectiva da teoria de organização dos seres vivos, teoria da Biologia e Sistémica, e da teoria da percepção e do conhecimento, a teoria Cognitiva, o indivíduo é um sistema autopoiético, autocriativo com capacidade de produção de comportamentos independentes e únicos, dentro de uma rede de outros elementos de produção de componentes, num sistema fechado que cria os seus próprios estados de autoconstrução. (Maturana e Varela,1987, em Tschimmel, K. 2010, pp. 166-169).

²⁵⁵ Heath, T. (1993) em Askland, H., Ostwald M. e Williams A. (2010, p.8).

²⁵⁶ Lindemann, U. (2010), em Taura T. e Nagai Y. (2010, p. 28.), abordou a questão do impacto dos elementos influenciadores dizendo, “The ability to be creative is highly related to individuals and there are a lot of influences that might hinder or foster creative processes”. Tradução livre do autor: “A capacidade de ser criativo é altamente relacionada com os indivíduos e existem muitas influências que podem impedir ou fomentar os processos criativos”.

²⁵⁷ De acordo com Dineen e Collins (2005, apud. Williams, Gu, Askland, 2011, p. 188), a criatividade só pode prosperar num “(...) environment where the individual feels psychologically and physically comfortable, in an atmosphere of trust, security and openness. In particular, creativity is encouraged in a climate where, within an ordered but non-hierarchical structure, speculation and fantasy are encouraged and ambiguity and uncertainty are tolerated”. Tradução livre do autor: “(...) num ambiente onde o indivíduo se sente psicologicamente e fisicamente confortável numa atmosfera de confiança, segurança e abertura. Em particular, a criatividade é estimulada num clima onde, dentro de uma ordenação, mas não numa estrutura hierárquica, a especulação e fantasia são incentivadas e a ambiguidade e incerteza são toleradas”.

²⁵⁸ Tradução livre do autor: “(...) derivam do princípio da motivação intrínseca de criatividade: as pessoas serão mais criativas quando estão intrinsecamente motivadas principalmente pelo interesse, prazer, satisfação, e o desafio do trabalho em si: esta motivação intrínseca pode ser determinada por fatores motivadores extrínsecos que

Tomando ainda como referência as variáveis da criatividade no Design, verificadas por Mel Rhodes (1961), concluímos que a criatividade no design surge da capacidade do indivíduo em explorar os conhecimentos pertinentes nas suas capacidades pessoais / personalidade, assegurando a perceção do sistema inerente e os elementos que confluem no processo, para organizar, sintetizar, “hipotetizar” e explorar propostas inovadoras com múltiplos significados para a solução do desafio. A definição de criatividade de Williams, Ostwald, Haugen (2010) sedimenta a ideia de que o ato criativo não é uma aptidão “divina”, mas uma construção e uma consciência. Para os autores:

Creativity is, however, not simply a rational or a relative problem-solving process; nor is it the outcome of a process or a characteristic of a product. Instead it is increasingly perceived as a multidimensional concept that can only be understood by acknowledging process and product, as well as the social and individual aspects that guide them. (p.9)²⁵⁹

Segundo Cannan (2003), a criatividade é uma necessidade e uma ação inata ou instintiva humana: “Creativity is an instinctive urge; a powerful drive that fights logic; an activity that gives creators an unusual euphoria and generates an unmatched sense of satisfaction. Creativity is the core of new ideas” (p.236).²⁶⁰

De facto, todas as pessoas são dotadas de uma capacidade criativa que pode ser desenvolvida em qualquer tipo de tarefa a que a pessoa se proponha. A forma como se abordam os problemas, interpretando-os como desafios, e o modo como estes se transformam em oportunidades, para gerar o novo e o interessante para o sistema em que vivemos, caracterizam a capacidade criativa.

Mas esta visão não foi compreendida deste modo até o séc. XX, perante a imagem que a criatividade era uma característica rara e só de alguns, os eleitos, os génios (Tschimmel, 2010, pp.76,77). Este primeiro paradigma centrado no indivíduo manteve-se até o final da primeira metade do séc. XX, quando Guilford (1950) defendeu a criatividade como uma capacidade mental

levam as pessoas a sentir um controlo externo no seu trabalho”. Amabile (1996, pp. 1158). *Assessing the Work Environment for Creativity*. *The Academy of Management Journal*, vol. 39, nº. 5 (oct., 1996).

²⁵⁹ Tradução livre do autor: “Criatividade é, contudo, não simplesmente um racional ou relativo processo de solução de problemas; nem é o resultado do processo ou a característica do produto. Em vez disso é cada vez mais percebido como um conceito multidimensional que pode ser compreendido pelo reconhecimento do processo e do produto, como também pelos aspetos sociais e individuais que os guiam” (Askan, Ostwald e Williams, 2010, p.9).

²⁶⁰ Tradução livre do autor: “Criatividade é um impulso instintivo; um poderoso movimento que combate a lógica; uma atividade que dá aos criadores uma euforia incomum e gera um senso incomparável de satisfação. Criatividade é o núcleo de novas ideias” (Cannan, 2003, p.236).

de todos, que pode ser desenvolvida. A designação de génio passa a pensador e o criador é visto como um sistema de processamento de informações onde a criatividade é vista como um produto do raciocínio e da inteligência (ver anexo 1).

A partir dos anos 90, surge o paradigma do criativo como ser holístico, em que o criador atua dentro de um sistema e interage com ele conscientemente. Deste modo a criatividade é vista como um processo irracional e também racional, onde convergem conhecimentos, emoções, intrigas, descobertas e ações. Conclui-se que, enquanto processo dentro de um sistema, a criatividade pode ser trabalhada e desenvolvida com a preocupação de se atingir um resultado que supere os resultados conhecidos. Segundo Cannan (2003), “The goal of creativity is not to find the right answer, but to explore the range of possibilities (...) creative outcomes require exploring the range of possible answers to a problem, not finding the right one” (p.239)²⁶¹.

Muitas vezes, liga-se a criatividade a um grande talento, à impulsividade e ao não conformismo, mas a criatividade é, fundamentalmente no design, uma ação estruturada e planeada como definiu Yeoh (2006) para quem a criatividade é um processo planeado que envolve discussões e interações de várias formas visuais, concebidas por um processo de *problem-solving*. Para o autor, o processo da procura constante e a capacidade de dissecar os problemas até encontrar as soluções, fazem da criatividade uma ação de autodescoberta, referindo:

The basic problem-solving methodology involves speculative formulation of reasoning, techniques, tools, and adequate information to resolve issues and select the ultimate solution that leads to an explicit goal. (...) The process of achieving an effective solution requires an understanding of the problem and evaluation of the technical accuracy of process and materials. (p.4)²⁶²

A criatividade analisada pelas características das pessoas criativas foi verificada por Canaan (2003), Sternberg (1988) e Nigel Cross (2006). A convergência das qualidades entre as pessoas criativas resume-se a três indicadores comuns que foram descritas por Canaan (2003) como: “1. The ability to make new associations from unrelated elements, 2. Willingness to pursue an idea they know

²⁶¹ Tradução livre do autor: “O objetivo da criatividade não é encontrar a resposta certa, mas explorar a variedade de possibilidades (...) os resultados criativos exploraram o leque de respostas possíveis para um problema, e não o encontrar um caminho certo” (Cannan, 2003, p.239).

²⁶² Tradução livre do autor: “A metodologia básica de solução de problemas envolve a formulação especulativa de raciocínio, técnicas, ferramentas e informações adequadas para resolver problemas e selecionar a solução final que leva a um objetivo explícito. (...) O processo de obtenção de uma solução eficaz requer compreensão do problema e avaliação da precisão técnica do processo e dos materiais” (Yeoh, 2006, p.4).

they will ultimately reject, and 3. Tolerance for ambiguity over time” (p.236)²⁶³. A primeira assunção defende que as pessoas não criam nada totalmente novo, mas reorganizam os elementos gerando a diferenciação.

No geral, os indivíduos criativos são demarcados pela sua personalidade, pelo grande domínio de conhecimento relevante, pelas suas capacidades, aptidões e experiências bem desenvolvidas e pelo interesse não só pelo que o rodeia, mas pelo trabalho motivador (Simonton, 2000, Amabile, 1988). A diversificação e o domínio de conhecimentos, a flexibilidade para fazer mudanças de direção, a não conformidade e o estado afetivo marcado pela energia positiva e espontaneidade, são também apontadas como características que determinam os indivíduos criativos. Para David Canaan, os indivíduos que são bem-sucedidos a realizar as novas associações de elementos não relacionados, têm uma capacidade de aceder às memórias subconscientes que não é uma prática comum a todas as pessoas sem que seja exercitada.

A abstração é um dos fatores que permite explorar o subconsciente e a informação que não é utilizada nas ações rotineiras e momentâneas. Na segunda assunção, a complacência para seguir as ideias que não parecem ser viáveis funciona como um motor de procura de ideias e soluções e que, mesmo não sustentando as boas respostas, podem despertar outras não associadas que podem gerar a iluminação. No processo criativo em design, as diferentes ideias exploradas são reflexões que não pretendem encontrar a resposta correta, mas sim um conjunto de possibilidades que possam resultar em ideias inovadoras. Quanto maior o número de diferentes possibilidades de evolução de poucas hipóteses, maior a probabilidade de se encontrarem soluções inovadoras. A terceira assunção, a tolerância para a ambiguidade, é uma capacidade que se adquire com a experiência e com o domínio das metodologias que incentivam a criação.

O espaço do subconsciente é ambíguo e necessário para processar interiorizações e especulações sobre algo, num modo de reflexão descontraída e isenta de quaisquer racionalismos. O saber construir uma ou várias ideias sobre essas imagens mentais ambíguas ou abstratas, demonstra um raciocínio inventivo e a capacidade de trabalhar com o pensamento intrínseco logo após a fase de incubação²⁶⁴.

²⁶³ Tradução livre do autor: “1. A capacidade de fazer novas associações a partir de elementos não relacionados, 2. Disposição para perseguir uma ideia de que sabem que acabarão por rejeitar, e 3. Tolerância à ambiguidade ao longo do tempo” (Canaan, 2003, p.236).

²⁶⁴ A incubação determina um momento em que o cérebro reorganiza um conjunto de informações com um propósito de estabelecer conexões e filtragem dos conhecimentos adquiridos, e as imagens que se formam no subconsciente. A incubação é uma fase que tal como abordaram Smith, Linsey e Kerne (2011), é inconsciente e ocorre quando os difíceis problemas são postos de lado. Neste estado de despreocupação, as visões inesperadas

As pessoas criativas conseguem abstrair-se do problema, deixando o subconsciente a conjugar as informações e a formar imagens. Esse tempo e esse espaço de maturação é entendido como imprescindível ao processo de ideação, e é por este motivo que os designers experientes recorrem, nas fases iniciais do processo, a ambientes ou tarefas que não tenham uma relação direta com o que estão a trabalhar. A dispersão do pensamento para outras referências desperta o subconsciente e leva à exteriorização de contextos ambíguos que, após refinamento, ganham uma expressão mais realista ou menos fantasiada, perante os nossos contextos de possível e impossível.

Cross (2006) apresentou três aspetos relacionados com as estratégias comuns dos designers experientes, mencionando que delineiam uma ampla abordagem sistémica na resolução dos problemas, não se resumindo apenas aos critérios do problema evidentes; o enquadramento do problema é feito de uma forma distinta e pessoal, e projetam com base na construção dos primeiros princípios ou orientações que estruturam o projeto. Sarkar e Chakrabarti (2011) referiu que Gladwell (2008), ao investigar as características das pessoas criativas bem-sucedidas, apontou a habilidade, o sentido de oportunidade e a resiliência ou elevado esforço.

Tschimmel (2003) enumerou três grandes características cognitivas que definem o designer criativo e que foram utilizadas como critérios de avaliação da criatividade de muitos estudos. A fluidez, flexibilidade e a originalidade ou novidade, distinguem as pessoas por graus de criatividade de forma quantitativa. A fluidez ou fluência do pensamento tem a ver com a quantidade de hipóteses produzidas numa relação de um determinado tempo, garantindo a qualidade das proposições apresentadas. Técnicas de exercitar o raciocínio fluente são conhecidas como o brainstorming, paperstorming, writestorming, mindmaps, etc.

A flexibilidade do pensamento é a capacidade que o agente criativo apresenta em relação à diferenciação das ideias produzidas na fluência. Esta característica permite a realização de alternativas projetuais, tanto no sentido do pensamento vertical como horizontal. A originalidade é analisada pela tipologia de diferenciação que destaca uma criação das outras existentes num determinado domínio. A invulgaridade, a fuga ao que é comum e a contrariedade aos cânones estabelecidos, respeitando os valores culturais, demarcam a irreverência necessária para fazer diferente. A quantificação da originalidade para Katja Tschimmel foca-se nos critérios descritos

emergem como achados ou descobertas resultantes das informações existentes nas memórias longa e curta. Na incubação o conhecimento profundo de um problema é definido por “insights” que analisam o funcionamento de um problema e a sua constituição com um elevado detalhe. Os insights são as introspeções sobre os dados recolhidos e os dados acumulados na memória e no subconsciente.

por Joy Paul Guilford, que defendeu que a originalidade depende do grau de raridade da solução, grau de distanciamento comparativamente a outras soluções existentes e a qualidade que uma ideia tem de se poder transformar, tornando-se mais inovadora.

A ideia da criatividade no design tem vindo a sofrer transformações e, muitas vezes, é vista como um resultado de um processo, o agente criador, os ambientes, o produto. Segundo Williams, Ostwald, Haugen (2010), a criatividade passa a ser analisada como um sistema e como o resultado de um contínuo processo de negociação e transformação dos problemas que se expandem em subproblemas e soluções que derivam em subsoluções. A experiência projetual permite aos designers o identificar o problema e os subproblemas associados, mas acima de tudo, criar novos problemas que se diferenciam dos problemas que outros designers já pensaram. A criatividade reside na descoberta e no desenvolvimento destes problemas incomuns, que definimos por “out of the box”, e intencionalmente conta com a disrupção dos valores estabelecidos, como mencionaram Williams, Gu e Askland (2011):

Something that is original, novel and challenging is not necessarily creative; in fact, originality can become an adverse quality if it is nothing but original. For a design to be creative it should not only challenge conventions, it also has to be appropriate and suitable it has to serve a purpose. Williams, Gu, Askland. (p. 187) ²⁶⁵

2.1. Ação Criativa como Processo Exploratório e Construtivo

“For a design to be creative it should not only challenge conventions, it also has to be appropriate and suitable—it has to serve a purpose” (Williams, Gu, Askland, 2011, p.187). ²⁶⁶

A compreensão da ação criativa com o processo de exploração e construção remonta ao paradigma da criatividade visto como uma capacidade mental, global, intrínseco, que deve ser

²⁶⁵ Tradução livre do autor: “Por vezes algo que é original, novo e desafiador, não é necessariamente criativo, aliás a originalidade pode tornar-se na qualidade adversa se não for nada original. Para um projeto ser criativo tem de ser não só desafiador das convenções como tem de ser apropriado e adequado e tem que servir um propósito” (Williams, Gu, Askland, 2011, p. 187).

²⁶⁶ Tradução livre do autor: “Para um design ser criativo, ele deve não apenas desafiar as convenções, mas também deve ser apropriado e adequado - tem que servir a um propósito” (Williams, Gu, Askland, 2011, p.187).

desenvolvido e aperfeiçoado com uma aprendizagem ou ação construtiva (Guilford e Hoepfner, 1971).

Edward Paul Torrance foi o primeiro investigador a analisar a criatividade numa perspetiva pedagógica e a compreender que os resultados criativos poderiam ser otimizados através de mecanismos didáticos e de fatores influentes como o meio social, a cultura, a predisposição. Sob uma visão construtivista, António Damásio (1997) referiu que o ato criativo é sempre um processo de aprendizagem (Tschimmel, 2009, p. 129). A partir dos anos 50, houve a necessidade de ver a criatividade como um fenómeno sistémico resultante de um conjunto de fatores que interagem entre si e que têm um grau de influência sobre o resultado (Amabile, 1983, 1996; Isaksen, Puccio e Treffinger, 1993).

No final do séc. XX, a criatividade é percebida, no ponto de vista do construtivismo radical, como uma associação entre o pensamento racional e o pensamento irracional que coexistem em momentos diferenciados no processo e que partilham uma sequência de dados transversais. Enquanto o processo irracional ou divergente elabora o universo fantasiado e amplo de ideias (a que chamamos imaginação), o processo racional ou convergente avalia-as e confere-lhes a razão e a viabilidade de concretização sob imposições necessárias ao processo.

Para Maturana e Varela (1987, p. 55), o indivíduo é um sistema autopoietico e autocriativo, que ininterruptamente cria, gerando assim a evolução humana. A capacidade de desconstrução do problema e reorganização do mesmo estabelece-se nas ações projetuais analítica de ver e analisar, e sintética na ação de filtrar e ordenar a informação pertinente. O contexto do paradigma da totalidade ou holístico, onde o design é um espaço de procura de possibilidades, constituído pela prática reflexiva (Schön, 1983), coevolução do espaço do problema e espaço da solução (Dorst e Cross, 2001), o processo sistémico (Jonas, 1994) e emergência, centram-se na perspetiva da criatividade enquanto processo e não nas características do indivíduo criativo. A ação criativa deixa de ser vista como uma habilidade e uma capacidade reservada apenas aos “escolhidos ou eleitos”, para ser interpretada como uma ação de aprendizagem de aculturação e da práxis. O designer, para ser visto “(...) como um gestor de informações, tem de encontrar uma estratégia para integrar todas as informações relevantes, de uma maneira inteligente e criativa, para chegar a uma solução inovadora e adequada à tarefa de design”, Tschimmel (2009, p.289).

A criatividade, como fenómeno derivado de um processo árduo e rigoroso como demonstraram Philippe Starck, Jonathan Ive, Karim Rashid, Dieter Rams, Marten Baas, Tom Dixon, Charles Eames, destaca-se pelos bons resultados, devido à entrega pessoal dos agentes criativos e o elevado nível de envolvimento com o problema e com a persistente afirmação de procura do detalhe e da

qualidade dos seus trabalhos. No processo exploratório e construtivo, os designers utilizam dois tipos de conhecimento, o conhecimento ontológico que corresponde ao conhecimento da realidade experimentada e que se interioriza ficando armazenado na memória longa por ter sido determinante num espaço temporal, condicional, emocional e casual, e o conhecimento empírico que resulta das deduções realizadas através do método preditivo sobre o efeito das consequências de uma determinada experiência. Este tipo de conhecimento é necessariamente processado na memória curta, porque é desenvolvido em tempo real enquanto se processa a tarefa, do qual resulta um saber operacional realizado nas experiências produzidas na ação. Enquanto processo exploratório, Tschimmel (2009) fundamentou que as características criativas dos designers podem ser trabalhadas de modo a equilibrar o sentido cognitivo analítico e sintético, referindo:

(...) cada designer, independentemente as suas características pessoais e do seu estilo de pensamento, pode ativar e estimular a sua capacidade de pensamento criativo. O designer que pensa sobretudo de forma analítica e racional pode, através de métodos de alteração da percepção e de heurísticas associativas, desenvolver as suas características Demens, enquanto o designer sobretudo emocional, intuitivo e imaginativo, pode recorrendo a heurísticas analíticas, associativas e analógicas, ativar as suas características Sapiens e aplicá-las no processo de pensamento criativo de forma orientada para uma finalidade. (p.425)

Nos finais dos anos 80, quando a criatividade deixa de ser vista como um domínio do sujeito e passa a ser entendida como um resultado de construção, a ação criativa é interpretada como o resultado sistémico de vários fatores como a personalidade, o domínio do conhecimento e de uma cultura, dos fatores pessoais organizacionais que influenciam, por sua vez, toda a estrutura processual criativa e pelos fatores relativos ao ambiente externo, como as imposições legais, situação social e económica, as condições de trabalho, os incentivos, os valores pronunciados num domínio, etc.

Von Stamm (2008), no artigo “What are innovation, Creativity and Design?”, referindo que a inovação é composta pela componente da criatividade e da implementação, sublinha que a aplicação prática das ideias é um processo construído em torno dos procedimentos e das estruturas projetuais num espaço coletivo, mas que, no nosso ponto de vista, é também verificado no espaço pessoal. Citando o professor John Hunt numa abordagem construtivista cognitiva, Stamm (2008) descreve “Creativity is not something where someone who has never worked in that field suddenly gets this marvelous idea. Creativity is relating a concept to a

particular body of knowledge is as vital as the novel idea and really creative people spend years and years acquiring and refining their knowledge base (...)" (p.2).²⁶⁷

A criatividade é uma ação disciplinada que envolve a absoluta abstração, mas também uma consciencialização de um processo de exploração, visão, previsão e inovação. No processo de exploração, o conhecimento adquirido e o conhecimento que se pretende obter unificam-se para reformular um novo conhecimento (*insights*) e um campo visual mais amplo, direcionado para a área de conhecimentos que se ligam à resolução do problema. A exploração é uma construção dinâmica em constante desenvolvimento, que é influenciada pelo estado de espírito, pelo acesso às informações, pela cultura, pela motivação, pela capacidade de investigação e pelo ambiente externo ao agente criativo. A visão ou a capacidade de verificar as oportunidades são características determinantes para se descobrirem novas possibilidades, onde possa existir a necessidade de intervenção criativa. A criatividade tem, por esta razão, uma importância presencial que se impõe na alteração dos factos existentes através de um "desacordo"²⁶⁸ com as expectativas geradas (valor crítico e a necessidade de mudança), sobre as ações humanas.

A visão é a nossa perceção, o reconhecimento do potencial de algo, a capacidade de compreender os fenómenos e transformá-los com sentido e reconhecimento pelos pares. A visão é o discernimento que abre o campo das possibilidades e oportunidades, com uma perspetiva futura de inovação e melhoramento dos valores atingidos num determinado domínio. Chamam-se visionários aqueles que percebem o passo seguinte, os que antevêm a evolução e a sequência futura. O designer, para criar algo de novo ou diferenciado, tem de ser explorador, visionário e interventivo. A previsão não acontece subitamente num momento de iluminação, mas de um processo de análise de acontecimentos, proposição e avaliação de ideias que demonstram um potencial conceito.

Ferreira (2008) definiu o espaço da inovação como uma "(...) introdução de uma novidade, algo de novo num determinado domínio. (...) ligada à mudança, ligada ao risco e à incerteza (...)" (p.6). Focando Carvalho Rodrigues (2005) e Ramos (2005), a investigadora mencionou que o propósito da inovação é a redução da ação, princípios que distinguem o melhoramento de alguma coisa e

²⁶⁷ Tradução livre do autor: "Criatividade não é algo que alguém que nunca tenha trabalhado naquele campo, de repente tenha essa ideia maravilhosa. Criatividade é relacionar um conceito a um corpo particular de conhecimento e é tão vital quanto a nova ideia. As pessoas realmente criativas passam anos e anos a adquirir e a refinar a sua base de conhecimento (...)" (Stamm, 2008, p.2).

²⁶⁸ A palavra "desacordo" é entendida neste contexto como uma insatisfação e a determinação pela recusa do que está estabelecido. Este é o princípio que leva alguém a gerar algo de novo, fora das convenções que determinam os valores do momento, e que o propósito é criar novos valores.

que perfazem a evolução. Todos os sistemas gerados pelo homem evoluíram no sentido de reduzir a ação humana em todos os seus sentidos, desde o esforço físico e motor, ao esforço mental do ato de pensar e gerar, através da inteligência artificial. A ação criativa como processo exploratório e construtivo, compreende a ação cognitiva na formulação de conceitos que visam a simplificação da ação humana.

Chulsip e Jin (2006) efetuaram um estudo sobre a análise do impacto da iteração mental dos elementos cognitivos, no desempenho dos designers quando na fase de formação do conceito, e utilizaram no seu modelo a avaliação tendo por base as atividades cognitivas chave, descritas por Benani (2002) e Finke et al. (2002), e que constaram da análise do problema, geração, composição e avaliação. Chulsip e Jin (ibid., p.15,16) descreveram estas atividades cognitivas resumidamente, indicando os aspetos potenciadores que passamos a apresentar com algumas reformulações.

A análise do problema significa o desenvolvimento da compreensão do estudo do problema e a exploração dos requisitos e dos constrangimentos do projeto. Com a análise dos problemas, os designers constroem os seus objetivos e os métodos em que o processo será estruturado, respondendo aos requisitos do problema. Quaisquer mudanças que existam ao nível da reflexão sobre o problema alteram a forma de ver os requisitos e os constrangimentos do problema, permitindo que se façam novas considerações que são responsáveis pelo avanço do projeto. Por este motivo, um projeto de design não é estático e preso à condição de uma resposta aos problemas como existem e como são percebidos na primeira abordagem que se faz em relação ao reconhecimento do problema. O dinamismo é consertado pela verificação de novos problemas à medida que o projeto se vai tornando mais consistente e a descoberta de novos requisitos e constrangimentos promove uma reformulação e um novo ciclo de ação cognitiva que se repete significando a iteração.

Os autores definiram ainda que as subactividades da análise do problema são a formulação de metas do projeto, o estabelecimento de critérios de ação, a procura dos requisitos, as restrições e a redefinição do problema. Acrescentamos a estas subactividades a sintetização do problema, e a percepção ou análise de outros problemas, para a compreensão e a proposição das novas soluções processadas por técnicas de comparação ou analogia, por mutação dos elementos e as características existentes, por combinação, juntando as melhores ideias ou decisões tomadas ou a completa negação das soluções existentes.

A geração, como o nome indica, é uma fase cognitiva onde se geram conceitos e se desenvolvem ideias ou conceitos que se pretendem inovadores. A geração é composta por uma recuperação

de informações (percepção) contidas na memória longa e pela aquisição de informações que se descobrem no momento do projeto, quando se faz a análise do problema e decomposição do problema. A geração é, no entanto, bastante influenciada pelos fatores externos, a motivação e a estimulação. Existem várias formas de geração e cada designer tem uma forma distinta e única, como uma impressão digital que identifica o seu modo metodológico e pessoal de projetar. O segredo da criação e da inovação reside na ação da percepção e geração, que conotamos como as ações nevrálgicas do design criativo.

A composição é uma metamorfose ou uma passagem de um determinado estado do design para outro, que garante melhores qualidades ao resultado, ou seja, a solução. A atividade de composição é concretizada quando há uma interseção entre as ideias geradas iterativamente e as novas ideias que vão surgindo. Neste processo, podemos verificar que existem dois tipos de resultados na combinação dos conceitos e que, nos designers experientes, é gerido com uma maior facilidade e decisão (Cross, 2006)²⁶⁹. O primeiro resultado é o que chamamos de associação, ou seja, as novas ideias são complementares às anteriores e fundem-se, gerando um novo conceito, mais sólido que todos aqueles que foram propostos. O segundo resultado é o que denominamos como predador, em que uma nova ideia sobrepõe-se às anteriores, não juntando quaisquer elementos. Estas novas ideias são predadoras porque aniquilam todo o tipo de desenvolvimento gerado até ao momento em que surgem.

A ação desencadeada retomando o processo do ponto inicial, só se torna evidente quando se percebe que as propostas das ideias não respondem do melhor modo aos critérios, requisitos e constrangimentos do problema.

A avaliação é um ato exploratório de verificação e de juízo crítico para garantir que o que é proposto é substancialmente relevante nas suas características. A criação é um ato resultante do conhecimento e da renovação do conhecimento. Qualquer tipo de conhecimento que possamos adquirir advém da insaciável curiosidade e do interesse em aprender algo, da exploração de novos valores e da construção de um novo ser, mais completo, mais sensível e mais intervencionista. A criação são estes valores expressos em conceitos materializados que projetam uma nova realidade, até ser reformulada por uma realidade mais inovadora, evolucionista (Ferreira, 2008). Csikszentmihalyi (1996) expressou que a "(...) creativity does not happen inside

²⁶⁹ Ver também o subcapítulo "Generation of Alternatives", em *Designerly Ways of Knowing* de Nigel Cross (2006, p. 84).

people's heads, but in the interaction between a person's thoughts and a sociocultural context. It is a systemic rather than an individual phenomenon" (p.24).²⁷⁰

2.2. Fases Constituintes do Processo Criativo em Design

A ação criativa, analisada pelas fases constituintes que determinam o processo sistêmico autopoietico sob a forma da perspectiva construtivista, poder-se-á referir que tem origem nos trabalhos de Poincaré (1924) e do psicólogo e educador Graham Wallas (1926), sob o título "The Art of Thought – The Model of Creativity". Intensamente abordado na literatura, os princípios de Wallas influenciaram as novas perspectivas sobre os modos de pensamento e as fases constituintes de criatividade, levando-nos a compreender melhor que o processo em si é composto por uma ação inconsciente, mas também por uma ação consciente que tem um propósito único, a resolução dos problemas.

Para Tschimmel (2010, p. 224), a classificação e a disposição das diferentes fases da criatividade no processo de design não podem ser analisadas de igual modo, por depender dos paradigmas metodológicos em que contextualmente estão inseridas (ver anexos 1, 2 e 3). A criatividade, no processo projetual de design, foi verificada ao longo dos últimos 60 anos, sob a alçada da função e dos objetivos do projeto e da interpretação que se construiu do ato de projetar.

A primeira fase metodológica de projeto, correspondente às duas décadas de sessenta e setenta do séc. XX, apresentou uma visão ligada às ciências naturais e fundamentalmente ao campo das engenharias, em que o processo criativo foi visto por um ato racional, padronizado e regrático sob um procedimento sistemático da solução racional dos problemas (Simon, 1969) e *problem solving* (Cross, 2000 e Bürdek, 2005). Posteriormente, surgiu uma visão centrada na prática reflexiva, o *reflection-in-action* de Schön (1983), e seguidamente como coevolução do espaço problema e espaço solução (Dorst e Cross, 2001). No modelo sistêmico (Jonas, 1994), o processo de design é visto como um sistema onde as soluções dos problemas dependem de fatores internos e externos aos designers. O paradigma da emergência vê o design como uma forma holística em que todos os elementos que constituem o universo são responsáveis pelos

²⁷⁰ Tradução livre do autor: "(...) a criatividade não acontece dentro da cabeça das pessoas, mas na interação entre os pensamentos de uma pessoa e um contexto sociocultural. É um fenômeno sistêmico e não individual" (Csikszentmihalyi, 1996, p.24).

resultados criativos. Todos os elementos interagem e interferem com maior ou menor influência num sistema amplo, imensurável.

Nos anos 80, o design passa a ser percebido como dialógico, autorreflexivo e holístico, libertando-se do paradigma racional e analítico. De acordo com os princípios de Wallas (1926), o pensamento criativo cumpre sempre uma sequência de quatro fases que demonstram um processo trabalhado e composto por momentos distintos, que se agregam intuitivamente no ato criativo, de acordo com a seguinte ordem:

. Na fase de preparação, o agente criativo define o problema pela verificação de uma necessidade, um desejo ou simplesmente por uma intenção de desenhar uma melhor solução;

. A fase de incubação ou período em que a mente contempla o problema em momentos que o sujeito está abstraído de quaisquer elementos ou fatores que descrevem o problema;

. A fase de iluminação que corresponde ao momento em que a configuração de todos os elementos ou conexão dos vários conhecimentos formam as ideias de solução e que, muitas vezes, é conotado como um flash repentino;

. A fase de verificação, análise e avaliação dos resultados obtidos na iluminação, percebendo se os mesmos satisfazem o propósito e os critérios definidos na fase de preparação.

Guntern (1991) dividiu o processo criativo em sete fases, que segundo Tschimmel (2010)

(...) não ocorrem numa sequência linear simples: podem-se repetir, acontecer em simultâneo ou ser omitidas; podem decorrer consciente ou inconscientemente; podem decorrer com intensidades e velocidades muito diversas: em segundos, dias ou até décadas. (p.197)

As fases pensadas por Guntern foram a germinação, inspiração, preparação, incubação, iluminação, elaboração e verificação. A germinação é conotada como o desenvolvimento da ideia que aparece de uma forma embrionária, vaga e inconsistente. A inspiração surge após a germinação da primeira ideia e é geralmente processada na sequência de uma maturação e reorganização das ideias que germinam na primeira abordagem ao problema. A inspiração traduzida no "insight" é o despoletar de uma solução para resolver o problema, gerando uma nova situação ou sistema de referência. A preparação realiza-se no momento em que se analisa as primeiras frações de ideias e se iniciam os primeiros desenvolvimentos numa tentativa de organização e sintetização do que é relevante para a sua constituição. Na preparação, faz-se a

recolha de informação significativa que interessa à identificação de respostas e procuram-se experiências e conhecimentos interiorizados para colaborar no desenvolvimento dos pré-conceitos. A incubação é considerada um período crucial de reorganização das ideias latentes e do conjunto de dados que prevalecem no subconsciente.

Biologicamente, é no repouso que o cérebro consegue desencadear a conexão de informação para um propósito, libertando-se da pressão e das pré-formulações que geram o bloqueio e a saturação. Em qualquer ação criativa, existe a necessidade de se recorrer ao momento de incubação, recorrendo à abstração completa de qualquer pensamento ligado ao problema. A iluminação resulta do período de incubação e surge como uma solução espontânea vinda do que se pensa ser “do nada”, mas que verdadeiramente resulta de um trabalho, por vezes, exaustivo de inspiração e preparação e ainda da persistência ou resiliência em perseguir um determinado problema. Um bom exemplo é a história da invenção da lâmpada incandescente elétrica que se deve a Humphry Davy, Joseph Swan e Thomas Edison.

A elaboração foi a característica que marcou o trabalho destes químicos e inventores e corresponde a uma transformação e conversão dos conceitos abstratos em algo reconhecido que faça sentido. A elaboração conta com um tipo de pensamento racional com uma preocupação evidente para a viabilização do conceito. A verificação consiste na avaliação crítica do que é o pensamento na fase de elaboração.

Para se produzir um juízo crítico, tem de existir um distanciamento ou imparcialidade do agente criativo.

O modelo de Herrmann (1991) dos quatro quadrantes do cérebro humano, em termos do processamento da criatividade, indica os estágios do pensamento humano, em que, de uma forma analógica, associamos as fases descritas por Wallas. Os quadrantes de divisão do pensamento do cérebro referem o primeiro tipo de pensamento como ‘Interesse’ ou espaço superior esquerdo que demonstra uma forma de pensamento racional que analisa os factos. Este tipo de pensamento é denominado por pensamento analítico, que Wallas designou por fase de preparação. No espaço inferior esquerdo, realiza-se o ‘planeamento’, ou a organização dos factos, e a revisão detalhada sob a forma de um pensamento sequencial que corresponde à fase de incubação. No processamento do lado direito superior sob a designação ‘Aplicação’, o tipo de pensamento é experimental e determina-se pela característica exploratória de visualização, imaginação, conceptualização e intuição que se liga à incubação e iluminação descrita por Wallas. O processamento inferior direito ou ‘Reação’ evidencia as capacidades sensoriais, a

expressividade e as emoções num tipo de pensamento emotivo que se associam à fase de verificação, análise e a avaliação.

Koberg e Bagnall (1976) apresentaram sete passos de formulação do processo criativo, em parte inspirados em Graham Wallas, e que constam nas seguintes fases:

- . Fase de aceitação da situação que constitui a percepção do problema;
- . Fase de definição que consta de uma análise de informação para clarificar ou sintetizar as questões ligadas ao problema, para definição dos critérios do projeto;
- . Fase de análise do problema nos elementos constituintes e nos fatores que lhe são inerentes;
- . Fase de ideação ou geração de ideias sob a forma de hipóteses de solução;
- . Fase de seleção das ideias produzidas perante um padrão de avaliação;
- . Fase de implementação ou momento de colocar em prática as ideias selecionadas, perante o conjunto de critérios identificados, para estabelecer quais as melhores ou piores ideias. Nesta fase, há a intenção de testar para verificar se os resultados se cruzam com as expectativas ou não;
- . Por último, promove-se a avaliação para concluir se os resultados apresentados ultrapassam as expectativas ou se os mesmos são comuns, não acrescentando nada de novo.

Ainda sob uma perspetiva de *problem-solving*, o modelo de Higgins (1994) apresentou-se sob oito estágios que determinam o processo criativo identificado por um conjunto de operações funcionais. O autor designou a ordem de ações pelos seguintes passos:

- . Fase de análise do ambiente onde se verificam os problemas e as oportunidades;
- . Fase de reconhecimento do problema, ou seja, a consciencialização do que é o problema e os elementos que o constituem;
- . Fase de identificação do problema onde se reúnem os meios e os critérios para avaliar as propostas;
- . Fase de gerenciamento de suposições, onde se criam cenários futuros para a comparação e avaliação, com o intuito de responder ao quadro que estrutura o problema;
- . Fase de gerenciamento de alternativas sobre as ideias estabelecidas, criando-se novas opções, adicionando outros elementos, sintetizando as ideias propostas e criando novas situações de problemas;

. Fase de escolha das alternativas que constam de uma avaliação sistemática que conta com a previsão do resultado das propostas para a solução do problema e a comparação das suas características;

. Fase de implementação da solução escolhida que se realiza após a clarificação da ideia e do plano a executar, propiciando a verificação da ação das soluções escolhidas num determinado contexto. Esta fase funciona como um teste experimental para analisar os comportamentos;

. Fase de controlo é uma análise de verificação dos resultados e do reconhecimento dos aspetos positivos e negativos das soluções que foram escolhidas.

As fases constituintes do processo projetual de design dependem de um conjunto de fatores que se determinam não só pela natureza da tarefa, como pela metodologia do designer ou grupos afetos ao projeto.

A determinação das fases é fundamental no processo, como um guião para a execução de um filme, em que a estratégia é delineada e o mapeamento das ações guia o processo e aproxima todos os agentes implicados. O conhecimento das fases constituintes de um processo projetual garante a noção de recursos necessários, tempos, áreas especializadas, foco de concentração nas etapas mais exigentes, volume de trabalho e orçamentação. Um projeto sem a identificação das fases constituintes não é um projeto, visto pelo que a designação da palavra significa a organização, intenção, planeamento e ordem.

2.3. Tipologias de Pensamento na Ação Criativa em Design

“When describing creative process, there is an assumption that there is a space of possibilities. Boden (2003) refers to this as a conceptual space and describes such spaces as structured styles of thought”
(Maher, 2011, p. 42).²⁷¹

O reconhecimento da ação criativa como objeto de estudo científico surgiu nos anos 50 do séc. XX e iniciou-se na área de estudos da psicologia. As atenções viraram-se para a análise da criatividade vista como processo e como o resultado de uma ação de múltiplos fatores influentes,

²⁷¹ Tradução livre do autor: “Ao descrever o processo criativo, há uma suposição de que há um espaço de possibilidades. Boden (2003) refere-se a isso como um espaço do conceito e descreve esses espaços como estilos estruturados de pensamento” (Maher, 2011, p. 42).

dos quais são destacados os tipos de pensamento aplicados ao desencadeamento da ação de criação, as técnicas de ampliação e melhoramento dos resultados criativos e as ferramentas cognitivas. Ainda assim, os estudos efetuados perduraram até os anos 90, focalizados na ideia de que apenas alguns indivíduos eram possuidores do dom da criatividade, restringindo o campo de análise às características específicas psicológicas e biológicas de indivíduos fora do comum (Oliveira e Lopes, 2005).

Na vasta literatura de estudos que exploram a natureza e o processo criativo na arquitetura e design, Tschimmel (2010) enumerou dois grandes conceitos teóricos: o pensamento divergente de Joy Paul Guilford e o pensamento lateral de Edward DeBono. O pensamento divergente, sendo um pensamento necessário à produção de diferentes ideias, é um pensamento desprovido de quaisquer preocupações lógicas e racionais sobre quaisquer tipos de constrangimentos ou características do problema. No pensamento divergente, o cérebro pensa rápido várias soluções de uma forma ambígua, abstrata e com pouca racionalidade de processamento mental. O estudo do pensamento divergente como característica central mensurável da capacidade criativa, medida por Guilford e outros psicólogos que colaboraram nas suas experiências, não contemplou inicialmente o que viria a ser designado por pensamento convergente, que partilha de uma estruturação oposta com o pensamento analítico e racional que instaura uma ordem, e uma lógica no resultado do primeiro pensamento emocional²⁷², divergente. Para o cérebro propor algo como hipóteses de solução, tem de libertar-se dos condicionalismos impostos pela lógica regrática positivista, para tomar a iniciativa de ação baseada no sentido de arriscar, desafiar, fantasiar possibilidades díspares da realidade quotidiana. A absorção no campo da imaginação é a abstração do campo da realidade como a conhecemos e interpretamos. Os jogos não planeados de projeção da ideia sem uma preocupação de confiabilidade ou razão, são mais propensos à descoberta de elementos não usuais e reconhecidos, elementos que se situam fora dos princípios metodológicos de um domínio, que é o conhecimento instituído racionalmente.

Desde muito pequenos, somos levados por princípios convencionais de comportamento do que se deve e não deve fazer, do que é aceitável e, muitas vezes, até onde podem ir as nossas atitudes, balizando-se em parte o reconhecimento pela experimentação direta, a percepção da causa-efeito e a autoconstrução dos valores e das ideias libertas das convenções dos adultos onde impera uma radicalização de consciencializações.

²⁷² Ver Goleman, D. (2012). Inteligência emocional. Editorial Kairós.

A história, no entanto, dá-nos exemplos de criações que tiveram sucesso porque se tornaram irreverentes aos padrões estabelecidos e, de certo modo, fugiram às regras do que estava convencionado no conhecimento humano. O carrinho de mão é um caso que demonstra a aplicação do pensamento divergente e não a aceitação dos cânones estabelecidos que concebiam os carros de tração animal com duas rodas à semelhança das duas pernas humanas. Segundo Celdrán (2000) em a “História das Coisas”, este invento com mais de 2200 anos foi originário de uma necessidade militar de se transportarem víveres, material e pessoas por estreitos caminhos montanhosos, onde não cabiam os convencionais carros de duas rodas. A história do secador de cabelo também descreve a ação do pensamento divergente numa relação de geração de novos conceitos sobre outros que detinham um contexto completamente diferente na sua função, desempenho, e princípios físicos de funcionamento.

A mudança de direção ou inversão do contexto que corresponde ao ver por outro sentido as coisas, é um tipo de pensamento divergente que encontra novas razões, elementos e mecanismos, indo ao encontro de soluções inovadoras que resolvem as necessidades. O primeiro secador de cabelo, segundo Celdrán (2000), surgiu após a apresentação de um anúncio a um aspirador que expelia ar e que incentivou à criação de um conceito abstrato de “(...) uma senhora a secar o cabelo com uma mangueira ligada a um aspirador. O mesmo aparelho podia servir para ambas as coisas (...)” (p. 152). O pensamento divergente é, neste exemplo, um ato que consideramos espontâneo e intuitivo e que pode ser voluntário e intencional, sendo praticado com técnicas que se opõem ao que é instituído num domínio e à realidade como a conhecemos.

O pensamento divergente produz uma ampla fluência de soluções e subsoluções diferenciadas, o que revela uma maior amplitude do pensamento. O pensamento convergente analisado mais tarde é a oposição do pensamento divergente pela imposição de sentido da conceção e da racionalidade de materialização dos conceitos. O pensamento convergente foi certamente responsável por termos hoje carrinhos de mão mais leves, resistentes e ergonómicos e por não secarmos os cabelos a um aspirador. Por este motivo consideramos o pensamento divergente, na ação sistémica criativa, como um momento impulsionador, e o pensamento convergente como o momento evolutivo consistente na produção de uma ordem que molda as ideias produzidas no pensamento divergente e restringe-as às condicionantes do problema. A projeção e geração de conceitos e princípios definem-se no pensamento divergente e a interpretação e avaliação e consciencialização da viabilização definem-se no pensamento convergente.

Um outro tipo de pensamento relevante na promoção criativa é o pensamento lateral, descrito por Edward DeBono. Contrariamente ao pensamento vertical que respeita apenas uma direção

de solucionamento do problema, o pensamento lateral desenvolve abordagens que não estão diretamente associadas ao problema em questão e que procuram encontrar soluções fora das convenções diretas.

Os estilos de pensamento são os modos reflexivos que utilizamos para perceber e intervir sobre algo que exige uma resposta ou significado. Para Tschimmel, os humanos, apesar de usarem vários estilos de pensamento, têm um predominante, que é denominado por tendência de pensamento e que pode ser reeducado ao longo dos tempos. A autora descreve ainda que existem três estilos de pensamento que são responsáveis pela ação criativa, o estilo de pensamento cognitivo, estilo de pensamento adaptativo e estilo de pensamento inovador. O estilo cognitivo associa a inteligência e os atributos pessoais, como a personalidade, o carácter e o engenho, para formar as capacidades de compreensão, estruturação e decisão. Para Kirton (1976, 1991, apud Tschimmel, 2010, p. 143), o estilo cognitivo é “(...) é um estilo de pensamento que um indivíduo privilegia enquanto resolve problemas de forma criativa”.

Diferentemente, o estilo adaptativo é apresentado como um estilo predominante nas pessoas que utilizam um pensamento mais convergente e que aceitam mais os problemas de uma forma abstrata de procura de dados, que apenas de resolução dos constituintes do problema em causa. É um procedimento com pouco grau de criatividade porque se preocupa mais com a produção das ideias do que propriamente com a exploração e geração. O pensamento adaptativo é utilizado não na procura de novos elementos do problema, mas na promoção de alternativas que, de uma forma viável, possam ser adaptadas.

O estilo de pensamento inovador é, como mencionou Tschimmel, um pensamento inventivo e visionário. A preocupação maior, neste estilo de pensamento, é o facto de alterar a composição do problema, introduzindo-lhe novos problemas sob uma perspetiva mais abrangente de ver o problema. No pensamento inovador, procuram-se ideias fora do convencional que não sejam apenas transformações de sistemas referência existentes, mas que detenham atributos diferenciados que se demarquem das expectativas.

Focando a teoria da autogovernança mental de Sternberg e Lubart (1997), Katja Tschimmel mencionou que os estilos associados a este procedimento mental são o estilo de pensamento legislativo e estilo de pensamento executivo e jurídico. No estilo de pensamento legislativo, o agente criativo estabelece as suas próprias regras e constitui os seus princípios para confrontar o problema. Na ação de exploração, a autodescoberta prevalece assim como a criação das metodologias pessoais e dos procedimentos necessários. O estilo de pensamento executivo, contrariamente ao estilo legislativo, explora o problema de um modo seguro, utilizando os

padrões normativos e as metodologias estabelecidas e não arrisca, compadecendo de quaisquer intervenções pessoais para a resolução do problema numa perspetiva inovadora. O estilo de pensamento jurídico é um estilo de pensamento analítico comparativo e crítico das realidades existentes num determinado domínio.

A criatividade vista como uma construção ordenada nos domínios cognitivo, pessoal e axiológico, como estabeleceu Strzalecki (2000), é para nós o resultado de uma consciente estrutura de difusão de vários pensamentos, que orbitam em torno da preocupação central, o problema. Yeoh (2006), em “Do Computers Undermine the Creative Process? ”, descreve que o mais importante no ato criativo é o processo iterativo de contínuo questionamento e resposta no processo projetual e, que para o investigador, é consolidado pelo processo generativo no desenvolvimento do conceito e pelo processo interpretativo de combinação de situações conjeturais e fatoriais para fornecer informações explicativas. Entendemos também os pensamentos criativos pelo modo como enfrentam os problemas que dependem da personalidade, da experiência e do interesse.

Denominamos por modo efusivo o tipo de pensamento que aborda o problema de forma imediata e rápida, não refletida. No pensamento efusivo, a estruturação dos primeiros princípios fica comprometida por uma identificação e perceção do problema muito superficialmente e que tem influência na consistência das alternativas e das decisões.

O pensamento controlado é um tipo de procedimento consciente que prepara convenientemente o meio para poder trabalhar o problema com uma metodologia apropriada. É um processo reflexivo que determina as estratégias e os procedimentos a tomar e que utiliza as técnicas pessoais para assegurar a ação de criação. Contudo, no pensamento controlado, o agente criativo sabe que se as estratégias não estiverem a resultar, conta com um plano B alternativo, mudando a direção do seu método.

No pensamento modesto, a excessiva preocupação e atenção dada ao problema restringe a oportunidade de se compreenderem outros contextos que possam alimentar o domínio simbólico do criador. O pensamento modesto mostra-se pouco criativo porque é um pensamento maioritariamente racional e com pouca margem para a abstração. Tal como o pensamento efusivo, para nós, este tipo de pensamento também não contribui para a formação do período de incubação, o que nos permite compreender que é um tipo de pensamento que se liga mais ao processo crítico e ao melhoramento de elementos existentes num determinado domínio (recriação), do que propriamente as transformações radicais. No pensamento modesto, a

excessiva importância dada à mudança do problema promove a fixação aos condicionalismos e aos constrangimentos projetuais, não permitindo a aprendizagem com o risco e o erro.

No processo criativo em design o pensamento é moderado e consciente, juntando o espírito imaginativo e o espírito ponderado e racional. Os bons resultados criativos demonstram a sabedoria na conciliação destes dois estados de espírito e o reconhecimento de uma fórmula cognitiva que os agrega coerentemente.

2.4. Estratégias e Técnicas Aplicadas ao Desenvolvimento da Ação Criativa no Projeto

As estratégias e as técnicas aplicadas ao desenvolvimento da ação criativa são uma linha de investigação que tem merecido a atenção, desde os estudos de Guilford (1950), altura em que se iniciaram os estudos da cognição do design criativo a pessoas consideradas particularmente criativas.

Cross (2006) explicitou o estudo das estratégias criativas em design e engenharia através da análise de três exemplos de designers marcantes pela inovação e criatividade nas áreas da engenharia, do design de produto e do design automóvel de Fórmula 1. O estudo de Nigel Cross comparou as abordagens dos três designers face o desafio lançado e concluiu que todos adotavam abordagens estratégicas para resolver os problemas, independentemente da diferenciação das áreas de intervenção.

O autor desenvolveu ainda um modelo descritivo de análise e mostrou que o conhecimento estratégico é exercido em três níveis. O baixo nível é apenas focado na articulação dos primeiros princípios, o nível intermédio respeita o nível de conhecimento tácito localizado, aplicado a um problema em particular e ao seu contexto, e o alto nível demonstra a aplicação dos conhecimentos implícito e explícito aplicados aos objetivos e critérios do problema.

As três grandes estratégias comuns verificadas no estudo dos designers consistiram, em primeiro lugar, na adoção de uma grande amplitude de sistemas para compreender o problema visto por diferentes perspetivas, em vez de aceitar os critérios convencionais do problema; a segunda grande estratégia identificada demonstra o enquadramento do problema de uma forma distinta e pessoal e, por último, a terceira estratégia designa a utilização dos primeiros princípios que estabelecem a orgânica da análise do problema. O autor, focando a investigação de Fricke (1993,

1996), mencionou que as estratégias flexíveis no nível metodológico são processos mais eficazes criativamente, produzindo melhores resultados que os métodos metodológicos rígidos com uma abordagem pouco sistemática e mais técnica dos quais resultam soluções fracas.

Deste princípio, concluímos que a ação criativa em design parte de uma capacidade para abordar o problema não de uma perspectiva centrada no que é o problema, mas numa perspectiva flexível de encontrar elementos que possam dar uma nova abordagem à solução.

Por exemplo, na criação de uma mochila para a prática de alpinismo, a estratégia fixa ou rígida de análise do problema direciona-se pelos princípios do peso, materiais, dimensões, ergonomia e as questões técnicas de produção; no entanto, sob a perspectiva flexível, o problema poderá ser analisado pela ação do vento, do equilíbrio e o centro de gravidade, ou a simbiose entre o alpinista e o equipamento. Neste último processo, a estratégia flexível representa um enquadramento que estabelece os princípios da estratégia fixa sob uma visão sistémica abrangente, dando maior relevância ao princípio mais importante no design de uma mochila para alpinismo que é a segurança vista em estabilidade, resistência, conforto e confiança no equipamento.

O projeto Senz Umbrella, o chapéu de chuva ultrarresistente não convencional, é um bom exemplo de que a inovação resulta melhor de uma perspectiva flexível, pensando-se o problema não por dentro do que são os seus constituintes, mas por fora, indo procurar novos problemas indiretos²⁷³. O princípio do conceito Senz Umbrella, mais que reter a chuva, é o conceito de resistir aos ventos extremos através de uma configuração formal e estrutural projetada em laboratório. A estratégia flexível para a viabilização deste conceito estabeleceu a condição centrada não no problema direto (a chuva), mas no problema indireto (o vento) que implica a viabilização da performance do artefacto.

Nestes dois exemplos, a inovação não tem como alvo a forma como o objeto cumpre a função, mas o modo como o interage perante os elementos que põem em causa a sua macrofunção. Para Morris (2009), uma das estratégias para se ser criativo é a capacidade para se formarem conexões entre as áreas não similares e que nos parecem ilógicas ou sem fundamento. Tschimmel (2009, p. 309), citando André Richard (2000), referiu que o designer é um especialista em que a sua "(...) abordagem criativa é aplicável a qualquer domínio ", e possui uma visão sinóptica e generalista

²⁷³ A indicação de problemas indiretos significa neste contexto o pensar de fora para dentro, ou seja, o analisar-se o problema, não pelas evidencias, mas pelos aspetos particulares que influenciam globalmente os requisitos do projeto.

para analisar qualquer problema. Uma estratégia com resultados positivos e que permite uma visão sinóptica do problema, é o ser-se tolerante aos fatores de incerteza e de ambiguidade, garantindo que o cérebro assimila novas interpretações e gera novas configurações.

Não existem fórmulas para a criação de técnicas criativas. No entanto, existem experiências que resultam no sentido de ampliar a criatividade e que são utilizadas como ferramentas de trabalho, como brainstorming, brainsketching, brainwriting 635, c-sketch, gallery methods, petcha kucha, six thinking hats techniques, synetics, morphological analysis, mind-mappings, storyboarding, storytelling.

Shah et al. (2001) distinguiram os métodos de geração de ideias como “intuitive methods”, quando trabalham por estímulos do pensamento inconsciente. O resultado é imprevisível e os métodos lógicos ou racionais, envolvem a decomposição e análise do problema. Os “logic methods” utilizam um processo que é consciente e esquematizado, prevendo-se o resultado. Os autores dividiram os estudos e respectivos métodos intuitivos, em geracional, transformativo, progressivo, organizacional e métodos híbridos. Os métodos geracionais são impulsionadores das ideias quando não existe qualquer noção de como abordar o problema. A análise morfológica e o brainstorming são métodos geracionais muito utilizados para evidenciar conceitos e explorar e as memórias de longo prazo e o conhecimento tácito. O método transformativo é também um método intuitivo que utiliza a modificação como processo de gerenciamento. Os métodos progressivos consistem na repetição de um mesmo passo várias vezes e geralmente com diferentes pessoas participantes no processo. Existem três tipos de métodos progressivos, o brainsketching 6-3-5, o C-Sketch e o gallery method. O método organizacional é o método que permite a ligação das ideias geradas e existem três submétodos associados que permitem esta ligação: o método da afinidade, o storyboarding e fishbone diagrams.

Por último, os métodos híbridos agregam muitos métodos para responder a várias situações nas fases de projeto. Do vasto conjunto de métodos colaborativos na geração das ideias apresentados por Shah et al. (2001, p. 172), descrevem-se sumariamente alguns, que consideramos os mais comuns na prática do design. O brainstorming ou Osborn’s brainstorming, tal como referiram Smith, Linsey e Kerne (2011) “(...) refer to creative ideation or idea generation activities done as collaborative groups. The practice of brainstorming, as well as other group creative ideation techniques, has become increasingly popular since the method was originally conceived (Osborn, 1957; Parnes e Meadow, 1950)” (p.36)²⁷⁴. No método de brainstorming, não existem regras

²⁷⁴ Tradução livre do autor: “(...) Referem-se a atividades de criação criativa ou geração de ideias feitas com grupos colaborativos. A prática de brainstorming, assim como outras técnicas criativas de criação de grupos, tem se

específicas e a projeção de ideias é gerada de uma forma rápida sem a preocupação de que o que se está a propor faz sentido. Por ser uma técnica gerada em grupo, vários psicólogos definiram como pouco produtivo, porque o processo em si provoca a fixação em alguns membros do grupo, por existirem pessoas mais capacitadas para exteriorizar os conceitos que outras. Por outro lado, existe sempre o problema da compreensão do que são as melhores ideias e este passo exige uma grande maturidade na apreciação, avaliação e na capacidade de aceitação que as melhores ideias podem não ser as do indivíduo em questão. Equipas habituadas a trabalhar com estas técnicas tiram o máximo de proveito de todos os intervenientes e muitas vezes deixam a decisão de escolha a grupos de outros indivíduos externos (Lewis et al., 1975). Quatro regras são aplicadas à técnica do brainstorming para que se consiga a efetividade do processo. As críticas não são permitidas para não fechar o ciclo de projeção de ideias; as ideias agressivas e diferenciadas são um requisito para o método; as construções de umas ideias sobre outras podem ser aplicadas; e a identificação de uma grande quantidade de ideias é o ponto fulcral do processo.

O brainsketching é uma técnica interessante inicialmente explorada por Vangundy (1988) e, da mesma forma que o brainstorming, é formulado em grupo. O processo consta de uma primeira fase em que são produzidos desenhos e anotações numas folhas e em silêncio. Ao fim de algum tempo (mais ou menos cinco minutos), dá-se a troca dos desenhos pelos participantes, tomando como seus e reiniciando mais um ciclo de representação. Após os ciclos terem dado a volta à mesa, a sessão termina e são analisadas e decididas as ideias que melhor integram o problema. A vantagem do brainsketching é que os resultados são um misto de ideias de todos os participantes e não uma opinião individual pessoal como acontece no brainstorming.

A visão de Van Der Lugt (2002) criou uma variante do brainsketching que incluiu uma breve explicação das ideias quando se efetua a troca de desenhos. A visão do investigador incidiu na qualidade do esboço como estímulo da criatividade e no facto que, quando o desenho passa de pessoas para pessoa, leva a uma reinterpretação onde se adicionam novos conhecimentos e uma maior variação de contextos. Por serem desenhados por pessoas diferentes, os esboços formam uma interpretação abstrata e uma conotação pessoal que se junta a outros modos de ver, formando o pensamento divergente. Vemos no processo do brainsketching apenas um senão, que tem a ver com a característica dos esboços serem idiossincráticos e que influem no sentido de não serem percebidos pelo participante recetor, e por se poderem perder bons níveis de

tornado cada vez mais popular desde que o método foi originalmente concebido (Osborn, 1957; Parnes e Meadow, 1950)" (Smith, Linsey e Kerne, 2011, p. 36).

conceito por interpretações erróneas entre participantes. Este estado pode interromper o desenvolvimento de algumas boas ideias acordadas nos princípios iniciais projetados.

O brainwriting, ou método 6-3-5²⁷⁵, é uma técnica baseada no registo das formas de resolução do problema, por um período de trinta minutos. A cada cinco minutos, são apresentadas três ideias por cada participante, o que, no fim do exercício, permite a reunião de 108 abordagens ao problema. No brainwriting, método desenvolvido por Bernd Rohrbach, os participantes são persuadidos a desenvolver as ideias lançadas pelos vários participantes. Tal como o brainsketching, as folhas produzidas com as ideias passam a outro participante nas seis sessões, produzindo-se uma evolução do processo. A avaliação é feita no grupo de trabalho, selecionando-se as ideias com o melhor potencial, e a vantagem do processo reside na melhor compreensão das ideias, porque são apenas escritas, contrariamente ao brainsketching em que são desenhadas.

O método c-sketch ou collaborative sketching, descrito por Shah et al. (2001), é um método de geração de ideias que se fundamenta no brainwriting 6-3-5, mas a designação é 5-1-4 G que corresponde à aplicação do método a um grupo de cinco participantes que realizam apenas uma ideia cada um numa sessão de quatro passagens. O (G) corresponde ao método utilizado por representação gráfica (tipo brainsketching). Da forma equivalente ao brainsketching, no c-sketch os participantes trabalham independentemente numa imagem gráfica que representa as suas propostas e, no final do ciclo, passam a outro participante. No método, podem ser adicionadas melhorias, modificações e até a eliminação de algumas propostas de solução, mas nunca são apagadas para poderem ser revistas por outros membros. No final da sessão, são apresentadas cinco ideias diferentes por cada participante o que perfaz vinte e cinco abordagens. No c-sketch, são permitidos apenas os esboços, não se aplicando quaisquer informações adicionais.

O galery method, introduzido por Vangundy (1988) e explorado mais tarde por Pahl e Beitz (1996), é um método efetuado por um grupo de trabalho em que os participantes desenharam o seu conceito em folhas de grande formato, sendo depois os desenhos expostos com a explanação do participante. Após uma breve apresentação, todos os participantes são convidados a estudar as outras soluções e voltam à sua proposta inicial para completarem, numa segunda intervenção, a sua ideia. No fim da sessão, faz-se uma fase de revisão que permite clarificar as ideias e levantar a discussão conjunta entre o grupo. Como as ideias são apresentadas a todos os participantes, é

²⁷⁵ O método brainwriting tem a designação 6-3-5, significando o 6 o número de participantes, o 3 a execução de 3 ideias em cada passagem e o 5 o nº de passagens em cada sessão.

possível correr o risco de surgir um espírito de competição em vez de colaboração. O momento de pausa para tirar anotações sobre os trabalhos vistos no grupo potência as ideias iniciais geradas, pela reformulação parcial. O processo desencadeia uma ação positiva, porque evita a fixação ou bloqueio, através da ativação da memória longa e do providenciar do pensamento analógico.

O método pecha kucha, segundo Klentzin et al. (2010), é como determinaram:

(...) a powerpoint presentation created in 2003 by architects Mark Dytham e Astrid Klein as a way to ensure brevity in the presentations of young designers (...) also referred to as lightning talk; pechakucha employs a rigid structure, which is limited to only 20 slides with each slide timed to display for 20 seconds, this results in a presentation of a 6 minutes and 40 seconds duration, no more, no less. (p.160)²⁷⁶

O aspeto positivo mais saliente no Pecha kucha é a concentração sobre o tipo de informação que é relevante durante o período da apresentação. Os conceitos são apresentados por *highlights* e exige uma preparação atempada para cumprir a passagem de informação no tempo estipulado. A investigação de Klentzin et al. (2010), para a aplicação do processo de explicação relâmpago no ensino universitário, concluiu que não é um sistema fácil para todo o tipo de educadores porque o que para alguns pode ser um ensino divertido e eficaz, para outros pode ser extremamente stressante e condicionador, dado o tempo e o formato rígido de exposição que é dimensionada a apenas vinte slides. Como ferramenta criativa, o Pecha kutchka capacita os criadores a uma sintetização dos conceitos que, a um nível da geração num grupo de trabalho, pode acelerar o processo de ideação por permitir um diálogo consistente após a apresentação.

A técnica dos six thinking hats de De Bono (1985), como vem descrito no site http://www.debonogroup.com/six_thinking_hats.php, acedido a 14. 09. 2017, "(...) is a simple, effective parallel thinking process that helps people be more productive, focused and mind fully involve". O método compreende a visão de como o cérebro humano pensa de várias formas e sob determinados estímulos. Para Edward De Bono, o pensamento criativo é marcado pelo pensamento lateral em que a pessoa experimenta várias perspetivas para ver o problema, definindo novos conceitos. Para conseguir a diferenciação, devem ser aplicadas técnicas de "(...) provocação mental para escapar a vias já trilhadas" (Tschimmel, 2010, p.87), ou às perceções

²⁷⁶ Tradução livre do autor: "(...) uma apresentação em powerpoint criada em 2003 pelos arquitetos Mark Dytham e Astrid Klein como forma de garantir brevidade nas apresentações de jovens designers (...) também chamados de lightning talk; pechakucha emprega uma estrutura rígida, que é limitada a apenas 20 slides com cada slide, programado para exibir por 20 segundos, isso resulta em uma apresentação de 6 minutos e 40 segundos de duração, nem mais, nem menos" (Klentzin et al., 2010, p. 160).

estabelecidas. De Bono identificou seis caminhos do pensamento que correspondem às áreas em que o cérebro pode ser desafiado, e que não correspondem aos procedimentos normais de pensamentos que as pessoas usam habitualmente.

O método consiste na utilização dos seis chapéus por um tempo determinado para cada. Os chapéus são aplicados sob uma sequência para cada direção do pensamento e, perante o problema em causa, são escolhidos de modo não linear. Após a preparação dos participantes e da definição do problema por escrito inicialmente, enceta-se o processo com o chapéu azul, questionando quais serão os chapéus a utilizar numa sequência. Apesar das diferenças na escolha dos chapéus para cada função de resolução do problema, o processo começa e acaba com o chapéu azul que assegura as linhas de pensamento.

De uma forma sumária, as designações dos chapéus são vistas pelos pensamentos relacionados com:

1. Pensamento ligado à gestão (chapéu azul) que é o pensamento que programa os outros pensamentos, baseando-se nas questões fundamentais sobre o que é o problema. Quais serão os objetivos e como resolvê-los? O pensamento de gestão é um tipo de pensamento metodológico e organizador que evidencia as questões, como o que se pode fazer? O que fizemos? O que se pretende obter e como vamos fazer?
2. Pensamento ligado à informação (chapéu branco), é o pensamento que considera o tipo de informações necessárias à resolução do problema. As questões associadas a este tipo de pensamento são: o que é necessário para resolver o problema? O que falta? Como se pode obter a informação? Que tipo de questões são necessárias executar?
3. Pensamento ligado às emoções (chapéu vermelho) são pensamentos intuitivos, e não refletidos que não justificam os factos, são apenas opiniões sentimentais. Neste tipo de pensamento, os estados perspetivados não têm de explicar ou justificar o que se sente.
4. Pensamento ligado ao discernimento (chapéu preto) parte do princípio do pensamento lógico, refletido e racional. Este tipo de pensamento preocupa-se com a razão das coisas, de como resultam, se funcionam, se são viáveis ou praticáveis. Geralmente, é um tipo pensamento cauteloso, crítico e avaliativo. Nesta forma de pensamento, o questionamento sobre quais os riscos e as desvantagens é marcante nas seguintes questões: porque é que não resulta ou funciona? Pode falhar? Quais os inconvenientes?

5. Pensamento ligado à ação otimista (chapéu amarelo), procura sempre as mais valias, os benefícios e o valor de algo. É um tipo de pensamento que explora o sentido positivo e que vê o problema como um conjunto de oportunidades. No pensamento otimista, existe a preocupação com o que resulta e o que é positivo ou vantajoso. São pensados os valores que indicam o potencial do conceito e que se pode revelar uma oportunidade.

6. Pensamento ligado à criatividade (chapéu verde), é um pensamento geracional onde se propõem possibilidades, hipóteses alternativas ou conceitos inovadores fora do contexto do que é conhecido no domínio. Este pensamento é marcado por uma força interior/crença que realça a energia para gerar as possibilidades, propostas, as alternativas ou para modificar e alterar as ideias existentes.

Os seis chapéus representam formas de ver as soluções como um jogo de ações que são utilizadas para compreender o problema numa perspetiva mais abrangente e globalizante, visando os vários tipos de pensamento. Os benefícios do método dos seis chapéus permitem pensar e propor ideias sem riscos, criar múltiplas perspetivas sobre o problema, formar um pensamento focado e direcionado e garantir o melhoramento na tomada de decisões.

Um outro método estratégia para a ação criativa é a análise morfológica geral (GMA) como delineou Zeiler (2011). O termo tem mais de meio século de debate na literatura e é descrito como uma técnica de estímulo à ideação. De acordo com Ritchey (1998), nos anos 30 do séc. XX, o método foi desenvolvido por Fritz Zwicky, como método de investigação das relações dos problemas complexos que são multidimensionais e não quantificáveis. O termo morfologia é hoje abordado na Ciência como a investigação das interrelações estruturais entre os fenómenos, e Zwicky propôs analisar as interrelações abstratas, ou seja, as ideias e os conceitos. O processo inicia-se definindo os parâmetros ou as dimensões do problema e atribui-se um valor numa escala, a cada parâmetro pelo grau da sua relevância. Num modelo tridimensional (caixa morfológica), os parâmetros identificados são colocados numa matriz que verifica as relações envolvidas entre os parâmetros do problema.

Vendo o problema, por exemplo, no caso da projeção da mochila para alpinismo, pode ser analisada por três grandes parâmetros como a forma, a dimensão e o grau de conforto ou comodidade em relação ao utilizador (ver quadro 3). Podemos atribuir sete condições para a aparência ou parâmetros da forma como a configuração cúbica, paralelepípedica, cilíndrica, prismática, cónica, esférica, ovoide. Para o parâmetro da dimensão, podemos verificar as condições grande, pequeno, médio grande, médio, médio pequeno e pequeno, e, para o parâmetro da comodidade, as condições podem corresponder a serem curvadas nas costas, ter

alças, prender as alças junto ao peito, bolsa de ar nas costas, material esponjoso em alvéolos. Sob a técnica da análise morfológica, o sistema tipo matriz é composto por três conjuntos ligados à forma, dimensão e comodidade com vários parâmetros que perfazem a designação 7x5x4, ou seja, 140 células ou hipóteses de solução (configurações). A avaliação é feita por uma redução dos componentes do espaço do problema para a realização de um conjunto que representa o espaço solução.

		parâmetros		
		Forma	Dimensão	Comodidade
condições	Mochila para Alpinismo	Cúbica	Grande formato 50l	Ser curvada nas costas
		Paralelepipedica	Médio grande 40l	Alças para prender ao peito
		Cilíndrica	Médio formato 30l	Bolsa de ar nas costas
		Prismática	Médio pequeno 20l	Material esponjoso
		Cónica	Pequeno formato 10l	
		Esférica		
		Ovalóide		

QUADRO 3 – EXEMPLO DA MATRIZ APLICADA À ANÁLISE MORFOLÓGICA

As configurações podem ser geradas verificando situações inovadoras e diferenciadas das existentes no mercado, como por exemplo: no domínio, a configuração das mochilas é a forma paralelepipedica com tamanho médio pequeno e com alças de prender ao peito, e uma nova configuração pode partir de uma forma cilíndrica, médio formato e com bolsa nas costas. Das hipóteses geradas em relação às novas alternativas, algumas podem ser mais interessantes e viáveis que outras. Num total, podem ser feitas 140 hipóteses para comparação e, numa reestruturação mais avançada, podem ser aplicados mais que uma condição para fazer configurações mistas. No entanto, a redução dos conjuntos de configurações por triagem é necessária, para que o processo simplifique a sua complexidade. A avaliação das hipóteses é realizada pelo cruzamento de condições e, por comparação²⁷⁷, vão-se eliminando as configurações inconsistentes. Um ótimo exemplo do resultado do cruzamento das condições

²⁷⁷ Ver a “cross-consistency assessment” em Ritchey (1998, p.7).

numa matriz de análise morfológica, é o logótipo criado para o Live Aid, 1985, como vemos na figura 57, numa matriz 7 x 7 x 7 x 7 x 6 x 6 x 4 x 2 x 1. Os resultados demonstram bem o potencial deste processo na geração de novos sistemas de referência.

COMPONENTES (¿QUÉ?)	SOLUCIONES CONOCIDAS O POSIBLES (¿CÓMO?)							
Palabras y/o elementos tipográficos	live aid	LIVE AID	Live Aid	LIVE AID	LA	La	LA	
Elementos gráficos: instrumentos								
Elementos gráficos: música								
Elementos gráficos: mapa de África								
Elementos gráficos: símbolos africanos								
Elementos gráficos: animales africanos								
Elementos gráficos: motivos decorativos africanos								



Fig. 57 - Matriz Morfológica para Logotipo Live Aid, 1985. Pricken, 2009. Publicidad creativa. Barcelona: Gustavo Gili. Em “Processo Criativo, Matriz Morfológica”, live_aid-logo-76c112665c-seeklogo.com, por Vinicius Mano. Acedido a 25.08.2017 em <http://www.processocriativo.com/matriz-morfologica/>.

Os mind maps são formas esquemáticas de mapear as ideias através de símbolos gráficos e anotações. Os mind maps estimulam as ideias por agruparem os primeiros princípios e algumas informações que muitas vezes estão no subconsciente, e que são despoletadas pela conjetura das informações expressas e ordenadas sobre o papel ou num programa digital. Um tipo de informação leva à ocorrência de outra informação num processo em cadeia, até a mente mostrar dificuldade em encontrar mais conteúdos. As informações são definidas pelos parâmetros e pelas condições associadas que são uma construção mental do espaço problema. Os mind maps são organizados por hierarquias de pensamento sob a forma de síntese e apresentam um corpo central com a definição do que é o problema, ramificado por linhas numa sequência de outros corpos menores que significam ideias distintas e que por sua vez voltam a manifestar-se. A ordem

que consideramos nos mind maps é categórica em termos de relevância, mas não é uma ordem linear e protocolada, porque a construção dos mind maps é efetuada no momento, descrevendo o que o cérebro pensa no momento de um modo natural para não deixar ao acaso as ideias que fluem. A reorganização do primeiro estado de descrição do mind map faz-se numa segunda operação e inclusive através de um processo de refinação do que é relevante e o que nada contribui para a solução do problema. Burdek (2005) mencionou que os mind maps:

(...) have been marketed under the catchword of visualizing knowledge since the mid – 1990's in the form of interactive software. Developed by Tony Buzan in the 1970's (Buzan, 1991, 2002), mind mapping methods are designed to assist in structuring problems, product development, and process planning. (p.259)²⁷⁸

A realização dos mind maps, como forma de exteriorização e explanação do conhecimento tácito, tem uma natureza interativa, porque consiste numa forma de estruturar versatilmente os problemas, apelando à criatividade para a composição de um cenário de identificação das informações. Davies (2011) expressou esta característica dizendo "(...) in mind mapping, any idea can be connected to any other. Free-form, spontaneous thinking is required when creating a mind map, and the aim of mind mapping is to find creative associations between ideas. Thus, mind maps are principally association maps" (p.281)²⁷⁹. Como desvantagem, Martin Davies apontou que as ligações podem ser simplistas e limitadas, com a ausência de um objetivo clarificado das conexões que coloca em dúvida a fiabilidade do próprio processo.

O storyboarding e o storytelling são ambas representações narrativas gráficas, ou seja, são processos de contar uma história num espaço de tempo. O storyboard é o conjunto de "frames sequenciais" apresentados sob a forma de esboços, que representam momentos marcantes da história ou partes da história de algo, através de imagens elucidativas e anotações rápidas com um roteiro de objetivos. Na formação do storyboarding, a narrativa não é linear, mas alternada, e representa os momentos que acima de tudo se diferenciam pela mudança do contexto, por uma transição de enredos ou *highlights* fundamentais para se compreender o princípio, meio e o fim do que se pretende contar. No contexto da ação de criação no projeto de design, o

²⁷⁸ Tradução livre do autor: "(...) Foram comercializados sob o signo de visualização do conhecimento desde meados da década de 1990, na forma de software interativo. Desenvolvido por Tony Buzan nos anos 70 (Buzan, 1991, 2002), os métodos de mapeamento mental são projetados para auxiliar na estruturação de problemas, desenvolvimento de produtos e planejamento de processos" (Burdek, 2005, p.259).

²⁷⁹ Tradução livre do autor: "(...) No mapeamento mental, qualquer ideia pode ser conectada a qualquer outra. O pensamento espontâneo e livre é necessário para criar um mapa mental, e o objetivo do mapeamento mental é encontrar associações criativas entre as ideias. Assim, os mapas mentais são principalmente mapas de associação" (Davies, 2011, p.281).

storyboarding deve ser encarado como um mapeamento da ideia que se tem sobre o problema (mapeamento mental), resumindo-se a intenção central da ideia e a sua progressão previsual em janelas que determinam as várias hipóteses, a estrutura, a ação e os constrangimentos que poderão afetar as ideias. O planeamento das ideias sob uma sequência contada ativa o cérebro a fantasiar e a compreender o espaço do problema numa imersão aprofundada, levando o criador à exploração da ideia pela sua personificação. Assim como a história de uma personagem de banda desenhada²⁸⁰, a ideia pode ganhar expressão e vida num storyboard, representando-se desconstrutivamente os elementos que a constituem e as ações de desempenho e interação com o meio onde se integrará o conceito. Ao realizar um storyboard, o designer constrói um conjunto de imagens que formam novos significados, tornando-se um processo heurístico.

Fisher e Scaletsky (2010) abordaram que a existência do storyboard remonta o ano de 1914, quando de produziu pela primeira vez o desenho animado do Gato Felix e, mais tarde, o Mickey Mouse em 1920 pela Disney. Como descreveram os autores, o storyboard tem no design um importante papel por cumprir uma função de projeção ou simulação dos conceitos e de comunicação entre os *stakeholders* do projeto. O storytelling, como abordou Andrews, Hull e Donahue (2009), é uma forma ancestral de comunicar através de uma narrativa, os factos relevantes e uma cultura dentro das sociedades. Deste modo, tem um papel instrucional de transmissão da informação. Beckman e Barry (2009) partilharam este princípio dizendo “Storytelling is critical to the development of organizations as well. Stories are the means by which knowledge is exchanged and consolidated, and corporate cultures are developed and maintained. (...) Storytelling is core to the formation and sharing of culture” (p.152).²⁸¹

No design, o storytelling é visto por Beckman e Baray em duas fases distintas, a que chamaram a primeira metade do processo de design onde se desenvolve a história como existe no atual domínio e a segunda fase que equivale ao contar uma nova história, reformulando as histórias conhecidas e enquadrando factos inovadores ou diferenciados. O primeiro momento de design aplica as histórias que informam e, o segundo momento, as histórias que inspiram²⁸². A estes

²⁸⁰ Ver também o artigo de Ana Lúcia Santana “História da Animação” disponível em: www.infoescola.com/desenho/historia-da-animacao/.

²⁸¹ Tradução livre do autor: “Contar histórias é fundamental para o desenvolvimento das organizações também. As histórias são os meios pelos quais o conhecimento é trocado e consolidado, e as culturas corporativas são desenvolvidas e mantidas. (...) Contar histórias é fundamental para a formação e o compartilhamento da cultura” (Beckman e Barry, 2009, p.152).

²⁸² As histórias que informam indicam as normas, os sucessos, as falhas e todos os inputs necessários à compreensão do problema em si. As histórias que inspiram, são as que motivam a criação das soluções inovadoras e a mudança.

dois tipos de histórias referentes aos dois momentos no processo de design, acrescentamos o carácter das histórias. No primeiro momento, temos as histórias de carácter prospetivo que são contadas com a intenção de absorver informação proveniente da cultura pessoal ou da cultura de outros indivíduos; e as histórias contadas num segundo momento de criação que são inicialmente histórias inventadas, não tomadas pela consciência ou razão; e as histórias refletidas que, contrariamente, preocupam-se com a viabilidade e a confiabilidade, segundo os padrões normativos sociais do que é possível e do que é irreal.

No design, os símbolos contam histórias e os designers utilizam esses símbolos para comporem e proporem uma nova história. A nosso ver, no processo de design, o storytelling não se resume apenas ao desenvolvimento criativo ou à explanação de um projeto, mas corresponde a todos os momentos do projeto, porque existe uma constante necessidade de se reverem os passos e de se fazer a previsão que implica o contar de uma história que vai evoluindo e tomando novos contornos, que não é mais que o ato de projetar. Esta história não é contada apenas no seio de um grupo de trabalho, pode ser contada intrinsecamente com os mesmos propósitos, num processo monológico.

O método synectics é entendido por Duin, Hauge e Thoben (2009) como um método de apoio ao pensamento criativo e o objetivo principal consiste no processo de “(...) combine objects that are apparently different and irrelevant” (p.290)²⁸³, utilizando as metáforas ou analogias, tendo como perspectiva a visão de Gordon (1968) de inverter as posições de tornar o que é reconhecido, estranho, e vice-versa, através da utilização do processo metafórico. Os autores apresentaram sete abordagens que exemplificam o processo cinético pela seguinte sequência:

1. Descrição do tópico (problema) partindo de uma breve sessão de brainstorming e transcrição das palavras prescritas num painel;
2. Criação de analogias diretas, escolhendo-se um novo tópico e pedindo aos participantes para criarem uma lista de outros elementos por analogia, que tenham as mesmas características das palavras prescritas na descrição do tópico;

As histórias de casos de sucesso são motivadoras para se ultrapassarem os receios e as incertezas ou as dificuldades sentidas na procura de soluções.

²⁸³ Tradução livre do autor: “(...) Combinam objetos aparentemente diferentes e irrelevantes” (Duin, Hauge e Thoben (2009, p. 290).

3. Descrição da analogia pessoal, pedindo-se para se escolher uma analogia direta entre as geradas anteriormente e para se fazer uma lista de analogias pessoais, personificando-se o objeto e descrevendo-o como “um ser”;
4. Identificar os conflitos, pedindo para os participantes combinarem as palavras (analogias pessoais), mas apenas as que se contradizem e, no fim, optarem por uma combinação;
5. Criação de uma nova analogia direta, pedindo para selecionar algo descrito nas analogias combinadas;
6. Voltar a examinar o primeiro tópico (problema) e produzir um conceito, utilizando as ideias geradas no fim de cada passo;
7. Avaliação, onde é realizada a reflexão sobre o resultado.

Tschimmel (2009) descreve o método cinético como “(...) combinação de elementos do conhecimento não relacionados de forma objetiva e a transposição de estruturas alheias ao problema” (p.400). De uma forma simplificada, explica o processo referindo que inicialmente realiza-se uma estrutura exaustiva do problema e depois, sob a aplicação de analogias, “desfamiliariza-se” o processo como se analisou o problema em primeiro lugar. Katja Tschimmel apresentou ainda o argumento de que os métodos são utilizados por vezes em conjunto com outros métodos, e devem ser adequados no momento e à conjuntura da fase em que estão a ser aplicados.

2.5. Avaliação da Ação Criativa

“As creativity is a complex, multifaceted construct difficult to measure and operationalize, instruments purporting to measure creative abilities may lead to inaccurate assessments” (Lemons, 2011, p.742).²⁸⁴

“When studying creativity, we can study how creativity occurs focusing on the processes that produce creative designs and we can study what makes a decision creative focusing on how we evaluate a design to determine if it is creative (...) one approach to studying creativity in design is to describe and understand the processes that generate potentially artefacts which focus on the cognitive

²⁸⁴ Tradução livre do autor: “Como a criatividade é um constructo complexo e multifacetado difícil de medir e operacionalizar, os instrumentos que pretendem medir habilidades criativas podem levar a avaliações imprecisas”.

behavior (...) another approach is research that leads to characteristics or metrics to evaluate the results of an individual (...)" (Maher, 2011, p.41).²⁸⁵

A avaliação da ação criativa, enquanto sistema construtivo, é um processo complexo, como abordou Gay Lemons, e a dificuldade desse processo reside no facto de se avaliarem contextos abstratos que estão ligados à cognição, valor pessoal e social, novidade, originalidade, utilidade, personalidade, desempenho, estado psicológico, ambiente, fatores influenciadores ou instrumentos colaborativos. O encorajamento para o desenvolvimento da investigação em criatividade sob a condição da comprovação através dos testes, deve-se a Guilford (1950) que propôs a medição dos fatores responsáveis pelo desempenho criativo. Para Jean Paul Guilford, os estudos da criatividade como forma de resolução de problemas teriam de ser analisados pelo modo mais abstrato de conjugação dos saberes, a capacidade de interpretação, os *skills* e o processamento inconsciente capaz de gerar algo liberto dos preconceitos.

Este é o campo da produção divergente, que deu origem aos testes e à identificação dos fatores que influenciaram até hoje inúmeros investigadores na área da criatividade. Entre os fatores que maior aplicabilidade apresentaram nos estudos sobre a cognição, contam-se a fluência ou capacidade para gerar um elevado número de ideias, a flexibilidade ou capacidade para mudar ou alterar a estratégia definida, a originalidade ou diferenciação no domínio, a elaboração como a capacidade de apresentação de subsoluções e maior detalhe, a redefinição que indica a capacidade de fazer constantes revisões promovendo a tomada de decisão e a sensibilidade que se associa à capacidade de efetuar o juízo crítico e encontrar soluções apropriadas, como prever as situações.

Casakin e Kreidler (2006) propuseram ao modelo de Guilford a adição de mais três componentes de análise da criatividade, designando a estrutura como fluência, flexibilidade, elaboração e originalidade (Guilford e Hoepfner, 1971, Treffinger, 1980; Torrance, 1981), utilidade, habilidade estética (Christiaans, 2002) e cumprimento dos requisitos do projeto (Weisberg, 1993; Eckert et al., 1999). A investigação da criatividade é, no entanto, centrada nos quatro P's da criatividade de Mooney (1963) e Rhodes (1987), que representa as diferentes expectativas de análise que

²⁸⁵ Tradução livre do autor: "Ao estudar a criatividade, podemos estudar como a criatividade ocorre focando nos processos que produzem projetos criativos e o que torna uma decisão criativa focando-nos em como avaliamos um projeto para determinar se ele é criativo (...) uma abordagem ao estudo da criatividade de design é descrever e compreender os processos que geram potencialmente artefactos que focalizam o comportamento cognitivo (...) outra abordagem é a pesquisa que leva a características ou métricas para avaliar os resultados de um indivíduo (...)" (Maher, 2011, p.41).

podem ser aplicadas individualmente ou em associações²⁸⁶. A avaliação da criatividade pode ser aplicada à pessoa criativa, ao processo criativo, ao produto criativo e à pressão ou ao ambiente criativo (Mooney, 1963, Levins, 2006). Na avaliação destas áreas distintas da ação criativa, as pessoas criativas são geralmente analisadas por métodos psicométricos que medem o temperamento, a personalidade e a capacidade cognitiva, mas também permitem identificar a geração das ideias e a influência do espaço ambiente sobre o agente criativo. O artefacto criativo é analisado por critérios estatísticos de comparação e, na maior parte das vezes, recorre-se à opinião de especialistas num domínio que são convidados para avaliarem segundo uma “checklist” ou formulário com escalas de classificação direta.

Amabile (1983) mencionou que seria impossível analisar e identificar se um produto é criativo, baseado no julgamento pessoal, porque o “ser criativo” é uma característica que implica um valor coletivo.

Taylor (1975) apresentou um modelo teórico que avaliou o produto criativo em sete parâmetros: a geração é percebida como a produção de novas ideias formais, funcionais e estéticas; a reformulação significa as mudanças ou as modificações que o produto pode exibir; a originalidade é vista como a infrequência; a relevância é o nível de satisfação da solução fornecida; o hedonismo indica o grau de atração; a complexidade é analisada pelo grau de profundidade; a condensação ou grau em que o produto unifica ou integra os seus elementos (Levins, 2006, p.17).

Oman e Tumer (2013), no artigo “A Comparison of Creativity and Innovation Metrics and Sample Validation Through in-Class Design Projects”, apresentaram uma nova proposta de avaliação e encorajamento para a sua aplicação na educação e indústria de design de engenharia. Neste estudo, as autoras propuseram dois métodos, o Comparative Creativity Assessment (CCA) e o método Multi-Point Creativity Assessment (MPCA). A base da avaliação foi o produto criativo verificado pela medição das variáveis de análise e pela opinião de um quadro de júris. O método CCA inspirou-se nas pesquisas realizadas por Shah et al. (2003). O MPCA foi construído tendo por referência o NASA’S Task Load Index e a Escala Semântica de Avaliação do Produto de Besemer (1998). Oman e Tumer apresentaram ainda, na sua análise, três tabelas de comparação dos estudos sobre a criatividade e inovação para verificar o *gap* existente nesta área de estudo. A primeira tabela aborda os métodos utilizados para avaliar os produtos, a segunda tabela verifica os métodos para avaliar pessoas e personalidades e a terceira avalia os conceitos produzidos. Considerando o nosso interesse ao nível da primeira e terceira tabelas, por considerarmos os seus

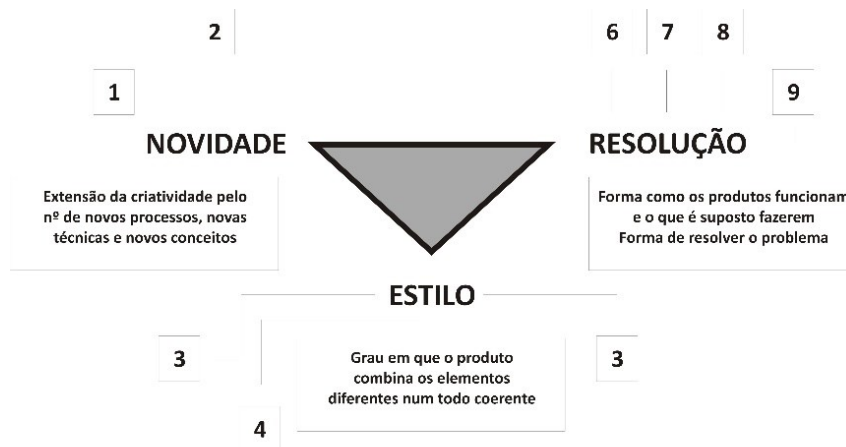
²⁸⁶ Ver também o artigo de Richards (1999, p.733), “Four Ps of Creativity”.

conteúdos relevantes para o propósito da nossa investigação, descrevemos alguns pontos chave dos métodos de vários investigadores, que foram apontados por Oman e Tumer (2013, pp. 71-73) como referências para a quantificação da criatividade segundo os seguintes modelos:

1. Creative Product Semantic Scale (CPSS), de Besemer e O'Quin (1989), surge na sequência do modelo teórico, Creative Product Analysis Matrix (CPAM) de Besemer e Treffinger (1981), que consistiu na análise da literatura existente relacionada com a criatividade e a sua avaliação em determinados atributos dos produtos. O grande propósito do método CPAM foi a localização e sintetização dos critérios que foram mais utilizados para a avaliação dos produtos criativos, comparando-os. Os autores identificaram mais de cento e vinte e cinco critérios de avaliação entre os estudos analisados e dividiram-nos em três grandes categorias taxonómicas, a novidade ou a aplicação de novos elementos aos produtos existentes e a resolução, quando os produtos preenchem uma necessidade ou função e por último a elaboração ou síntese, que significa a forma como a solução foi implementada, ou como foram trabalhados os critérios estilísticos²⁸⁷ e de acabamentos.

O CPSS avalia as grandes variáveis, tal como o método CPAM, e introduz catorze subcategorias (Majid, Kassim e Razak, 2015), tornando o CPSS um método mais detalhado, como se pode verificar na figura 58. As características analisadas na dimensão geral da novidade são a surpresa, a originalidade e a germinação ou o estado de desenvolvimento em relação aos outros produtos no domínio. A resolução analisa a utilidade ou praticidade, a lógica na adequação e o sentido que o produto faz. O valor, a elaboração e a síntese, analisam a orgânica do objeto e a característica do ser bem elaborado, assim como a elegância estética, a complexidade e a compreensão. No CPSS, a avaliação é feita por um grupo de avaliadores, juízes, que atribuem um valor às características analisadas e divididas em cinquenta e cinco pares de adjetivos, que significam as variáveis e que caracterizam os produtos. Esta avaliação é processada num formulário com uma escala de Likert de sete valores.

²⁸⁷ A elaboração e síntese foram mais tarde designadas por estilo (Besemer, 2003).



- | | |
|---|---|
| 1 | Surpresa - quando o produto mostra a inesperada informação ao utilizador |
| 2 | Original - quando o produto demarca-se por ser inusual e infrequente no universo |
| 3 | Orgânico - o produto tem o senso de completude ou perfeição. As partes funcionam juntas. |
| 4 | Bem trabalhado - procura da qualidade para satisfazer o alto nível de desempenho |
| 5 | Elegante - o produto mostra a solução aperfeiçoada e de forma compreensível |
| 6 | Lógico - o produto segue as regras aceitáveis e percebidas no domínio onde outros produtos cumprem a função |
| 7 | Útil - o produto é claro nas suas funções e prático |
| 8 | Avaliável - o produto é julgado pelo cumprimento da necessidade física, social, pessoal e psicológica |
| 9 | Compreensível - o produto é avaliado numa forma compreensível através da comunicação "user friendly" |

Fig. 58 - Gráfico do método CPSS de Besemer and O'Quin's para avaliação dos produtos criativos. Adaptado de Majid, Kassim e Razak (2015, p.258).

2. O consensual Assessment Technique (CAT), de Amabile (1982), é um método para avaliar a performance criativa tendo em conta (para a avaliação da prestação criativa da produção de um projeto de design) as variáveis de novidade, apropriação, técnica, harmonia e as características qualitativas artísticas. A avaliação é processada por um conjunto não limitado de avaliadores²⁸⁸ especialistas no domínio, que utilizam uma escala de cinco valores para classificar a prestação desenvolvida. Contrariamente ao modelo CPSS que avalia o momento inicial do projeto na execução do esboço (mas que aborda aspetos mais avançados de síntese), o CAT avalia o processo na sua totalidade, tendo como objeto a classificar o desenvolvimento do conceito até à arte final. Como a análise do trabalho criativo é subjetiva, a avaliação, em vez de ser construída em torno das escalas convencionais, utiliza os saberes e a apreciação crítica dos avaliadores.

²⁸⁸ No método CAT não é pedida quaisquer explicações ou defesa aos juízes sendo que, é apenas contabilizado para a quantificação dos casos, o sentido pessoal dos especialistas em termos dos seus conhecimentos e experiência. A confiabilidade segue o padrão da média de respostas obtidas pelo quadro de avaliadores que de acordo com os autores é um processo válido dizendo "Over 20 years of research have clearly established that product creativity can be reliably and validly assessed based upon the consensus of experts" (Hennessey e Amabile, 1999, p.348).

Quanto maior o número de avaliadores, maior será a confiabilidade do processo avaliativo, por existir uma maior diversificação de respostas que, de certo modo, podem mostrar padronizações ou tendências para obter uma classificação média.

No CAT, as variáveis da novidade e da originalidade estão relacionadas com as classificações da criatividade, e as variáveis do rigor técnico, organização e a estética foram relacionadas com os bens técnicos. As características avaliadas na criatividade foram a nova estilização dos materiais, a ideia como nova, a preferência, a variação de formas, a simetria, o detalhe e a complexidade. Ao nível dos bens técnicos, as características avaliadas foram o planeamento, a organização, a limpeza e o equilíbrio das formas, o posicionamento correto das formas, as cores, a ação de representação e a expressão. Para Baer e McKool (2009), a técnica utilizada no CAT é muito simples, sendo dirigida em dois momentos distintos. No primeiro momento, é pedido aos participantes para criarem algo, seja um poema, uma história, uma montagem, composição ou um design experimental, e o segundo momento de avaliação implica a constituição um quadro de júri no domínio, onde é pedido para os trabalhos serem avaliados segundo um protocolo que estabelece a igualdade das questões. A avaliação dos especialistas é independente e as escalas utilizadas no método são várias, mediante o tipo de objeto da criatividade que se pretende estudar.

3. Students Product Assessment Form (SPAF), de Renzulli e Reis (1981), serve para avaliar as variáveis da originalidade aplicada a um projeto, objetivos encontrados, familiaridade com o problema, durabilidade, atenção ao detalhe, tempo, espaço, energia e contribuição original. O processo é realizado com a aplicação de um formulário no início da sessão, definindo os objetivos para a resolução do problema e que, posteriormente, vem a ser comparada com os resultados para verificar se os objetivos foram cumpridos. A resposta ao formulário de avaliação do resultado do exercício efetuado pelo aluno, recorre a professores, *stakeholders* ou especialistas que, de uma forma independente ou coletiva, produzem uma classificação sobre cada critério. No método SPAF, cada item do formulário corresponde às questões projetadas sob um conceito base que determina o grau da característica a avaliar, a descrição do item que descreve como se pode refletir na avaliação dentro do contexto desse item e a exemplificação para explicar o que se pretende e como se processará a avaliação, para que não existam dúvidas. A importância da descrição e dos exemplos determina uma confiabilidade dos resultados dos avaliadores. O método é ainda aplicado, verificando todo o desenvolvimento concebido no processo de trabalho, e é avaliado por um quadro de júri que avalia os parâmetros ou itens que determinam os aspetos do projeto, como por exemplo o foco no problema, diversidade de pontos de recolha

de informação, ação de orientação, originalidade de ideias, atenção aos detalhes, contribuição original, entre outros. Consoante o objeto de análise, as características são delineadas conforme a avaliação pretendida para os objetivos da investigação. No final do formulário, existe a possibilidade para os avaliadores poderem expressar um comentário sobre o objeto de avaliação, para que possam ser reforçados os resultados classificados.

Renzulli e Reis (ibid, pp. 155-159) apresentaram um exemplo de um formulário tipo onde foram avaliadas nove características com subparâmetros, descritas detalhadamente e quantificadas através da utilização de uma escala de cinco valores. O formulário de avaliação é atribuído a um júri que, sob este método, é aconselhável ser constituído pelo professor que dirigiu o processo, um avaliador que é especialista no domínio do trabalho proposto e um elemento externo independente à escola e que não conhece o projeto desenvolvido.

4. Innovative Characteristics, de Saunders, Seepersad e Hölttä-Otto (2009), surgiu da necessidade de encontrar um método que ajudasse a engenharia de produto a criar segundo as premissas “(...) truly innovative, successful product” (p.2)²⁸⁹. Sob a perspectiva dos autores, este tema, sendo de enorme importância, deveria ser um foco de investigação mais explorado, porque remete para a optimização dos investimentos em torno da produção, da economia de recursos e dos esforços dispensados para colocar os produtos nos mercados. Como afirmaram, existem numerosos fatores que podem influenciar o sucesso ou insucesso de um produto, e o estudo de Cooper (2005) evidenciou que só apenas pouco mais de 50 por cento dos produtos desenvolvidos consegue entrar nos mercados e só uma ínfima percentagem consegue manter-se relativamente à pressão da concorrência, estabelecendo as cotas de mercado e garantindo a amortização dos custos envolvidos e a obtenção de lucro. Sobre a preocupação sobre este fenómeno, Saunders, Seepersad e Hölttä-Otto (2009) escreveram: “Making a successful product is difficult. In fact, a large number of products introduced to the market fail within the first few years” (p.1)²⁹⁰ e, neste propósito, centraram a sua investigação, procurando saber de que forma os engenheiros projetistas podem melhorar o desenvolvimento dos produtos, para que sejam bem-sucedidos. A vantagem competitiva e a inovação foram os dois fatores determinantes para a projeção do sucesso dos produtos e os investigadores propuseram um método de identificação e o estabelecimento de um conjunto de características que determinam o nível de inovação dos

²⁸⁹ Tradução livre do autor: “(...) Produto verdadeiramente inovador e de sucesso” (Saunders, Seepersad e Hölttä-Otto, 2009).

²⁹⁰ Tradução livre do autor: “Fazer um produto de sucesso é difícil. De fato, um grande número de produtos introduzidos no mercado falha nos primeiros anos” (Saunders, Seepersad e Hölttä-Otto (2009, p.1).

produtos. No primeiro passo geraram uma lista de características de inovação designadas ao nível da engenharia. O segundo passo determinou um processo de seleção dos produtos inovadores no mercado (produtos de sucesso) para serem analisados segundo as características identificadas. No terceiro passo realizaram a análise dos produtos, cruzando a informação das características do primeiro passo.

No estudo que efetuaram, os autores analisaram noventa e cinco produtos inovadores e premiados, procurando saber o que destacou estes produtos em relação aos concorrentes. Descobriram que os produtos mais inovadores foram todos aqueles que apresentaram uma maior interação com o utilizador e com o meio ambiente. Para classificarem os produtos analisados, utilizaram uma escala definida por um conjunto de características (ver fig. 57) que comparou a funcionalidade, a composição do produto, a interação ambiental, a interação com o utilizador e o custo. A funcionalidade, verificada pela função adicional, é uma característica que permite que o utilizador possa perceber um novo problema e realizar uma nova função, implicando uma ação de interação diferenciada dos princípios originais e das características funcionais do produto. A característica da composição foi analisada pela modificação das dimensões, na qualidade de ser uma variável ligada à usabilidade. A necessidade de aumentar ou reduzir as dimensões para recolha e armazenamento é uma característica inovadora, como no caso das tesouras de corte dos galhos, que aumentam o comprimento dos cabos para se poder gerar a maior desmultiplicação das forças e reduzir as dimensões do objeto no fim da operação, para ser mais fácil de arrumá-lo. A ação deste tipo de produtos é alterada pela capacidade de expansão e compactação que promove uma melhor performance da forma/função. Na composição, a modificação do *layout* físico é realizada pela criação de um novo tratamento envolvente, mas os elementos integrantes e estruturais do produto mantêm-se. A modificação do *layout* físico tem vários propósitos, como a garantia de adaptação aos novos gostos, o melhoramento do modo comunicativo e da perceção do produto, e a maior interação com o utilizador. A expansão do ambiente físico de utilização indica a versatilidade que o produto tem em adaptar-se a novas situações dado as suas características físicas.

O caso dos smartphones criados pela empresa CAT (Caterpillar) desenhados para ambientes vários e que primam pela resistência, deixam em aberto a possibilidade de o telemóvel ser utilizado em formas não convencionais, como por exemplo ser arremessado, pendurado, atropelado. A característica de interação ambiental define-se pela modificação do fluxo material, corresponde à geração de um novo material para que o produto cumpra uma melhor performance, ou apenas a melhor forma de utilização do material. A modificação do fluxo

energético é também uma característica de interação ambiental e designa a alteração da fonte de energia utilizada ou a conversão da energia atual do produto, numa outra forma de energia como por exemplo o caso dos relógios de pulso que trabalham com a energia cinética do movimento do braço, evitando a energia elétrica das pilhas, ou os autocarros que circulam pelas cidades, que por uma razão de economia e redução de poluição, passaram a utilizar o combustível a gás. Parte dos equipamentos eletrónicos deixaram de funcionar com a energia das pilhas, para terem incluídas baterias recarregáveis e o motor de combustão está a ser gradualmente substituído por motores elétricos e magnéticos.

A modificação do fluxo de informação implica que a informação que é recolhida, analisada, sintetizada e aplicada num determinado contexto, altera-se na sua sequência e nos resultados, de uma forma intencional ou ao acaso, numa situação de mudança de direcionamento do projeto. A interação com a infraestrutura tem a ver com a capacidade de interação do novo produto com a infraestrutura anterior, por exemplo os jarros de filtragem de água alteraram a sua forma e os materiais de produção, mas, no entanto, alguns mantêm o encaixe e o mesmo tipo de filtro. A característica de interação com o utilizador divide-se em procura pela mudança física para tornar o produto fácil de usar através das diferenças incrementais.

A procura da modificação sensorial verifica a maior característica de se gerar uma maior facilidade na utilização do produto, implementando-se diferenças que interajam com o estado sensorial do utilizador, como por exemplo a aplicação de uma textura ou a aplicação de uma cor viva, numa zona que se quer chamar a atenção. A procura da modificação mental para a compreensão da forma de utilizar o produto é verificada através da aplicação de diferenças incrementais nesse sentido, como a redução do número de operações, a simplificação das formas das interfaces, a rápida leitura e memorização e a acessibilidade. Os custos, dividindo-se em custo de venda e de produção, são verificados pela diferença.

A apreciação é feita por comparação de produtos, por um quadro de júri que atribui uma resposta na escala nominal, sim ou não.

Características de Inovação dos Artefatos

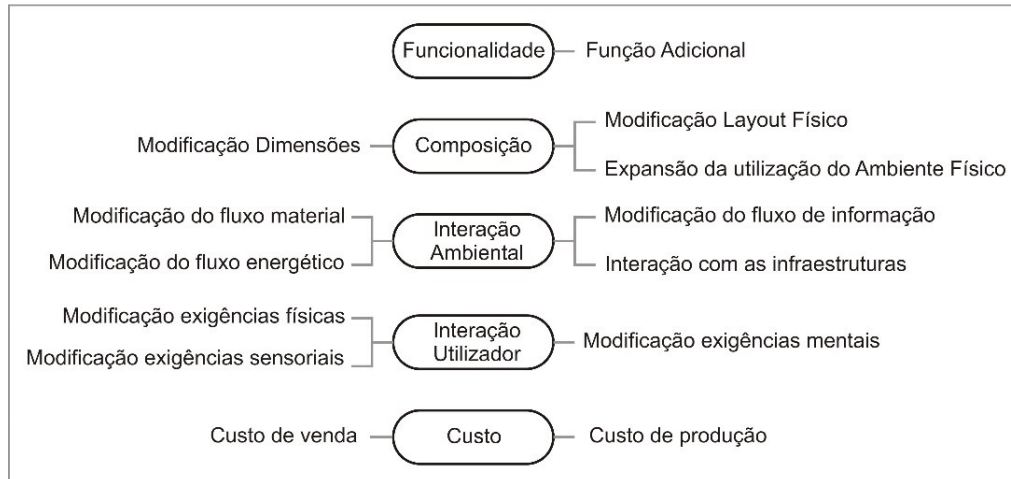


Fig. 59 - Caraterísticas de inovação de Saunders, Seepersad e Hölttä-Otto.

Fonte: adaptado de Saunders, Seepersad e Hölttä-Otto (2009, p.4).

5. Quality Scale de Linsey (2007), em “Design-by-Analogy and Representation in Innovation Engineering Concept Generation, foi apresentado como um método de avaliação da qualidade que se inspirou em Shah et al. (2003) na medição da viabilidade dos conceitos. A característica da qualidade foi medida pela visibilidade técnica, as dificuldades técnicas e as soluções existentes. Neste método, são verificados todos os esboços de ideias concretizadas, e a avaliação é feita por um quadro de júri constituído por dois elementos, entre os quais um dos avaliadores desconhece as condições tanto da experiência como da hipótese. A escala de avaliação é gerada através de um quadro formado por um protocolo que determina a possibilidade de resposta positiva (1) ou negativa (0).

6. SAPPPhIRE Method de Chakrabarti et al. foi experimentado em 2005, tomando como princípio de que “Creativity is regarded as a core ingredient of innovation as it enhances the possibility of generating superior products. The core components of creativity are novelty and usefulness and a direct measure of creativity should be in terms of measuring these componentes” (Sarkar e Chakrabarti, 2007, p.1)²⁹¹, avaliaram o grau de novidade nas subvariáveis de ação, estado, fenómeno físico, órgãos, *inputs* e parts como descrito no subcapítulo 5.3.5.1. O SAPPPhIRE Method nasceu da necessidade de avaliar a novidade, a utilidade e a criatividade vista pela relação entre

²⁹¹ Tradução livre do autor: “A criatividade é considerada um ingrediente essencial da inovação, pois aumenta a possibilidade de gerar produtos superiores. Os componentes centrais da criatividade são novidade e utilidade e uma medida direta da criatividade deve ser em termos de mensuração desses componentes” (Sarkar e Chakrabarti, 2007, p.1).

os dois fatores. Avaliou o grau da novidade por uma relação de relevância de elementos que demonstram a diferenciação em relação aos produtos existentes, e a utilidade através do grau de importância da função, aceitação pelos utilizadores, tempo de utilização e os benefícios do produto. A avaliação toma como princípio a análise de todo o desenvolvimento do esboço de representação dos conceitos e o produto, é avaliado através da padronização de métricas delineadas por critérios definidos sob a forma de um protocolo²⁹², e quantificadas pela noção de valor de um conjunto de juízes especializados no domínio do problema.

7. Evaluation of Innovative Potential (EPI), de Justel (2008), avalia a importância de cada requisito ou necessidade pelo desempenho (grau de satisfação de cada requisito), novidade (verificada pela condição do diferenciamento), que pode ser moderado ou muito inovador. A análise foca-se no desenvolvimento dos esboços nas primeiras fases do processo e é avaliado por um quadro de juízes avaliadores que avaliam através de três escalas diferenciadas. O método (EPI), de acordo com Oman et al. (2013), foi modificado por Chulvi et al. (2011), para avaliar a criatividade, utilizando parâmetros de avaliação como a importância de cada requisito, o grau de satisfação de cada requisito e a novidade que foi classificada em quatro critérios de zero a três valores, em que o (zero) corresponde aos conceitos não inovadores, o (um) corresponde a inovação incremental, o (dois) corresponde à inovação moderada e o (três) determinando a inovação radical. Os parâmetros foram avaliados por um quadro de júri que verificou os resultados dos trabalhos utilizados por um grupo de elementos constituído por estudantes de doutoramento ou profissionais. No estudo de Chulvi et al. foi, no entanto, descoberta a dificuldade que os avaliadores sentiram em avaliar a utilidade dos conceitos assim como fazer a distinção entre a novidade e a criatividade segundo os critérios definidos.

8. O Creative Product Inventory, de Taylor (1975), avaliou os produtos criativos com sete critérios baseados na geração de hipóteses e dos primeiros princípios; a produção de novas ideias, promovendo a reformulação de alguns elementos promovendo a mudança ou as alterações; a originalidade, analisando-se o grau de utilidade do produto e a diferenciação ou infrequência; a relevância ou valor que verifica até que ponto o produto satisfaz a solução na resolução do problema; o hedonismo que relaciona o grau de atração, persuasão ligada ao prazer, interesse e

²⁹² No SAPPPhIRE Method, o maior número de parâmetros diferenciados que distinguem os produtos, determina o maior ou menor grau de novidade. O nível muito elevado significa que os produtos diferem na ação; o alto nível de novidade respeita a mudança de estado com os inputs ou que se diferencia no conjunto das partes ou órgãos, com os efeitos físicos ou fenómenos físicos e com a mudança de estado; médio nível de novidade corresponde à diferenciação dos produtos pelo efeito físico ou fenómeno físico com órgãos ou partes; o baixo nível de novidade os produtos diferenciam-se apenas no componente do fenómeno físico ou componente físico ou apenas nas partes ou órgãos.

entrega; a complexidade, que avalia o grau de alcance e de percepção em relação ao produto; a conclusão que é entendida como uma negação da complexidade, verificando a simplicidade do número de elementos com a unificação e a integração.

A comparação dos métodos de avaliação das hipóteses que levam à formulação do conceito foi também estudada por Oman e Tumer (2013, p.73), com os seguintes métodos de referência:

1. Shah's Metrics, de Shah e Kulkarni (2000), verificou as variáveis de qualidade, quantidade de ideias, novidade e variedade. A avaliação, segundo o método, é realizada por um painel de especialistas que analisa os esboços ou os protótipos produzidos e a avaliação é feita para cada categoria e por comparação dos vários conceitos disponibilizados pelos alunos. O processo de avaliação consiste na separação de como cada conceito satisfaz os requisitos funcionais e o número de ideias geradas.

2. Shah Refined Metrics, de Nelson (2009), que igualmente avaliou a qualidade, quantidade de ideias, novidade e variedade, apresentou o método de avaliação realizado por um painel de especialistas, com uma melhoria relativamente ao método de Shah Metrics, que consistiu na aplicação de métricas para combinar a variedade com a novidade.

3. Adjust Linkography, de Van der Lugt (2000), representou uma alteração na análise e avaliação da linkografia de Goldschmidt (1990) que propôs um método para avaliar a produtividade do projeto. O método de Van der Lugt determina a avaliação da densidade das conexões pelo número de ligações e o número de ideias, bem como o tipo de conexões e o índice de autoconexões. O processo consta de um "design meeting" em que os alunos graduados são participantes e produzem os conceitos através dos desenhos de esboço e apontamentos escritos. A avaliação é feita por métricas que determinam o quanto são relacionadas certas soluções funcionais, apresentadas sob a forma de gráficos.

A Linkografia de Goldschmidt (1990) foi desenvolvida como um sistema alternativo em relação à coleta e avaliação dos dados dos protocolos clássicos de análise e, deste modo, não utiliza um sistema de codificação, mas um processo de conexão das unidades que são as inferências processadas nas análises dos protocolos verbais. O grande objetivo deste método é o estudo das atividades cognitivas do designer para avaliar a produtividade criativa²⁹³. Cada unidade de conversação, corresponde a um movimento ou passo que significa a transformação do projeto

²⁹³ Ver a explicação mais detalhada em "Design Behavior Measurement by Quantifying Linkography in Protocol Studies of Designing" (Kan e Gero, 2005).

em relação ao seu estado anterior. As conexões entre as unidades de conversação refletem o processo do raciocínio, enquanto se delineiam os primeiros conceitos de solução.

A matriz é formada pelas conexões entre as unidades que estão relacionadas (marcadas com uma ligação ou nó), e as que não têm qualquer ligação que se mantêm com uma linha. A conexão dos movimentos parte do discernimento do avaliador e, por este motivo, não se consegue dois tipos de linkografias iguais entre avaliadores que verificam o mesmo caso. Yamamoto et al. (2009) fizeram referência à confiabilidade do processo, referindo que, sendo as unidades conectadas baseadas no senso comum dos avaliadores, o processo em si não é reproduzível e nem repetível. Da mesma forma, para os autores, os protocolos verbais são analisados com uma natureza superficial porque tomam em consideração apenas os conceitos explícitos que apareceram no protocolo e não os implícitos que estão na mente dos participantes.

A linkografia permite visualizar um padrão de conexões e mede as propriedades perante um conjunto de variáveis que são índice de conexões, proporção de links por unidade de conversação que se tiverem um elevado número de conexões são chamados de unidades críticas. O gráfico de conexões pode apresentar tipos de matriz que são compostas pelos “chunks” ou pedaços que surgem na linha dos movimentos sem ligação uns com aos outros e não representam quaisquer ligações. A “web” ou teia que apresenta um elevado número de ligações num número pequeno de movimentos de “sawtooth” ou serrilha, quando existe uma sequência contínua de movimentos e que estão apenas relacionados um a seguir ao outro e não alternadas para constituir a rede.

Existe também o caso de não haver sequer quaisquer ligações, o que representa que todos os movimentos não estão relacionados e não existe uma convergência de momentos. Este tipo de gráficos de conexão é fraco e não demonstra quaisquer oportunidades para o desenvolvimento das ideias. O gráfico do tipo serrilha indica uma progressão do processo, mas sem desenvolvimento.

No gráfico do tipo teia, existem duas situações distintas em termos de produtividade de ideias. A primeira é a situação em que todos os movimentos de uma unidade de conversação estão conectados, o que demonstra uma baixa oportunidade para o desenvolvimento das ideias, mostrando a cristalização do processo; e a segunda em que esporadicamente há uma conexão dos movimentos que representam a oportunidade para o desenvolvimento de boas ideias. Neste processo, poder-se-á considerar que as transformações laterais estão associadas aos dentes de serra (sawtooth) e aos pedaços (Chunk) e as transformações verticais à constituição das teias (ver figuras 60-64). Os dados quantitativos são obtidos pelo índice de conexões e o número de

transformações, verticais, laterais. O índice de produtividade é verificado no rácio entre o número de ligações e os movimentos.

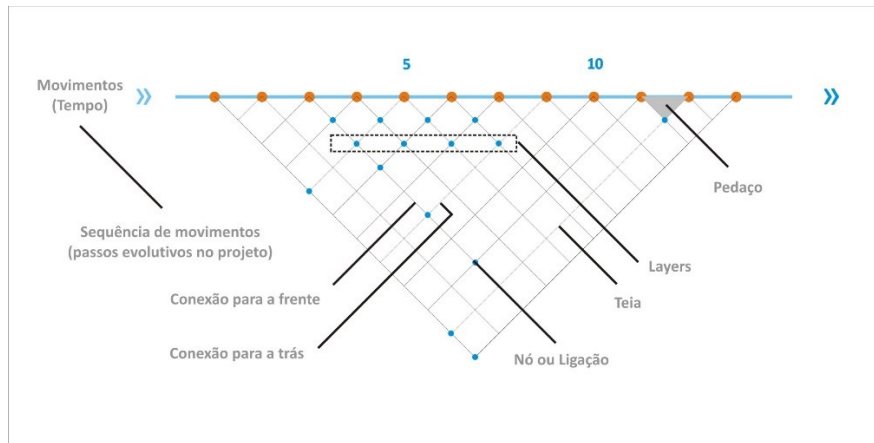


Fig. 60 - Esquema linkográfico de Gabriela Goldschmidt.



Fig. 61 - Linkografia, movimentos não relacionados sem convergência de ideias = baixa oportunidade para se desenvolverem boas ideias.

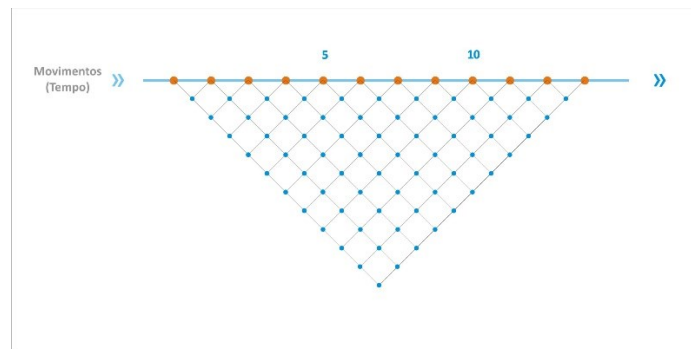


Fig. 62 - Linkografia, todos os movimentos relacionados = ligação prematura ou fixação de uma ideia, baixa oportunidade para se desenvolver boas ideias.



Fig. 63 - Linkografia, movimentos relacionados apenas com os anteriores = processo progride, mas com poucas oportunidades para boas ideias.

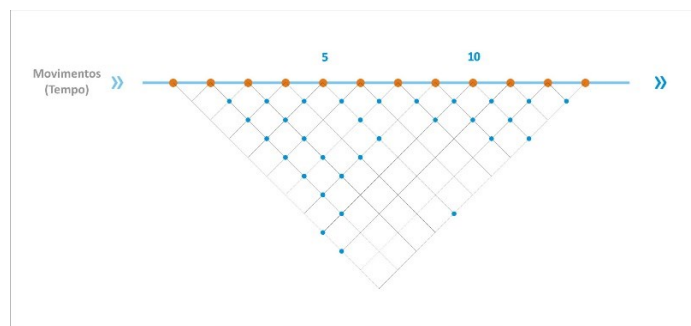


Fig. 64 - Linkografia, existe o relacionamento, mas não total = boas oportunidades para o desenvolvimento de boas ideias.

Porém este método mereceu algumas reservas²⁹⁴, porque o método de estruturação do gráfico de conexões das ações é ambíguo (baseado no senso comum) e, quando analisado por indivíduos diferentes, podem surgir várias interpretações concordantes ou discordantes. Para colmatar este problema, Gürsoy (2010) aplicou, no seu estudo, maior confiabilidade, aumentando o número de observadores e de registo linkográfico, e utilizou a técnica de cruzamento e de repetição do processo num período mais tarde, para verificar as divergências e estruturar um padrão de resultados, tornando-o mais confiável e válido.

4. Modified Linkography, de Vidal (2004), verifica o número de ideias com viabilidade, o número de ideias rejeitadas, o número de ideias não relacionadas e o número global de ideias. Neste método, é avaliada a primeira fase de construção dos primeiros princípios e a representação por esboços dos primeiros conceitos. O método utiliza a determinação de como certas soluções funcionais estão em relação umas com as outras, analisando a densidade de conexões das variáveis. A avaliação é métrica, recorrendo à colaboração de softwares estatísticos como o SPSS.

²⁹⁴ Yamamoto et al. (2009), apresentaram um método alternativo (ao linkográfico), o virtual modelling of concept generation process, por considerarem que os diferentes backgrounds dos avaliadores produzem vários esquemas linkográficos e porque o processo de Gabriela Goldschmidt não contempla os tipos de pensamento não explícito (latent concepts).

5. Lopez-Mesa's Metrics apresenta um vasto número de critérios de avaliação das variáveis ou de relação a ideias produzidas pela variedade, quantidade, novidade e viabilidade. A variedade integra um número global de soluções diferenciadas nas suas características, a quantidade é o número global de situações ou soluções alternativas, a novidade analisa a percentagem de soluções geradas por muito poucos participantes e que se destacam pela introdução de elementos não encontrados nas outras soluções, a viabilidade é analisada pelo tempo dedicado à descoberta da solução e da reflexão.

As respostas aos desafios são recolhidas na fase de esboço e prototipagem e o processo de avaliação é proporcionado por um painel de júri que segue um protocolo com métricas definidas. No artigo "Novelty Metrics in Engineering Design Experiments", Lopez-Mesa e Vidal (2006, p.557) apresentaram uma descrição de como foi medida a inovação, a criatividade e a novidade nas áreas da psicologia, gestão e engenharia, destacando-se o teste psicométrico KAI (Kirton Adaption Innovation)²⁹⁵, utilizado para estudar a forma de resolução de problemas dos indivíduos em geral. Os critérios que Lopez-Mesa e Vidal utilizaram para medir a novidade foi a quantidade, medida tendo em conta o número de alternativas das soluções propostas, a variedade que considerou o número de soluções alternativas que respeitam a funcionalidade, a estrutura conceptual e o detalhe dos conceitos. A qualidade é vista pelos investigadores, como relacionada com a viabilidade do projeto e deste modo avaliaram o nível de aprofundamento da ideia numa relação com o tempo dedicado à composição das soluções e o número de reflexões produzidas nesse período. A novidade foi analisada tomando como referência a realização de algo diferenciado, consistindo na mudança parcial ou total das suas características.

Para avaliar o grau de novidade no primeiro método, tomaram como métrica uma escala de quatro tipos de alterações que representaram as várias proposições. O primeiro tipo demonstrou que novas partes podem ser adicionadas para mudar as características. O segundo tipo consistiu em estruturar um conceito completamente alterado. O terceiro tipo envolveu apenas o acrescentar de mudanças nas características do projeto, mantendo o conceito. O quarto tipo implicou a alteração quer do conceito, quer das características. A avaliação foi estruturada realizando uma comparação entre os vários grupos e participantes, verificando-se, no primeiro método, o número de alternativas que estão ligados aos tipos de alteração enunciados. Os tipos três e quatro são partes mais reativas e que indicam grandes mudanças, e deste modo representam uma maior percentagem de novidade. No segundo método, o que é avaliado é a

²⁹⁵ O KAI é um método aplicado à medição de soluções dos problemas que podem ser compreendidas como adaptativas ou inovadoras.

não evidência das soluções (distanciamento), que são verificadas por comparação das soluções, ou seja, se houve um elevado número de soluções idênticas (pela semelhança), é um indicador de pouca novidade. Os parâmetros utilizados para a avaliação foram a forma, a estrutura do conceito e o detalhe.

6. Sarkar Metrics, de Sarkar (2006), avaliou os fatores da quantidade e qualidade pela dimensão e o tipo de espaço do design explorado, da representação da solução que é verificada pelo número de esboços e descrições que demonstram as soluções, da variedade que é a comparação das ideias mais ou menos semelhantes. A coleta de dados é realizada na fase inicial do processamento dos esboços e a avaliação é baseada em métricas que são avaliadas por um painel de júri, contando-se o número de conceitos que respondem às variáveis.

7. Virtual Modelling of Concept Generation, de Yamamoto et al. (2009), foi um método gerado para encontrar a natureza do processo de formação dos conceitos, pela procura de um padrão efetivo do pensamento para a ação criativa. Para o estudo efetuado, os autores consideraram o espaço onde se estrutura a cadeia de conceitos, focando-se em duas variáveis: a estrutura do pensamento e sensibilidade e a área dos conceitos latentes ou conceitos que não são explicitados. O modelo em si é visto como um meio para aumentar a criatividade e o processo de design, contrariamente a muitos estudos, não é visto como um “problem solving”, mas como um “generation process concept”.

O estudo debruçou-se sobre a forma de encontrar os padrões efetivos do pensamento, através da verificação da cadeia de conceitos explícitos e implícitos formados no espaço do pensamento. Os conceitos são aplicados num espaço virtual de pensamento, analisados num software específico “Pajek” que compara os padrões efetivos nas redes semânticas (estrutura do espaço do pensamento). O processo consiste na verificação da rede ou caminho de que se estabelece entre os conceitos base (análise) estruturados, que são trabalhados e desenvolvidos na geração de novos conceitos no chamado *virtual thinking space*, e que estão ligados às características da ideia de design. As características são descritas pelos participantes e são termos que explicam a ideia, mas não são a ideia final.

No fim do processo, é extraída a estrutura (rede) do espaço de pensamento da rede de pensamento virtual. O espaço da rede semântica é composto pela relação semântica entre palavras e que corresponde ao processo de geração do conceito, através dos caminhos que vão dos conceitos base às características da ideia. Os conceitos que se encontram entre a rede que vai dos conceitos base às características da ideia, são os “virtual concepts”, constituídos por conceitos latentes e explícitos. A conexão ou percursos dos pontos entre os conceitos base, conceitos

virtuais e as características da ideia, definem uma rede que é o espaço do pensamento virtual (foi mencionado no fim do parágrafo anterior). Os multipercursos são promovidos pela polissemia dos conceitos dispostos no espaço virtual.

A sequência do método consta de quatro passos:

1. Procuram-se os percursos entre os conceitos base e as características da ideia de design. A ligação existe apenas entre as palavras que representam os conceitos base e as características da ideia;
2. A extração dos conceitos virtuais é feita sob cada percurso desenvolvido na primeira fase;
3. A representação da rede nos conceitos virtuais é feita através da conexão entre os conceitos virtuais e os conceitos base e as características da ideia de design;
4. Extraí-se apenas a rede que resulta do pensamento virtual que é chamada de estrutura do espaço do pensamento, que é analisada pelo “Pajek” para quantificar os resultados pela análise estatística.

Na conclusão, os autores verificam que a expansão do espaço do pensamento (*virtual thinking space*) durante o processo de design, é equivalente à possibilidade de encontrar um padrão efetivo para a criatividade. Concluíram ainda que a polissemia das palavras “(...) play an important role in the expansion of the thinking space; this is similar to divergent thinking” (Yamamoto et al. 2009, p. 108). O número de nós no *thinking space* tem uma forte ligação com a originalidade, mas a quantidade de linhas que os conectam, quando surgem em grande número, representam um afetar das ideias. Para Yamamoto et al. (2009,), “This finding suggests that the factors that affect the creativity of a design idea are closely related to the structure of the thinking space” (p.110).

Muitos são os estudos que verificam a análise da criatividade (ver a Quadro 4), como uma característica que pode melhorar o desempenho de uma determinada tarefa ou construção de um conceito (Sternberg, 2005; Preker et al., 2006). A criatividade no processo de design é, no entanto, direcionada para o campo do desenvolvimento da ideia enquanto processo, e entende principalmente a criatividade como um resultado bem estruturado que confere a qualidade às ideias produzidas (Van Der Lugt, 2003).

Na literatura sobre a criatividade no design, verificamos que grande parte dos estudos assenta os seus objetivos em torno da originalidade e apropriação, novidade, utilidade, surpresa marcante no efeito provocado no designer ou nos avaliadores (no domínio), e concentram-se no estudo

das habilidades cognitivas e do comportamento observável, da personalidade, dos elementos influentes e do produto.

Estudos da criatividade por autores adaptado de Rhodes (1987) e Askland, Ostwald, Williams (2010)	
Pessoa/Designer/ Cognição/Criação	Casakin, Kreitler (2005); Coyne, Snodgrass (1991), Durling (2003), Kolodner, Willis (1996), Meneely, Portilo (2005), Cross, Dorst, Christiaans (1996), Cross (2001), Schön (1993), Sternberg, Lubart (1999), Amabile (1998), Tversky (2010), Tschimmel (2010), Boden (2001, 2004), Guilford (1994), Rosenman, Gero (1993) Goldschmidt (2011), Nagay, Taura (2010), Acuna, Sosa (2011), Gero, Maher (1993), Csikzentmihalyi (2007), Kröper et al. (2010), Liikanen, Perttula (2008), Goldschmidt, Tatta (2005); Van Der Lugt (2003)
Processo criativo	Akin, Akin (1996), Cross (1997), Cross, Clayburn (1995), Dermikan, Hasirci (2007, 2009), Garvin (1964), Hertz (1992), Kin et al. (2007), Kin, Shin, Jin (2005), Korth (2000), Almendra (2010)
Produto criativo	Kin et al. (2007), Mc Laughlin (1993), Bassemer (2006), Sarkar, Chakrabarti (2007), Albert, Tullis (2013)
Pressão e ambiente	Amabile (1998), Amabile et al. (1996), Figer, Bilda, Maher (2006)
Conhecimento baseado nos sistemas sem criatividade	Gero, Maher (1993), Mitchell (1993), Rosenman, Gero (1993), Maher (2010)
Metodologia de design e processo projetual criativo	Dorst (1997), Cross (2001, 2006), Dorst, Cross, Christiaans (1996), Manzini (1993), Snodgrass, Coyne (1997), Stolterman (2008), Bonsiepe (1992), Schön (1983), Lawson (2006)
Novas metodologias no processo criativo do design e ensino	Duarte, Celani, Pupo (2012), Oxman (2007, 2008), Figer, Bilda, Maher (2006), Williams, Askland (2011), Gürsoy (2007), Walther, Robertson, Rad Cliffe (2007), Cheow (2002, 2006), Zhu, Dorta, Paoli (2011), Romeike (2007), Walther et al. (2007), Cheow (2010), Robertson, Rad Cliffe (2009), Ibrahim, Rahimian (2010), Zhu, Dorta, Paoli (2007)
Instrumentos conceituais no design	Harvard (2004), Gürsoy (2010), Dunn (2007), Cannaerts (2009), Knoll, Hechinger (2005), Acuna, Sosa (2011)
Instrumentos avaliação no design	Goldschmidt (1990, 2010), Kan, Gero (2005, 2008), Gero (2011), Laurel (2003), Svenson (2003), Cross (2001), Creswell (2013), Nagay, Taura (2011)

Quadro 4 - Estudos da Criatividade por Áreas e Autores segundo a categorização de Rhodes (1987) e Williams, Ostwald, Haugen (2010). Fonte: o autor.

A avaliação dos estudos, como podemos verificar na comparação dos métodos de avaliação estudados por Oman e Tumer (2013), é maioritariamente associada aos métodos da avaliação subjetiva por especialistas, sob um painel de jurados que são convidados com base nos anos de experiência na área em questão (Sílvia et al., 2009; Baer et al. 2004). Os testes de medição da criatividade vista nas características do agente criador medem dois tipos de processos: os processos cognitivos como o pensamento divergente, a fluência de ideias, o pensamento analógico, a fixação ou o bloqueio, entre outros, e os processos não cognitivos que se ligam aos fatores internos como o estímulo e o prazer e os fatores externos influenciadores de um determinado comportamento como a motivação, procura da novidade, capacidade para tomar os riscos e as decisões e a influência do meio ambiente.

Cropley (2000) definiu ainda os elementos da criatividade que são aplicados aos testes para a quantificação ao nível de produto, processo, motivação e as habilidades e personalidade do agente criativo.

Ao nível do produto, os elementos descritos por Cropley são originalidade, relevância, utilidade, complexidade, compreensão, percepção, ser agradável, elegância, e bem construído e reproduzível.

Nos estudos do processo, os elementos avaliáveis são percepção e codificação das informações, fluência de ideias, reconhecimento dos problemas, combinação incomum de ideias, construção de categorias, reconhecimento de soluções, transformação, e reconhecimento de ideias, percepção dos constrangimentos do problema, elaboração e expansão de ideias.

Na análise da motivação, verificam-se os elementos correspondentes à direção do objetivo, o fascínio pela tarefa ou área de estudo, a resiliência, a capacidade de risco, a preferência pela assimetria e complexidade, a disposição para explorar o resultado, a capacidade de consulta de outras pessoas/ *stakeholders*.

Na análise da personalidade e habilidade dos agentes criativos, os elementos mais aplicados na investigação são descritos por Cropley como a imaginação ativa, a flexibilidade, a curiosidade, a independência, a aceitação de diversidade, a tolerância para a ambiguidade, a confiança nos próprios sentidos, a abertura para o subconsciente, a capacidade de trabalhar várias ideias simultaneamente, a capacidade de reestruturar os problemas, a capacidade de abstração do que é evidente.

Muitos outros elementos foram aplicados à investigação da criatividade, no entanto, muitos dos que foram enunciados são utilizados em estudos recentes devido a importância que representam para a obtenção de dados clarificadores sobre a ação criativa. Apesar de existir um vasto número de estudos sobre a criatividade divulgados na literatura, o estudo da criatividade e em especial na área do design é um campo em constante exploração visto que o sistema em si reserva grandes oportunidades para se experimentarem novos métodos que visem o aprofundamento do conhecimento da área da investigação.

Os métodos de análise e coleta de dados, também são vários, mas um número considerável de estudos utiliza o verbal protocol analysis que Tschimmel (2009) classificou como “Um dos primeiros métodos empíricos para a investigação do pensamento específico do design” (p.286).

O protocolo verbal é um processo de recolha de dados²⁹⁶, que consiste na captação de dados verbais que demonstram uma sequência de pensamento e que torna este método um processo de investigação do foro da psicologia. A natureza do processo é a verbalização do estado interno do sujeito, ou seja, o que está a pensar no momento e, por esta característica, é um método introspetivo.

No protocolo verbal, os participantes são instruídos para pensar alto para garantirem um relatório verbal fluente e para produzirem outros tipos de ações como o movimento dos olhos, gestos, expressões faciais. A forma como é feita a obtenção dos dados é significativo para os resultados. Ericsson e Simon (1983) mencionaram que, quando existe a preocupação de encontrar dados relacionados com o gerenciamento das hipóteses, não existe uma preocupação maior na aplicação das metodologias de recolha de dados. Os relatórios verbais de protocolo podem ser obtidos de dois modos: primeiro, a verbalização corrente consta do desempenho da tarefa no tempo corrente e em loco, onde é pedido ao participante para verbalizar os pensamentos enquanto projeta as suas ideias. As ações são gravadas com câmaras de vídeo (Gürsoy, 2010, p. 24). A verbalização²⁹⁷ também pode ser realizada de um modo retrospectivo, ou seja, os participantes não verbalizam os seus pensamentos no momento em que cumprem a tarefa, por forma a não restringir o ato cognitivo. Os dados são fornecidos após o protocolo, numa sessão de visualização das imagens gravadas anteriormente durante o exercício e simultaneamente reporta-se, através dos comentários, o que se pensa no momento em que se realiza a tarefa. Este procedimento parece-nos pouco fidedigno em relação à espontaneidade e naturalidade do processo, visto que a tendência dos participantes é omissão do erro e muitas vezes a ampliação ou o maior ênfase da informação considerada interessante e que beneficia a sua imagem. Ao participante não interessa mostrar as suas fraquezas. Chamamos a este tipo de situação um inflacionamento da explanação do processo cognitivo.

Ambos os métodos são orientados para a descrição do processo para a resolução do problema, o estado do problema, o planeamento e a estratégia e orientado para os conteúdos, ou seja, o que os designers pensam e recuperam da memória no momento. A informação adquirida na memória curta é diretamente utilizada na verbalização e a longa memória requer tempo de reflexão na recuperação de informações que são depositadas na memória curta. Este processo,

²⁹⁶ Ericsson e Simon (1983) explicaram que o método é aplicado para se extrair informações sobre os mecanismos do processo cognitivo.

²⁹⁷ A verbalização conhecida por "Think Aloud Method" é um método onde os sujeitos falam em voz alta, o que estão a pensar no momento em que cumprem a execução da tarefa explicando os conhecimentos que se encontram na memória longa, conjugando os conhecimentos que se adquirem no momento, a memória curta.

para Yamamoto (2009), informa sob as linhas de raciocínio e não existe a preocupação de fazer-se um discurso eloquente e completamente racional. Os sujeitos falam o que lhes vem à mente, sem qualquer interpretação ou preocupação do sentido que os conteúdos do discurso façam.

No processo Think Aloud Method, o ideal é que todos os meios sejam o menos evasivos possível para que não afetem o raciocínio construtivo necessário à execução da tarefa e o processo tem de ser sentido como um ato natural, e a criação de um ambiente propício à abstração parte de fatores como o manter a câmara a uma boa distância do participante e, se possível, escondida e organizar um espaço de trabalho onde os participantes se sintam confortáveis e livres de quaisquer pressões, como más condições de trabalho, interrupção por pessoas externas ao projeto, excessivo ruído ou quaisquer outros tipos de condições adversas ao projeto. A presença do investigador ou de um observador é intimidatória para os participantes, no sentido em que provoca a preocupação do fazer bem, pensar de uma forma racional e responder apenas ao que se sabe, o que pode reduzir substancialmente o número de inferências. O pensamento divergente e abstrato é influenciado pela falta do espaço individual, pessoal.

A sondagem verbal é diferenciada do método corrente (verbalização feita no momento) e do método da retrospectiva e do índice de detalhe do que é verbalizado, generalista ou pormenorizado. A sondagem verbal é, segundo Ericsson e Simon (1983), construída mediante o que se pretende nas respostas às hipóteses lançadas e, na instrução, são dadas informações aos participantes para discursarem em pormenor ou não, dando maior ênfase a determinados tipos de informações, ou condições de explanação. Este tipo de informação é geralmente fornecido com o briefing em que se esclarece os objetivos do estudo e as condições para a realização do protocolo.

A verbalização na análise de protocolo é uma exteriorização da informação que está na memória curta. É sabido que a utilização do processo verbal tem de certo modo influência na velocidade da execução da tarefa, podendo, em alguns casos e variando de pessoa para pessoa, restringir o pensamento. Algumas fases do pensamento realizam-se de um modo mais rápido que a própria verbalização e encontrar um sentido para o que se está a pensar pode ficar comprometido nessas situações. O ato de verbalização pode ajudar a recordar algumas informações contidas na memória longa e que se querem evidentes na memória curta para se adaptar à concetualização das hipóteses de solução para os problemas. O problema do método retrospectivo tem a ver com o tempo em que se realiza. Se o protocolo retrospectivo foi realizado muito tempo após terem sido realizadas as experiências, perde-se a informação que está contida na memória curta e a recuperação de informações fica comprometida.

Na análise de protocolo, seja pelo método corrente ou retrospectivo, é pedido aos participantes que verbalizem os seus pensamentos à medida que os mesmos surgem e não são solicitados quaisquer tipos de justificação ou explicação sobre o que estão a pensar ou a fazer ou as fases que estão a realizar. Pretende-se que representem apenas o que o cérebro está a processar, para resolver o problema, dado para se conseguir captar a ação cognitiva no modo como se estrutura o raciocínio criativo na geração dos conceitos. A verbalização durante o processo corrente é feita por unidades ou momentos de verbalização que está contida na memória curta. A codificação é feita por segmentos que representam os estados do problema, revelando a sequência do processamento do pensamento.

Yamamoto et al. (2009) e Nagai, Taura e Sano (2011) teceram críticas aos processos do pensar alto e da análise verbal, referindo que proporcionam uma maior dificuldade de verbalização dos contextos, porque o processo é um pouco intimidatório, e parte dos conceitos são perdidos porque, entre o pensar, descrever o pensamento e realizar a tarefa, existe um desfasamento temporal porque o pensamento é mais rápido que o ato de descrever ou realizar algo, e porque o processo de verbalização em voz alta modifica o raciocínio ou por inibição, ou por alteração provocada por vários fatores, como o esquecimento de algumas estruturas de pensamento, um menor aprofundamento da recolha de informação da memória longa por falta de tempos de reflexão, enquanto prevalece a preocupação em verbalizar e o receio de dizer algo errado perante o registo em vídeo.

Os métodos que Yamamoto et al. apresentaram “Virtual Model of Concept Generation” e Nagai, Taura e Sano, “Descriptive Model”, não captam a espontaneidade do processo em tempo real. O Descriptive Model sendo uma alternativa que consiste na escrita de um relatório retrospectivo, permite uma reflexão profunda, mas, como referido anteriormente, também inflacionada e pouco natural em relação ao que se está a estruturar cognitivamente no momento em que se processa a resolução do problema. A performance descrita pode ser evidenciada em aspetos que não correspondem aos verdadeiros factos acontecidos durante o estudo.

A análise de dados verbais (Chi, 1997) surge como uma adaptação à análise de protocolo ou pensar alto, mas é diferente nos conteúdos que extrai. A análise de protocolo verbal não tem por objetivo o “(...) tentar inferir o que está dentro da mente do sujeito, limita-se à análise daquilo que é dito” (Perry, 2010, p.71), a análise de dados verbais pretende recolher dados do processo cognitivo durante a realização de uma tarefa. As diferenças entre os dois métodos que são abordados pela autora são verificadas desde o tipo de instrução feita inicialmente aos sujeitos, os objetivos, a análise e a validação. No tipo de instrução para pensar alto, os participantes são

instruídos a falar enquanto resolvem o problema, sem fazerem quaisquer comentários explicativos sobre porque tomaram aquela decisão. Na análise verbal o procedimento é o mesmo, variando na característica de os participantes justificarem porque fizeram uma determinada ação cognitiva e não o que estão a fazer. A explicação de como se resolveu o problema permite compreender a capacidade cognitiva de um indivíduo para resolver o problema através da constituição de uma solução. Este processo altera muitas vezes a forma de pensar seguinte. Como objetivo, o pensar alto pretende chegar aos processos para resolver o problema, hipotetizando (estados do problema). Na análise verbal procura-se o modelo para resolver o problema e não o processo de conhecer o estado do problema. A análise é vista no pensar alto, como uma relação entre o que é verbalizado e o estado do problema em que se encontra no momento, e na análise verbal não se determina o estado do problema e não se verifica a relação com o que é verbalizado. A validação é realizada através do pensar alto com o grau de identificação do problema (protocolo existente anteriormente) e na análise verbal através dos métodos estatísticos com o protocolo realizado após a recolha de dados. O processo de análise verbal consiste de acordo com Chi (1997) e Perry (2010), em oito fases:

1. Redução dos protocolos que pode ser aplicada de várias formas, como, por exemplo, tirar algumas amostras aleatórias pelo método do *critical incident analysis*, em que os movimentos críticos são definidos por paragens para reflexão ou pelo levantamento de questões pertinentes à evolução do processo (Almendra, 2010, p.267);

2. Segmentação do protocolo, apresenta-se, segundo Gabriela Perry, em duas estratégias diferenciadas: a segmentação por relação “tempo” de Dorst (1997), e a segmentação por “movimentos” de Goldschmidt (1991), que representam os raciocínios que formam uma proposição em relação ao que está a ser pensado. Cada novo pensamento corresponde a uma nova proposição e um movimento a registar;

3. Codificação é estruturada mediante os objetivos da pesquisa e as condições praticáveis para o seu desenvolvimento, como o tempo, os recursos, o *knowhow*, a colaboração de elementos externos, o orçamento, etc. Por uma questão de fiabilidade, é aconselhável que o processo seja definido pelo investigador e por especialistas. Segundo Gabriela Perry (2010, pp.73,74), os investigadores Gero e Neil (1998), “(...) sugeriram que o esquema de codificação fosse feito à medida que se conhece o protocolo, ao invés de ser sujeito de antemão”. Este princípio permite não só compreender melhor os objetivos de investigação, como torna mais assertivas as variáveis estudadas e a quantificação dos dados;

4. Codificação dos segmentos sob um determinado regulamento instituído pelo investigador, permite filtrar os dados. Por uma questão de maior fidelização do processo, é aconselhado proceder, pelo menos duas vezes, ao processo de codificação e com um intervalo de tempo para se evitar a viciação das respostas;
5. Representação dos protocolos através de gráficos que ajudam a compreender de forma sintetizada a informação obtida. São vários os modos de representar graficamente o protocolo, e a escolha é feita mediante o volume de informação ou dados a tratar, assim como as suas características;
6. Procura de padrões identificados no protocolo é um processo muitas vezes acompanhado por um tratamento de informação em *softwares* específicos;
7. Interpretação dos padrões, na convergência e divergência dos dados;
8. Repetição do processo, que não é uma condição obrigatória.

Os critérios de codificação dos protocolos em design, para Gabriela Perry, são divididos em alto nível e baixo nível. A codificação do alto nível é abstrata e apresenta uma certa subjetividade, porque depende da sensibilidade e dos conhecimentos do avaliador. Destes processos, o mais utilizado é a linkografia de Gabriela Goldschmidt (1991) e as variantes deste método por Gero (1990) e Kan e Gero (2008). A codificação do baixo nível pode ser verificada no modelo de Akin que apresentou uma codificação baseada nas sequências da ação dos indivíduos como a aquisição, representação projeção, confirmação e regulação. A aquisição realiza-se quando o participante realiza uma pergunta e efetua a análise e a prospeção de informação e lembra-se de factos da memória longa. A representação é a operacionalização e a descrição do que se imagina sob a forma de desenho, escrita, verbalização. A prospeção é uma previsão, uma transformação, dos conceitos atuais fazendo-se uma estimativa sobre o que poderão vir a ser um determinado contexto. A projeção é uma antecipação da realidade que se pretende ver concebida. A confirmação é verificada quando o participante faz comentários sobre a validade ou a certeza de uma informação. Os momentos de pausa ou de desabafo de que algo não está a correr devidamente e as dúvidas na tomada de decisão revelam uma inconsistência que representa a confirmação. A regulação realiza-se quando o sujeito faz uma afirmação sobre o que deve ser feito, no sentido de garantir a evolução do processo e da automotivação.

O modelo FBS (Function, Behavior, Structure), proposto por Gero (1990), foi desenvolvido mais tarde com os seus colaboradores da Key Center of Design Computing and Cognition at the University of Sidney (Gero e Kannengiesser, 2006), como descreveu Almendra (2010, p.41). Numa

visão da orgânica computacional, definiram que o método da resolução do problema de design é um percurso de vários estágios interrelacionados. Para Gero e Sosa (2005), também numa visão computacional, definiram que:

Designing is defined as the transformation of function (F) into the design description of an artefact capable of producing that function. The artefact's attributes and their relationships are labelled its structure (S). In designing, the behavior of the structure (BS) is directly derivable from structure the expected behavior (BE) provides the agreed means by which function can be achieved independent from structure. (p.23)²⁹⁸

Para Sarkar e Chakrabarti (2011), a descrição de função, comportamento e estrutura baseada na literatura é vista pelos autores como: a função é uma descrição do que faz o sistema e da respetiva intenção. O comportamento parte da descrição de como o sistema cumpre a função e a estrutura é verificada pelos componentes ou elementos e interfaces e a sua interação com o ambiente.

As áreas de estudo da criatividade no design alteraram os processos de prospeção, implementação dos estudos, transcrição de dados, análise de dados e os métodos utilizados não só para a recolha de informação como processá-la. Goldschmidt propôs a Linkografia como processo de quantificação das atividades cognitivas e Dorta et al. (2008) propuseram o conceito de *design flow* de Mihaly Csikszentmihaly com o quadro de análise e avaliação dos estados psicológicos dos designers quando sujeitos à ação de projeção. Charyton e Merrill (2009) propuseram o método CEDA (Creative Engineering Design Assessment) como forma de avaliação das pessoas mais ou menos criativas, verificando as escalas de personalidade criativa, de temperamento criativo e de tolerância ao risco cognitivo.

Gero (1990) e Gero e Kannengiesser (2004) propuseram um método de codificação dos segmentos de protocolo baseado no modelo de projeção do FBS e no SFBS (Situating Function Behavior Structure) e codificaram a novidade ao nível da criação. O virtual Modelling of Concept Generative Process, proposto por Yamamoto et al. (2009), estruturou-se como um método alternativo à linkografia de Goldschmidt na procura de padrões efetivos do pensamento para a criatividade na fase de geração do conceito.

²⁹⁸ Tradução livre do autor: "O design é definido como a transformação da função (F) na descrição do projeto de um artefacto capaz de produzir essa função. Os atributos do artefacto e os seus relacionamentos são definidos como estrutura (S). No projeto, o comportamento da estrutura (BS), deriva diretamente da estrutura. O comportamento esperado (BE) fornece os meios para os quais a função pode ser encontrada, independentemente da estrutura" (Gero e Sosa, 2005, p. 23).

Estes são apenas alguns exemplos dos vastos métodos de análise que têm por objetivo a quantificação de um processo mental criativo que conjuga um conjunto de fatores internos e exógenos ao indivíduo como ser criativo.

2.5.1. Elementos Cognitivos de Avaliação da Ação Criativa

O processo de quantificação da ação criativa como estudo métrico e científico demarca-se nos anos 60 do séc. XX, após uma década de consolidação de vários estudos que tornaram a "(...) investigação da criatividade autônoma e cientificamente fundamentada" Tschimmel (2009, p.59). Segundo a investigadora, a origem do interesse dos estudos mais aprofundados sobre a ação criativa aparece na sequência da comunicação de Jean Paul Guilford na American Psychological Association, em que delineou a necessidade de existência de um maior aprofundamento dos estudos especializados sobre os valores dos talentos criativos e a importância na sociedade ao nível da indústria, do ensino, da ciência e das artes.

Para Katja Tschimmel, referindo Amabile (1998), os métodos mais utilizados na avaliação do processo criativo são integrados em formas de testes e podem ser enquadrados nas categorias de testes inerentes às características das pessoas criativas, testes da forma do pensar criativamente, o comportamento cognitivo enquanto se resolvem determinados problemas, testes de análise biográfica de agentes criativos com reconhecimento dos seus hábitos, a sua cultura, personalidade, comportamento perante os desafios.

No entanto, Lemons (2011, p.743) veio afirmar, no seu artigo, que a maior dedicação de análise dos processos criativos fez-se direcionando os estudos para a observação das características das pessoas eminentemente criativas. Existem, porém, outras formas de analisar e testar a ação criativa, não relacionando diretamente o agente criativo, mas testando o resultado do seu ato criativo, através do produto idealizado. Algumas investigações centram a atenção para os fatores exógenos que influenciam esses resultados, no qual destacamos o dedicado trabalho de Gabriela Goldschmidt sobre a relação do meio ambiente com o indivíduo, sendo valorizado como ponto-chave para o correto desenvolvimento do processo sistémico da criação.

Teresa Amabile é também uma referência pelos estudos da criatividade vista pelo fenómeno pessoal e social. As mais recentes análises do processo criativo, concebidas com o apoio dos

sistemas de informação de simulação por inteligência artificial (AI) têm demonstrado novas realidades, por vezes difíceis de operacionalizar e de recolher dados com agentes humanos.

A análise da ação criativa inscrita na literatura faz referência essencialmente a três focos de investigação: as pessoas criativas, produtos criativos e processos criativos, que Hasirei e Demirkan (2003) definiram como elementos independentes da criatividade. Em 2009, no artigo “Hidden Dimensions of Creativity Elements in Design Process”, os autores apresentaram estatisticamente os valores correspondentes aos estudos dedicados à análise da criatividade sob os três focos mencionados. Concluíram que a área de estudos sobre o produto criativo é a mais explorada, apresentando valores de 45,85%, seguindo-se as investigações sobre pessoas criativas com 19,54% e por último, as investigações sobre o processo criativo que ocupam uma mínima percentagem de 14,46%, no âmbito da investigação sobre a criatividade. Estes valores apresentam uma oportunidade para o reconhecimento do espaço onde as pesquisas da criatividade devem incidir, a análise do processo e a análise das metodologias de articulação do vasto conjunto de fatores internos e externos ao indivíduo criador.

Independentemente das tipologias de análise que se têm efetuado no âmbito do conhecimento dos princípios geradores da criatividade, grande parte dos estudos observados na literatura indicam a influência das características cognitivas que configuram o pensamento criativo descrito por Guilford (1981)²⁹⁹. Os fatores intensivamente explorados são a fluência do pensamento, a flexibilidade, a originalidade e a elaboração ou os detalhes das ideias. A definição de fluência ou capacidade para gerar um grande número de ideias é um fator que advém da consideração que Guilford proferiu nos estudos que elaborou com os seus colaboradores, afirmando que as pessoas criativas são mais produtivas mentalmente que as menos criativas e, geralmente, estão constantemente em processo de criação. A fluidez da produção de vários conceitos é, portanto, para estas pessoas um ato natural e de certa forma intuitivo. A análise é elaborada tomando-se a variável do tempo comparativamente com a quantidade de ideias geradas. As ideias, no entanto, podem ser expressas por expressões verbais, símbolos desenhados ou quaisquer outras

²⁹⁹ Os testes realizados por Jean Paul Guilford partiram da análise da criatividade como forma de resolução de problemas, onde se procurou perceber como o agente criativo procederia de forma cognitiva em relação à procura de respostas. Para conseguir obter os resultados colocando à prova os estudos diretos com participantes, determinou um conjunto de quatro fatores que se basearam na avaliação da resolução dos problemas como a fluência ou capacidade para gerar várias respostas, flexibilidade ou capacidade para fazer mudanças e produzir uma variedade de ideias, a originalidade ou capacidade para a produção de ideias fora do comum ou diferenciadas no domínio e a elaboração que para alguns autores é a capacidade para desenvolver as ideias com a sensibilidade para os problemas e que aparece sob a forma de dois fatores relacionados, a capacidade de interpretação e o reconhecimento dos problemas (De La Torre, 1991, p. 36).

formas de expressões visuais e raciocínios em torno do desenvolvimento do pensamento durante a criação de algo.

A flexibilidade do pensamento criativo é a capacidade de produção de ideias diferenciadas nas suas características e intenções. A flexibilidade representa observar por outro prisma e com associações diferentes, alterando o que é convencional e conhecido no domínio. As mudanças de conceito representam a alteração de estratégias projetuais, e são indicadores de intolerância à normalidade e a uma prática rotineira por parte do agente criador. A flexibilidade demonstra ainda a capacidade de compreensão da necessidade de mudança e de invenção de novos objetivos. A flexibilidade compreende uma adaptação às variações dos conceitos e das instruções, não se aceitando o óbvio e explorando o irreconhecível.

A originalidade é uma premissa da ação criativa que se diferencia da novidade. Bhatta, Goel e Prabhakar (1994, p.50), citando Tong (1988), diferenciaram a inovação e criatividade como “Innovative and creative design involves not only the development of a new design but also the reformulation of the design problem”³⁰⁰. Os investigadores determinaram ainda que, no design inovador, as variáveis do problema mantêm-se, enquanto os valores³⁰¹ podem mudar. No design criativo, as variáveis são alteradas e os valores podem mudar. Coisas ou ideias para constituírem novidades têm de ser diferenciadoras em, pelo menos, uma característica, e para serem originais têm de ser diferenciadoras em todas as características, numa relação de comparação com os sistemas existentes num determinado domínio, num determinado tempo e representando um distanciamento pela sua raridade.

Podemos identificar estes dois conceitos tomando como referência o design de um “mouse” para computador na fase de ideação do processo. Sob o que entendemos da estruturação do conceito de design inovador, a condição é identificada por uma recriação fundamentada na transformação, mutação, aumento ou redução de componentes do sistema. Neste sentido, o conceito de design inovador revela uma atenção direcionada para o problema existente e vê a forma de solucionar o problema através da melhoria de uma ou mais características, propondo um reposicionamento ou uma evolução gradual do produto. No caso do design de “mouses” para computador, o conceito de novidade aplica-se ao surgimento dos “mouses” óticos, e “mouses”

³⁰⁰ Tradução livre do autor: “O design inovador e criativo envolve não apenas o desenvolvimento de um novo design, mas também a reformulação do problema de design” (Tong, 1988, apud. Prabhakar, 1994, p.50).

³⁰¹ Neste caso, os valores são entendidos como os elementos que constituem a solução e que, alterando-se, gera novas configurações para responder às variáveis impostas pelo problema.

sem fios, em que a inovação fez-se ao nível da função dos órgãos e das partes³⁰² do objeto e do seu efeito físico ou do princípio que gera a interação para que o objeto cumpra a sua função, ou seja a relação de interface (Sarkar e Chakrabarti, 2011). As inovações dos “mouses” também são possíveis de verificar nos atributos estéticos, na portabilidade ou na transformação formal com a preocupação ergonómica, sendo que, no entanto, as características de utilização e interação com o ser humano (ação) são idênticas às existentes de um rato convencional com a ligação por USB. A originalidade no design de um “mouse” para computador determina-se pela mudança de estado e pela ação, ou seja, pela forma como o produto se altera e como interage com o utilizador e o ambiente para cumprir a função, como por exemplo, um mouse tipo dedal.

Gero e Maher (1993) estabeleceram duas abordagens para o modo como se pode criar algo diferenciador, que correspondem aos princípios da transformação de objetos existentes no domínio ou da criação original. O primeiro procedimento de transformação de sistemas existentes, modificando-se as características no seu todo ou parcialmente, utiliza os métodos de identificação de novas situações por analogias. O segundo processo consiste na criação por combinação de elementos pertinentes aplicados noutros sistemas, e o terceiro processo implica uma transformação mais profunda, baseada nas mutações ou alterações formais, estruturais e funcionais de um objeto, que demonstra algum potencial pelas suas características, mas que não expressa o valor que se pretende do mesmo.

Os princípios de criação original são mais diferenciadores por partirem de uma nova configuração, em que os elementos base são “building blocks”. No design inovador, as propostas são algo de novo para o domínio, mas reconhece-se a origem ou a matriz que foi trabalhada no sentido do seu melhoramento. O exemplo do “Clip” demonstra bem a diferença entre o design original e inovador que, por ser uma peça extremamente bem projetada, quaisquer tentativas de melhoramento da sua performance resultaram em apenas inovações que não superaram o conceito base de simplicidade, leveza, eficácia, baixo custo, resistência, funcionalidade e interação com outros objetos, como caixa com íman para o guardar.

Tschimmel (2009) referiu que até a própria originalidade pode ter vários graus ou valores de diferenciação e está condicionada a um “(...) sistema espacial e temporalmente delimitado, uma vez que é normalmente impossível saber o que é produzido noutros sistemas” (p.92). Katja

³⁰² Os órgãos, partes e efeitos são descritos no modelo de Sarkar e Chakrabarti, 2011, p.7. Os órgãos são para os autores “(...) properties and conditions of system and environment required for interaction”, as partes são “Physical elements and interfaces that constitute system and environment” e efeitos são o “(...) principle that governs interaction”.

Tschimmel apontou ainda três critérios para quantificar a originalidade dos produtos, as ideias e os processos criativos. O primeiro critério, denominado por raridade, é visto de modo estatístico e determina que a diferenciação não basta para que uma ideia seja conotada como rara, singular ou inabitual. A raridade respeita a posição da ideia num número ínfimo (e não global) de outras ideias que surgem num momento e domínio, podendo existir ainda a possibilidade de, entre essas ideias, distanciar-se pelas suas características de qualidade criativa. O segundo critério de análise é o distanciamento das soluções que se sujeitam à avaliação e que, para Tschimmel, quanto maior é o afastamento da ideia proposta em relação ao conceito inicial e às ideias concorrentes, maior é a probabilidade de ser original num expoente máximo. O terceiro critério prende-se com a qualidade do que é produzido, fundamentalmente se garante uma melhor performance, se agrada pelas suas características e se gera uma mudança positiva significativa.

Gero e Maher (2005), justificando que todas as pessoas são implicitamente criativas, segmentaram o resultado do processo projetual em duas classes, o “routine design” que corresponde ao baixo nível criativo descrito por Tschimmel e o “non routine design” que são os resultados originais e fora do comum. Um exemplo que apresentamos de como o design disruptivo pode romper com os cânones instituídos, é o design de uma mola da roupa “CLIP” premiado no Reddot Design Awards 2010 (ver figura 65) e de Paul Sandip, designer de produto, para quem o design significa a expressão que utilizou em várias plataformas na internet, “I don’t work, i only play”.



Fig. 65 - Mola da roupa “Clip” de Paul Sandip. Fonte:

https://www.google.pt/search?biw=1366ebih=662etbm=ischesa=1eei=LKlKWtfSAaXZgAaE5pzwAgeq=Paul+Sandipeoq=Paul+Sandipegs_l=psy-ab.3...13168.13168.0.13740.1.1.0.0.0.0.85.85.1.1.0...0...1c.1.64.psy-ab..0.0.0...0.nDEsMqlv_Eg#imgdii=ZnyWnG2FFQ6JaM:eimgrc=2br8qy2eqCihpM:

O propósito do trabalho de Sandip é fazer diferente e irreverente, com um forte domínio da simplicidade e da clareza da funcionalidade dos objetos. Os seus princípios demonstram claramente a noção do “non routine design”, inscritas em formas que não temem arriscar novos caminhos no domínio dos desafios a que se propõe. O trabalho de Sandip inclui ainda um

elemento cognitivo que garante a qualidade dos resultados criativos, e que tem sido muito divulgado na literatura sobre a criatividade em design, que é a dedicação à pormenorização ou detalhe das ideias. A elaboração das ideias ou a pormenorização é um procedimento de preparação e de refinamento que transforma os conceitos, em simulações com grande exatidão. As ideias podem determinar-se pelo elevado grau de detalhe dos seus critérios ou pela inconsistência das ideias vagas que representam apenas os aspetos essenciais e que deixam, por omissão, pormenores fundamentais para a compreensão do conceito durante a ideação.

O detalhe foi a premissa dos trabalhos de Leonardo da Vinci através dos desenhos infográficos com extrema exatidão e qualidade explanativa. Crê-se que as representações pormenorizadas serviam o propósito de auxiliar o raciocínio e de registo para direcionar a produção e para alimentar outras ideias, como base de dados. Outro estudo que influenciou muitas investigações da criatividade foi o modelo de aprendizagem criativa de Treffinger (1980), em que foram considerados os elementos cognitivos definidos por Guilford e ao qual foi acrescentado a cognição e a memória, que os investigadores Urban (1995) e Kim, Shin e Shin (2011) conectaram e deram a designação de problem sensitivity. O conceito problem sensitivity representa a habilidade e a sensibilidade para encontrar novos problemas dentro do problema central e definir novas metodologias para ver o problema.

No estudo preparado para a Comissão Europeia (Direção Geral da Educação e Cultura), sob o título “The Impact Of Culture on Creativity” (KEA, 2009, p. 180), fez-se referência aos testes do pensamento criativo elaborados por Ellis Paul Torrance em 1996, referindo que foram os mais utilizados na avaliação da criatividade³⁰³. Os testes de Torrance (Lemons, 2011) dividem-se em duas sessões com parâmetros de avaliação diferenciados em alguns critérios. A primeira sessão de análise do pensamento criativo faz-se através da semântica das palavras prescritas no processo de resolução dos problemas, utilizando uma avaliação com os critérios da fluência, flexibilidade e originalidade. A segunda sessão é a análise aos símbolos gráficos ou reproduções das ideias por imagens exteriorizadas. A avaliação mede os critérios da fluência de representações, a flexibilidade de conceitos, a elaboração e a abstração de títulos que significa a visualização de outras designações para a ideia inicial, utilizando-se as metáforas e a alteração dos títulos dos conceitos. Ainda na avaliação dos símbolos gráficos, é avaliada a resistência ao encerramento prematuro, como a capacidade de abertura para uma ampla visão e habilidade de extrapolação de ideias. Finke, Ward e Smith (1992) propuseram a análise do processo cognitivo

³⁰³ A avaliação da criatividade numa forma inicial focou-se no estudo do pensamento divergente ou pensamento abstrato e na capacidade de resolução dos problemas.

criativo em duas categorias: o processo generativo e o processo exploratório. Almendra (2010, p.41), Yilmaz (2010, p.10), distinguiram o processo generativo nas ações cognitivas, ligadas à associação, recuperação e à síntese e proposição. O processo exploratório foi relacionado com as mudanças contextuais, inferências funcionais, testes das hipóteses. Chusilp e Jin (2006, p.25), no artigo “Impact of Mental Iteration on Concept Generation”, demonstraram que o fator da repetição (iteração) das atividades cognitivas é tido como relevante para o processo de design e os resultados provenientes do mesmo. As atividades representadas no seu modelo são a análise do problema, a geração, a composição e a avaliação e estão integrados nos processos generativo e exploratório (como se pode ver na figura 66).

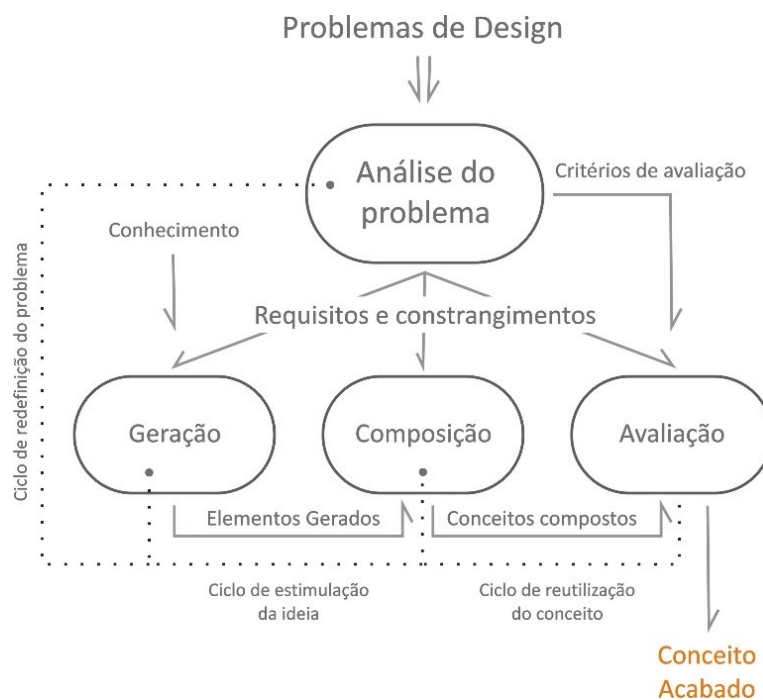


Fig. 66 - Modelo de atividade cognitiva no design de conceito de Chusilp e Jin. Fonte: adaptado de Chusilp e Jin (2006, p.15).

Tal como Chusilp e Jin abordaram, a definição do problema pode ser evoluída e revista durante o processo, alterando-se os requisitos e as restrições sempre que há uma nova mudança de estado do problema. A análise do problema inclui as subatividades do estabelecimento dos objetivos do projeto e dos critérios para a resolução do problema, a determinação dos requisitos e a redefinição do problema ou reestruturação. A geração compreende a assimilação da informação organizada na primeira fase de preparação incubação e de iluminação (Wallas, 1926), que levam à geração de um conceito. Nestas duas fases, os designers contam com a informação contida na

memória, imagens visuais, conceitos e conhecimentos para estimular a ação de projeção. A atividade de composição é aplicada na transferência dos dados do problema e da forma como são identificados e percebidos, na criação de um ou vários conceitos iniciais. A composição é formada pelo desenvolvimento das novas ideias e as que foram trabalhadas noutras ocasiões e que estão contidas na memória longa. Esta componente da atividade cognitiva que, em parte, integra a preparação, a incubação e a iluminação, pode subdividir-se em atividades de associação e transformação.

A avaliação é um procedimento que surge após a estruturação do primeiro conceito e quando é estabelecida a necessidade de se tomarem as decisões. Após o primeiro momento de avaliação, por iteração, forma-se um novo ciclo de composição. Para os autores, a avaliação é gerada com a intenção de averiguar se os conceitos propostos são relevantes e viáveis. A tomada de decisão na avaliação compreende as subatividades de examinação e seleção a que juntamos o teste. A avaliação verifica os critérios, levando a uma reformulação contínua dos requisitos e constrangimentos que, numa fase inicial, é responsável pela estruturação de uma previsualização ou pela composição de um ou mais conceitos. Sempre que se realiza uma nova ação de geração, consolida-se uma nova avaliação e tomada de decisão, para, de um modo cíclico, iniciar uma nova ação.

Chusilp e Jin (ibid. p.16) também previram os ciclos contínuos iterativos nas atividades cognitivas e nos processos de geração do conceito, denominando-os por “global iteration loops”. O primeiro ciclo, ou ciclo de redefinição do problema, acontece após a necessidade de comparar os conceitos delineados na atividade de composição com os requisitos e constrangimentos descobertos na atividade de preparação, ou seja, a decomposição do problema gera subproblemas que, por sua vez, dão origem a soluções e subsoluções, permitindo a expansão do problema (processo coevolutivo, Dorst e Cross, 2001). O ciclo de estímulo desencadeia-se quando, após a composição dos conceitos iniciais, prevalece a necessidade de avançar o processo, despoletando a criação de novas ideias. Não existe criação sem o estímulo próprio ou externo. No ciclo de reutilização, o agente criativo recupera as ideias formadas nos momentos iniciais do processo de geração, ideias que se colocaram de parte por motivos de seleção, de confiabilidade, gosto, etc. A experiência e o domínio da estrutura projetual dos indivíduos é muito importante para que exista capacidade de reutilização de conceitos. Geralmente, os designers inexperientes não processam o ciclo de reutilização ou recuperação de conceitos passados, porque se fixam demasiado cedo a um só conceito (Cross, 2006).

Casakin e Kreitler (2006), no estudo “Evaluating Creativity in Design Problem Solving”, sugeriram uma abordagem à avaliação da criatividade nos produtos e processos, determinando que os fatores que têm sido mais aplicados na avaliação da criatividade na área da arquitetura são a fluência, flexibilidade, elaboração, inovação, praticidade, competências estéticas, cumprimento dos requisitos e referência ao projeto. Assim, para responderem a uma maior amplitude de avaliação em relação ao produto e processo criativo, os autores adicionaram quatro fatores que correspondem ao domínio das competências estéticas para a representação em design, funcionalidade e praticidade, grau de cumprimento dos requisitos do problema de design e referência ao projeto num contexto físico. As variáveis de classificação do processo e produto criativo foram aplicadas num caso de estudo, disseminado a 51 alunos de arquitetura e constaram das seguintes designações³⁰⁴:

1. A fluência foi avaliada pelo número de páginas produzidas e com um número de unidades distintas de informação contidas no projeto;
2. A flexibilidade foi avaliada pelo número de alternativas de solução ou contagem das categorias apresentadas por diferenciação, agrupando-se as ideias por semelhança;
3. Na elaboração ou detalhe do conceito, avaliaram o número de características e especificações que caracterizam a definição da hipótese de solução. Foram contabilizados aspetos relacionados com a decisão de escolha dos materiais, pormenores técnicos funcionais e construtivos e detalhes do tratamento da forma;
4. A funcionalidade e utilidade ou praticidade foi analisada pela clareza da função de cada componente, a eficiência na função e o grau de realidade de produção. As avaliações determinaram-se pela classificação na escala de Likert de cinco valores. Para a avaliação da funcionalidade e utilidade, a classificação para cada secção de desenho apresentado foi afirmativa ou negativa e o grau de viabilidade de cada conceito mereceu apreciação numa escala de cinco valores.
5. O valor da originalidade ou diferenciação foi verificado por uma comparação de 51 conceitos apresentados e analisada pelo grau de raridade das ideias geradas em relação às ideias existentes no domínio e às ideias desenvolvidas pelos participantes. A quantificação foi realizada numa escala de Likert de cinco valores;

³⁰⁴ Destacámos apenas 8 variáveis mais representativas de avaliação do processo, nas 11 variáveis apresentadas pelos autores.

6. O cumprimento dos requisitos do problema de design foi analisado pelo nível de especificação aplicada ao projeto, considerando o contexto do problema nos seus requisitos e constrangimentos;

7. A habilidade do domínio da estética foi também avaliada com uma escala de cinco valores, debruçando-se sobre a mestria na identificação de aspetos estéticos na representação dos conceitos.

8. Referência ao projeto num contexto físico refere-se ao ambiente onde o conceito vai estar integrado.

As 11 variáveis de avaliação para a contabilização estatística foram agrupadas em três fatores gerais que corresponderam à inovação e aos constrangimentos, à utilidade e adaptabilidade, e à fluência e estética. Os processos de avaliação das variáveis descritas contaram com a experiência profissional de quatro arquitetos com mais de dez anos de atividade.

Na conclusão do estudo, ficou demonstrado que a praticidade e a funcionalidade são os fatores mais importantes por representarem as variáveis da utilidade e cumprimento dos requisitos projetuais. Concluiu-se ainda que o fator da flexibilidade requer aos participantes uma grande experiência e conhecimentos acumulados. A falta de skills de projeção demonstrou a incapacidade para serem exploradas várias hipóteses ou soluções.

Outro trabalho que merece a atenção, pela perspectiva da análise da criatividade sob o ponto de vista do estudo do produto ou resultado da ação criativa, intitula-se “Assessing General Creativity and Creative Engineering Design in the First Year Engineering Students” de Charyton e Merril (2009). Com o método CEDA (Creativity Engineering Design Assessment), os autores objetivaram a realização de uma ferramenta útil para poder avaliar o projeto criativo de engenharia ao nível da educação universitária. Os estudos que remetem para a avaliação da criatividade na engenharia são focalizados na originalidade e na utilidade ou praticidade³⁰⁵. O modelo CEDA mede os pensamentos convergente e divergente, a satisfação dos constrangimentos, a descoberta de problemas e a capacidade resolução. A avaliação do pensamento convergente resulta no grau de desenvolvimento de uma solução, o pensamento divergente é avaliado pelo gerenciamento de múltiplas soluções e a satisfação dos constrangimentos é avaliada pelos

³⁰⁵ Charyton e Merril (2009), destacaram alguns autores que abordaram os estudos sobre a originalidade e a novidade na área da engenharia como Shah, Smith e Vargas-Hernandez (2003); Thompson e Lordan (1999); Weisberg (1999). Nos estudos sobre a utilidade e praticidade indicaram Larson, Thomas e Leviness (1999) e Thompson e Lordan (1999).

autores como a quantidade de formas e os materiais adicionados. A descoberta dos problemas é identificada pela capacidade de verificação de outros elementos ou utilizações para o desafio³⁰⁶ que representa o problema inicial. A avaliação é estabelecida pela capacidade de resolver o problema por novos trajetos.

O método CEDA consiste na realização de cinco problemas de design divididos em cinco fases que avaliam a habilidade individual de formular e expressar as ideias de design. As formas de expressão usadas são o desenho de esboço com descrições, identificação dos materiais, usabilidade, etc. No ensaio, é pedido para o aluno gerar pelo menos um projeto por problema e uma resposta efetiva para cada desafio. Na avaliação dos projetos, os autores recorreram a uma avaliação pelo método de organização de um protocolo com uma lista de parâmetros que foi avaliada por dois juízes externos. A aplicação de um questionário demográfico serve para analisar os atributos pessoais com uma medição da avaliação da ação criativa alicerçada nos seguintes critérios: escala da criatividade pessoal, escala de temperamento da criatividade, escala de tolerância ao risco.

Maher (2011) explorou a direção do design criativo com vista a uma melhor compreensão dos fenómenos de organização “crowd sourcing”, descreveu o processo criativo tomando como exemplos as formas de produzir artefactos pela exploração, combinação ou transformação (Boden, 2004) e pelos processos computacionais mencionados por Rosenman e Gero (1993), que permitiram gerar novos sistemas de referência através da combinação, transformação, analogia, emergência e primeiros princípios. Mary Lou Maher enumerou ainda as características distintas dos artefactos criativos avaliados por alguns investigadores, como o valor, a novidade, e a surpresa. Para a investigadora, estes critérios são conotados como os elementos essenciais para avaliar o produto (resultado) criativo. A novidade é verificada por uma comparação das características das ideias propostas com as ideias existentes no mesmo espaço conceptual, ou seja, o domínio com valores estabelecidos, e pode ser medida pelo distanciamento em relação aos artefactos existentes. O valor é uma característica que é verificada por uma forma de juízo externo e que está afeta a uma determinada cultura, ao conhecimento e à sensibilidade de um grupo e de um meio social.

³⁰⁶ A palavra desafio é aplicada neste sentido indicando o objetivo do projeto, que é construído em torno de intenções que partem de uma estrutura de pensamento preditivo, através da simulação de uma imagem do que é o problema, e da organização de alguns requisitos associados. O desafio no estado inicial de um projeto é generalista e impreciso (numa dimensão geral como problema de design) e por este motivo, existe uma necessidade primária na fase inicial do projeto, de compreender o desafio e decompor o problema para definir os primeiros princípios do projeto, analisando-se os requisitos e os constrangimentos.

A surpresa é uma característica baseada na expectativa, que depende do impacto ou da projeção do valor desejado. No estudo sobre o impacto dos esboços e dos modelos físicos no design criativo, Acuna e Sosa (2011) defenderam os critérios constituintes para a avaliação do produto criativo, anexando a novidade à originalidade e a função à qualidade. No seu estudo, os autores preocuparam-se com a identificação da performance da ação criativa entre os modelos físicos e a representação por modelos de esboço, apenas na fase de geração conceptual da identificação do problema e proposição de soluções embrionárias. A originalidade é entendida como um grau de novidade visível no layout do objeto, e na sua configuração ou composição estrutural. A funcionalidade é analisada como a probabilidade de viabilização do produto em termos de operacionalização, verificando as respostas aos requisitos e a qualidade da solução. A escala utilizada para a quantificação de ambos, os critérios, foi de zero a cem valores e a avaliação foi realizada por dois professores com mais de vinte anos de experiência profissional na área referente ao problema, design e representação. Nos resultados do estudo, os autores concluíram que as tarefas que se determinam pela originalidade e que correspondem a uma elevada percepção subjetiva do agente criativo, produzem mais julgamentos diversos que as tarefas ligadas à funcionalidade, que se distinguem por uma maior objetividade. Os esboços apresentaram um maior destaque na relação com a originalidade e os modelos físicos com a funcionalidade das soluções pelo seu pragmatismo mais técnico de viabilizar as propostas hipotetizadas.

A novidade é reconhecida na maior parte dos artigos publicados como algo que é novo e original, ou seja, que se diferencia do que existe ou existiu. Deste modo, a avaliação da novidade deve ser pensada pela comparação com produtos antigos dentro do mesmo domínio, produtos que existam com o mesmo propósito. A avaliação da novidade como foi abordado anteriormente, realiza-se muitas vezes por comparação dos atributos ou características dos produtos numa relação do que é proposto ser novo.

O método de Amaresh Chakrabarti e Prabir Sarkar (anteriormente referenciado) utilizou o modelo FBS³⁰⁷ e o método SAPPPhIRE para avaliar o estado do produto, se é ou não criativo, por comparação dos critérios da novidade e da utilidade com produtos disponíveis no momento em que satisfazem a mesma necessidade. Para avaliarem o grau relativo de novidade³⁰⁸, subdividiram os critérios do método FBS pela avaliação de três variáveis, a que acrescentámos a forma (Form),

³⁰⁷ O FBS (Function, Behavior, Structure), é um esquema de representação do conhecimento que se tem sobre os sistemas existentes num determinado domínio e, que se representa pela aplicação de um processo de design inovador (Gero, 1990).

³⁰⁸ Sarkar e Chakrabarti (2011) mencionaram que muitos investigadores identificam apenas o resultado, se o artefacto é novo ou não, sem identificarem o grau de novidade comparativa.

por considerarmos que os produtos também podem ser conotados socialmente como não inovadores se forem iguais na forma, em relação aos outros, no mesmo domínio (como representado no quadro 5). Como processo de análise da quantidade de inovação presente nos produtos, os autores dividiram em sete variáveis a avaliação que parametriza se o produto é muito inovador, inovador quanto baste, ou pouco inovador, pelo método SAPPPhIRE.

Codificação Caso de estudo / ANÁLISE DA NOVIDADE MÉTODO FBS (F) (Function, Behaviour, Structure, Form)		
FUNÇÃO – Descrição do que o sistema faz		
COMPORTAMENTO – Descrição de como funciona		
ESTRUTURA – Descrição dos elementos e interfaces		
(FORM) – Descrição da tipologia da forma		
Variáveis	Codificação por comparação de semelhança com os produtos no domínio	
FUNÇÃO	SIM (1) NÃO (0)	
COMPORTAMENTO	SIM (1) NÃO (0)	
ESTRUTURA	SIM (1) NÃO (0)	
(FORMA)	SIM (1) NÃO (0)	
PRODUTO PODE SER NOVO? FBS(F)	SIM (1) NÃO (0)	. FUNÇÃO = NÃO (muito alto nível) . FUNÇÃO = SIM + ESTRUTURA = NÃO FORMA = SIM (produto novo) . FUNÇÃO = SIM + ESTRUTURA = SIM FORMA = NÃO
	SIM (0) NÃO (1)	. FUNÇÃO = SIM + ESTRUTURA = SIM FORMA = SIM (produto não é novo) * quando a estrutura é igual o comportamento é igual

Quadro 5 - Modo de avaliação dos produtos inovadores sobre o processo FBS (Function, Behavior, Structure e Form).

Fonte: o autor, adaptado do método de Gero (1987, 2002), Gero e Kannengiesse (2000), Quian e Gero (1996) e Vermaas (2007).

O novo modelo de avaliação apresentou-se com as siglas SAPPPhIRE representando os critérios, State of chance, Action, Part, Phenomenon, Input, oRgan, Effect, como representado no quadro 6.

Codificação Caso de estudo / **ANÁLISE DA NOVIDADE MÉTODO SAPHIRE** (State change, Action, Parts, PHenomemon physical, Input, oRgans, Effect)

AÇÃO – Função do sistema - descrição do cumprimento da ação (Função Primária - Lavar os Dentes / Escovar através de cerdas ou outro sistema, Ex. Funções Secundárias - integrar fio dental, escovar língua, direcionar água da torneira, ventosa de fixação, etc.)

PARTES - Tipos de elementos que constituem o sistema (Componentes que formam o sistema num todo, Ex: cabeça, dobradiças, encaixes, molas, botões, etc.)

FENÓMENO - Tipo de interação entre o sistema e o ambiente (Modo como Funciona e interage, Ex: modo como se arma, como se fecha, como se guarda, como se transporta, como se fixa, etc.)

EFEITO FÍSICO - Princípio que gera a interação (Princípios físicos de ação Ex: de flexibilidade, rigidez, torção, atrito, equilíbrio, força, impermeabilidade, etc.)

MUDANÇA DE ESTADO - Alterações nas propriedades dos sistemas e no ambiente envolvido na interação

INPUT (Entrada) – Tipo de energia impulsionadora (Energia que garante a função, Ex: ação física Humana, esforço, pressão)

ORGÃOS - Propriedades e condições do sistema requeridos para a interação (Composição do sistema e as propriedades dos elementos que lhe são fulcrais, Ex: forma, escala, estrutura, ergonomia, etc.)

Variáveis	Codificação por comparação de semelhança com os produtos no domínio
AÇÃO	SIM (1) NÃO (0)
PARTES	SIM (1) NÃO (0)
FENÓMENO	SIM (1) NÃO (0)
EFEITO FÍSICO	SIM (1) NÃO (0)
MUDANÇA DE ESTADO	SIM (1) NÃO (0)
INPUT	SIM (1) NÃO (0)
ORGÃOS	SIM (1) NÃO (0)
NÍVEL DE NOVIDADE	BAIXO NÍVEL = só diferente nos órgãos ou partes
	MÉDIO NÍVEL = diferente em fenómenos ou efeitos físicos + órgãos ou partes
	ALTO NÍVEL = diferente em mudança de estado ou inputs + fenómenos ou efeitos físicos + órgãos ou partes
	MUITO ALTO NÍVEL = tudo diferenciado (FBS = Ação/Função diferente)

Quadro 6 - Modo de quantificação do nível de inovação dos produtos (ex. escova de dentes) sobre o processo SAPHIRE (State change, Action, Parts, Phenomenon, Input, oRgans, Effect). Fonte: adaptado do método de Chakrabarti e Sarkar (2007).

Sob a descrição dos investigadores, as partes são necessárias para criar os órgãos que, por sua vez, ativam os efeitos físicos que geram os fenómenos físicos e as mudanças de estado (inputs). Fazendo uma breve descrição dos elementos que constituem o FBS, a 'Função' reflete a ação que um produto ou conceito cumpre. O 'Comportamento' compreende a forma como se faz a ação.³⁰⁹

³⁰⁹ Para cumprir a principal função, existe um conjunto de procedimentos que geram a ação que permite o compromisso entre todos os elementos para cumprir o objetivo.

A 'Estrutura' é comparável a todos os elementos que compõem o produto ou a ideia e que são indispensáveis para fazer cumprir a macrofunção. No modelo SAPPPhIRE, a 'Mudança de Estado' designa a alteração que o produto ou conceito comportam para cumprir a função, em relação ao seu estado inicial; a 'Ação' corresponde ao grande objetivo funcional; as 'Partes' são da mesma forma como a estrutura no FBS e correspondem aos elementos que compõem um determinado objeto ou conceito; o 'Fenómeno físico' é o processo que se gera em torno da função ou o tipo de interação que se gera entre o sistema e o ambiente; os 'Inputs' correspondem à forma de energia aplicada, para que algo cumpra a função; os 'Órgãos' compreendem os principais elementos que estruturam o objeto e o 'Efeito físico' é analisado pelos princípios das leis da física, ou o princípio que gera a interação.

A ordem hierárquica do modelo SHAPHIRE é representada como se pode ver na figura 67, em que os elementos interagem sequencialmente. Os autores argumentam que os produtos que são diferentes no efeito físico (physical Effect) e no fenómeno (physical pHenomenon) são mais inovadores que os produtos diferentes nos órgãos (oRgan)ou nas partes (Part). Por exemplo, um produto que tem novas entradas (Input), que alteram o efeito (physical Effect) e o fenómeno (physical pHenomenon), criando uma mudança de estado (State), é um produto com alto nível de novidade.

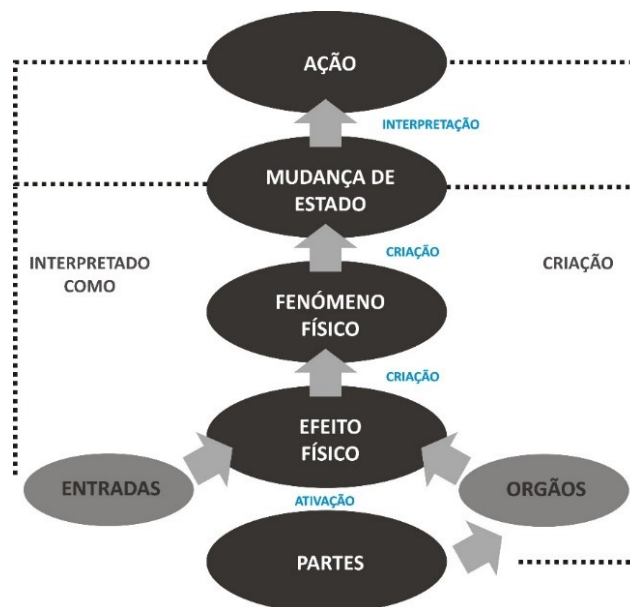


Fig. 67 - Modelo SAPPPhIRE de quantificação da novidade dos produtos criativos. Fonte: Adaptado de Sarkar e Chakrabarti (2011, p.7).

A avaliação da novidade pelo método SAPPPhIRE, por comparação das propostas com os outros produtos existentes no domínio, seguiu os critérios definidos na anterior investigação de

Chakrabarti e Khadilkar (2003) de ponderação vertical e ponderação horizontal. O nível vertical teve por base a análise do conjunto de características que perfazem o produto na sua função, e o nível horizontal verificou o grau de importância relativa dos critérios no funcionamento geral.

A ponderação dos critérios ao nível vertical foi definida pela necessidade (razão básica para a existência de uma solução), pela tarefa (definida como função a ser realizada, para cumprir a satisfação da necessidade), estrutura do subsistema baseado na função (que corresponde à divisão do produto pelos elementos que cumprem as funções), princípio de funcionamento (funcionamento dos subsistemas e o seu resultado), tecnologia³¹⁰ do produto (que se liga ao efeito das características dos elementos na operacionalidade do objeto, como a estrutura ou o formato dos componentes específica para realizar um efeito), e implementação (a função específica dos aspetos técnicos que interagem uns com os outros no cumprimento do mesmo objetivo, como os materiais, processos, layout de produto). Os critérios ao nível horizontal foram definidos pela diferenciação do grau de importância das características do nível vertical.

O nível horizontal foi verificado pela função principal (macrofunção do produto), pelas funções suplementares (funções que colaboram na consecução da função principal) e pelas funções adicionais ou terciárias (que não têm especificamente uma função indispensável na função do artefacto). O estudo pelo método SAPPPhIRE revelou-se numa melhoria da sintetização e padronização destes critérios e Sarkar e Chakrabarti agruparam em sete critérios (figura 67) os níveis verticais e horizontais, conjugados entre si para avaliar o nível da novidade dos produtos.

Na conclusão do artigo, mencionaram que os fenómenos físicos e os efeitos físicos foram os elementos que demonstram a maior diferença de novidade, em relação aos órgãos e às partes e, quando existem produtos com funções similares, são mais inovadores aqueles que reúnem um maior número de características. A avaliação dos produtos é comparativa com outros sistemas existentes no domínio e o grau de novidade é gerado pela concordância numa escala padrão, definida pelos autores, com três categorias: o baixo nível de novidade, em que o produto destaca-se apenas pelo órgãos e partes; o médio nível de novidade que se determina pela diferenciação dos fenómenos físicos ou pelos efeitos físicos e mais os órgãos ou partes; e o elevado grau de novidade corresponde à diferenciação em relação à mudança de estado ou inputs, mais o efeito físico ou fenómeno físico e os órgãos ou partes. A análise da utilidade e da praticidade é argumentada pelos autores como uma característica que tem de ser avaliada empiricamente,

³¹⁰ A tecnologia de produto neste princípio, significa os aspetos técnicos implícitos na configuração dos produtos e que têm uma interação com o desempenho parcial e total do produto.

pondo o produto sujeito à medição efetiva e experimentada, feita por um quadro de especialistas. No anexo A, apresentamos um quadro com uma lista de autores que investigaram a criatividade e quais os elementos (variáveis) utilizados para quantificar a prestação criativa.

2.5.2. Métodos e Elementos de Avaliação do Projeto Criativo

Existem vários métodos de análise das características da inovação e criatividade no Design, testados com alunos, profissionais, ou simuladores virtuais, e que, por sua vez, deram origem a outros métodos por necessidade de adaptação a questões específicas, retificação de algumas metodologias que suscitavam dúvidas sobre os resultados e pelos meios e recursos aplicados.

O método de “Protocol Analysis”³¹¹ (abordado no subcapítulo 2.5) é geralmente descrito como um processo que pode ser aplicado de dois modos para obter dados que descrevem as linhas de raciocínio e os métodos ou decisões tomadas em relação ao processo de solução do desafio.

O “Think Aloud”, método do “Protocol Analysis”, estrutura-se na verbalização e exteriorização das ações por parte dos indivíduos enquanto efetuam o processo. O registo é feito através de câmaras de vídeo e gravação de som e é depois analisado e registado sob a forma de grafos e quadros de quantificação, comparados com o protocolo estruturado.

No segundo processo, “Retrospective Protocol” ou método descritivo, os dados verbais e as ações expressivas que acontecem durante o relato do processo são recolhidos posteriormente, numa sessão de apresentação (indireta) do filme da ação desenvolvida pelos protagonistas. Vários investigadores afirmam que este processo é menos interferente que o “Think Aloud”, recolhido no momento, porque, não interfere com o ato criativo e porque liberta as pessoas dos constrangimentos e da pressão do errarem no ato da comunicação e ação. No “Think Aloud Protocol”, segundo Albert e Tullis (2013), analisam-se as expressões verbais e corporais no sentido de verificar a frustração, insatisfação, surpresa, agrado e os comentários positivos e negativos. A omissão, o interesse e a desatenção podem ser declarados expressivamente pelo movimento dos olhos, expressões do rosto, movimentos bruscos, etc. No Protocol Analysis, as

³¹¹ Cross (2001) definiu a análise de protocolo como uma análise empírica, que se foca na cognição do designer pela capacidade de perceber, pensar, estruturar, processar, avaliar, produzir conhecimento e aprender. O protocol analysis, verifica o processo de estruturação do problema (problem finding e problem solution), a geração de soluções ou a elaboração de métodos e estratégias.

ações físicas são formas exteriorizadas e designam-se por “design moves”, atos ou passos no processo que traduzem significados quantificáveis para a análise.

Chi (1997) apresentou a “Verbal Analysis”, um método de captação da capacidade cognitiva do participante. No verbal analysis, a quantificação³¹² é feita pelo número de vezes que é verbalizado um determinado contexto (inferências).

Sob as variáveis mais utilizadas nos estudos de protocolo e nos métodos por inquérito por questionário, acrescentamos a análise do processo iterativo. A natureza iterativa, fundamentada na repetição e dividida em geração e interpretação, representa o nível de representações mentais que caracterizam a criatividade. Bonnardel e Zenasni (2010) mencionaram a importância do processo no design problem solving, do qual resulta um processo coevolutivo do problema (problem framing) e do espaço solução (problem solution). Sendo um processo cíclico de avanços e recuos, vemos a forma de avaliação, resultante da quantificação do número de vezes que é efetuado o questionamento que levanta o subproblema e o número de vezes que se forma a sequência de resposta ao questionamento, despertando novos movimentos ou percursos de iteração. A maior quantificação é indicadora de uma maior elaboração e corresponde ao pensamento lateral de desenvolvimento, e ao pensamento vertical quando existe uma mudança de contexto³¹³ concetual.

A identificação do problem framing e do problem solving é encontrada na ação de teste, análise e refinamento (Zimmerman, 2003). Adam e Atman (1999) analisaram e mediram o comportamento iterativo, com alunos experientes e novatos, e concluíram que os alunos com mais processos de iteração (experientes), tiveram um maior sucesso dos resultados criativos por formarem melhor a transição entre as informações e a tomada de decisão, pela capacidade de análise, planeamento e redefinição do problema. Os ‘inputs’ podem ser descritos como as atividades de processamento de informação para obter e filtrar informações sobre o problema e posteriormente a solução, e os ‘outputs’ podem ser descritos como as decisões para alterar ou elaborar a representação do problema ou possível solução. Os investigadores avaliaram o

³¹² Os dados quantitativos verificam os padrões comuns nas sessões de protocolo e os dados qualitativos avaliam as evidências dentro de cada sessão. Chi (1997) menciona a diferenciação da análise de protocolo dizendo que os segmentos devem ser apresentados aleatoriamente e não por movimentos (Goldschmidt, 1991) ou por tempos de 10 segundos (Dorst, 1997).

³¹³ Para Ullman, Wood, Craig (1990, apud. Atman e Adam, 1999, p.13), “From the perspective of cognitive theory, interactions are cognitive processes that occur as design tasks are undertaken and change the design state” Tradução livre do autor: “Do ponto de vista da teoria cognitiva, as interações são processos cognitivos que ocorrem à medida que tarefas de projeto são realizadas e mudam o estado do design”.

comportamento iterativo representando a medição assente nos seguintes elementos quantificadores:

- . Número de interações de sucesso e insucesso. O número é determinado pela decisão que modifica a solução de um problema;
- . O número e o tipo de transições entre os passos do projeto e a iteração;
- . O número e o tempo de duração da informação utilizada no processamento da atividade;
- . A medição da rapidez em termos de tempo entre as estratégias tomadas e os resultados.

O tipo de técnicas experimentais utilizadas no estudo da criatividade ao nível do design são RCT (Randomized Controlled Trial), muitas vezes aplicadas numa amostra da população com grupos experimentais e de controlo para testar a hipótese. Charyton e Merrill (2009) analisaram os processos cognitivos criativos nas seguintes variáveis:

- . O “divergent thinking” foi quantificado pelo número de soluções diferenciadas para cada problema;
- . O “convergent thinking” foi quantificado pelo número de soluções laterais (evolução dos conceitos), em que o pensamento é analítico, e verifica-se na pormenorização com que se processa as soluções;
- . O “constraint satisfaction” identificou-se na capacidade de formular novos elementos adicionados ao problema, formas materiais, preocupações tecnológicas, produção, etc. A quantificação verifica-se pela contagem dos novos atributos projetuais (face os constrangimentos), identificados e aplicados;
- . O “problem finding” designa a identificação de novas perspetivas para a solução do problema e verifica-se no encontro de novas utilizações, operações, funcionalidades;
- . O “problem solution” respeita a geração de soluções inovadoras dentro de um determinado domínio.

Os protocolos verbais segundo Ericsson e Simon (1993) podem ser ainda recolhidos pelos métodos corrente e retrospectivo com diferenças nos resultados do que é explicitado verbalmente. A diferença acontece em que o processo corrente utiliza as informações recolhidas na STM (Short-Term Memory) e o método retrospectivo utiliza a LTM (Long-Term Memory).

Nos processos de análise de protocolo, a participação ativa (Nardi, 1994) parece-nos o método de observação que menos influencia os participantes, pois o pesquisador é meramente um observador sem qualquer tipo de intervenção e interação com o participante durante o processo. A análise verbal integra a metodologia mista com métodos de análise quantitativos e qualitativos³¹⁴. A quantificação é realizada com métodos estatísticos para constatar se os resultados suportam a hipótese. Dos perigos apontados sobre a utilização do método de análise verbal (think aloud), é que a verbalização tem o poder de influenciar a cognição, no complexo processo de transformação do pensamento implícito em pensamento explícito. Bannert e Mengelkamp (2008) afirmaram que, ao precisar do sistema cognitivo para expressar verbalmente o que se está a realizar, perde-se a capacidade de operacionalização da tarefa. Diferentemente da análise de protocolo, a validação do processo é obtida através dos testes estatísticos de quantificação dos códigos qualitativos para verificar os resultados suportados na hipótese. Na análise de protocolo, a validação faz-se pela concordância entre a sequência da declaração do protocolo e a sequência dos estados (estratégia, utilizador) gerados pelo modelo. O método de estruturação da análise verbal divide-se em oito passos metodológicos que consistem em:

. Redução e simplificação dos protocolos após a coleta e transcrição - A transcrição pode ser integral ou parcial (amostra), dependendo do volume de informação existente. Por vezes, opta-se por simplificar o processo e codificar apenas uma amostra ou utilizar o “critical incident analysis” que consiste na codificação de todos os momentos mais relevantes no protocolo;

. Segmentação ou redução da amostra - Segmenta-se para identificar a unidade de análise, quando os conjuntos do protocolo têm de ser codificados. As unidades de variação da dimensão dos segmentos podem ser utilizadas pelo contexto das proposições, sentenças, ideias, cadeias de raciocínios, diálogo de conversação, desaforo, etc. Uma inferência ou dedução é a organização de uma determinada explicação verbal, mais assertiva e compreensível, como uma forma de revisão. As inferências são utilizadas como um apoio para compreender melhor o que é abordado. A proposição é a divisão por parágrafos de explicação sobre o que se está a pensar fazer, a geração de hipótese. As segmentações, segundo Chi (1997), podem ser feitas pelas ideias, argumentos, tópicos de apresentação, impasses quando se resolvem os problemas. É necessário utilizar neste processo os limites semânticos para segmentar os protocolos;

³¹⁴ Os métodos qualitativos referem-se a uma investigação conduzida nos meios, comunidades e culturas específicas e os dados recolhem-se pela observação, entrevistas e questionários. Os métodos quantitativos referem-se à conceção experimental, controlando e manipulando as variáveis de estudo e que refletem a hipótese central.

. Desenvolvimento ou decisão de escolha do código – Os códigos são desenvolvidos para corresponder ao formalismo³¹⁵, que irá ser usado para representar o conhecimento dos participantes, segundo as variáveis de estudo. Não existe uma forma categórica e algorítmica para decidir como escolher um formalismo apropriado;

. Operacionalização de evidências para codificar – Depois de gerar o formalismo, é necessário decidir que abordagens na análise verbal constituem evidências que podem pertencer a uma categoria específica. Os enunciados específicos poderão ser mapeados diretamente pela conexão semântica ou pelas operações de solução dos problemas para comparação. Por exemplo, expressões como “porque” indicam a conexão com algo, “poderia fazer” designa a exploração, “não pode ser desta maneira” significa uma decisão, ou “isto está mesmo bom” revela a confiança ou automotivação;

. Descrição do formalismo – Os resultados são descritos para apresentar os dados e compreendem a criação de quadros ou gráficos para verificar os padrões detalhados. Como os formalismos podem ser descritos por categorias taxonómicas, um quadro de apresentações dos significados colabora no entendimento das categorias. A forma como se descreve a representação pode ser variada, como a utilização dos grafos por árvore, de equações, etc;

. Procura de padrões e coerência na descrição dos dados – Depois de descrever a codificação, a procura de padrões nos resultados é o passo que se segue. Se os dados são codificados por taxonomias de categorização, os padrões são fáceis de verificar porque podem ser impressos em gráficos de barras e análises estatísticas. Se for representado em conexões através de linhas e nós (linkografia), os padrões de interconexão devem ser procurados através do desenvolvimento de métodos para quantificar os padrões observados;

. Interpretação dos padrões e a sua validade – Se a categoria for a monitorização, ou a explanação, pode ser verificado onde o sujeito aplica mais essa categoria. Também pode ser verificado qual o grupo melhor sucedido, com as melhores soluções;

. Repetição do processo – Como os dados são flexíveis, o investigador pode falhar por fazer uma questão errada no início do processo. Assim, pode ser realizada uma recodificação para responder à questão reformulada que pode ocorrer, porque os dados fornecem uma fonte rica

³¹⁵ O formalismo é designado neste contexto como o processo de “(...) observação rigorosa das formalidades” Dicionário Priberam. Disponível em: <https://www.priberam.pt/dlpo/formalismo>. Último acesso em 26.03. 2018.

de gerações de hipóteses. Os estudos experimentais controlados, por outro lado, não têm essa flexibilidade porque cada estudo é designado para responder às questões de investigação.

Conclusões Intermédias

A criatividade, como processo construtivo contínuo, depende de fatores que designam o sistema complexo, onde conhecimentos, valores, emoções, aptidões e a própria forma de estar na vida, se complementam. A criatividade é também uma capacidade de exteriorizar os pensamentos e de gerar novidade ou descobertas originais (csikzentmihalyi, 1997) dentro de um determinado campo e domínio.

Para o autor, a perspetiva sistémica onde se insere a criatividade integra duas áreas específicas, o contexto social e o contexto psicológico. No geral, os estudos sobre a criatividade no design incidem no processo cognitivo e no produto resultante em comparação com outros produtos no domínio ou pela apreciação de um quadro de especialistas. Muitas vezes, o “score” final é dado pelo grau de distanciamento em relação aos conceitos existentes. Para se conseguirem os conceitos diferenciados, a abstração é o fator mais referido pelos autores, por permitir a geração sob o pensamento divergente. Quanto maior o pensamento divergente, maior será a diversidade ou flexibilidade e maior a probabilidade de se encontrarem soluções inovadoras.

A fluidez de projeção das subsoluções e a flexibilidade demonstram uma maior amplitude e diversidade do pensamento que demonstra a capacidade criativa. Maturana e Varela (1987) mencionaram que qualquer indivíduo tem essas capacidades inatas, mas alguns destacam-se pela afirmação, detalhe e qualidade. A criatividade, pode dizer-se, resulta do conhecimento ontológico, da realidade experimentada, da construção de valores pessoais e do conhecimento empírico de exploração. Segundo Koberg e Bagnal (1976), Higgins (1994) e Tschimmel (2010), a ação criativa compõe-se de momentos construtivos, contrariando a ideia que a criatividade surge apenas do momento inconsciente e da serendipidade.

Um dos processos mais saliente na avaliação da criatividade é o estudo do pensamento divergente, impulsionador da criação das soluções, e o pensamento convergente onde se procede ao modo analítico e técnico dos conceitos, introduzindo a consciencialização e a exequibilidade.

A avaliação da ação criativa é um processo complexo no contexto das ciências sociais e humanas e está relacionado com a psicologia. Sob os estudos que analisámos, uma elevada percentagem de autores aplicou os critérios de Guilford (1950), como a fluência, flexibilidade, originalidade e o detalhe; e a avaliação da performance da pessoa criativa é normalmente gerada com a utilização de testes psicométricos. Na análise do artefacto criativo, é maioritariamente utilizada a avaliação por um quadro de especialistas e o tratamento dos dados é realizado muitas vezes pela análise estatística. Nestas avaliações, utilizam-se matrizes de critérios que são classificados com várias escalas com valores variáveis.

Concluimos ainda que não existe um só processo de avaliação dos mesmos critérios. Aliás, a escolha dos métodos de recolha e análise dos dados depende dos objetivos da investigação, os critérios que se pretendem avaliar, os números da amostra, os recursos necessários e o tempo.

A análise da novidade é outro critério de avaliação dos produtos criativos que mereceu a atenção de muitos investigadores, porque não existe criatividade sem que o produto da criação seja novo ou diferenciado. O método SAPPPhIRE de Sarkar e Chakrabarti (2007) consiste numa métrica que compara os artefactos produzidos com os artefactos do domínio através de uma análise de critérios que determinam o grau de novidade. Nos métodos de recolha dos dados, o método linkográfico de Goldschmidt (1990) é utilizado para a codificação de análise de protocolo. O método estabelece as conexões dos movimentos ou unidades de conversação que refletem as evoluções dos raciocínios. Uma matriz de classificação dos padrões indica o potencial mais ou menos propenso à ideação. Alguns autores argumentam que o processo não é confiável por não garantir a reprodução dos dados e por existir uma enorme subjetividade na codificação.

No quadro dos métodos de recolha de dados, o protocolo verbal é um método empírico introspectivo, que descreve o pensamento. Apesar de ser criticado por alguns autores que consideram o método como intimidatório, dado proceder-se à gravação audiovisual (Yamamoto et al., 2009 e Nagai, Taura e Sano, 2011), o método pode ser controlado para ser menos evasivo. Nos métodos de avaliação da criatividade, salientamos a importância dada por Bonnardel e Zenasni (2010) ao critério da coevolução de Dorst e Cross (2001).

Adam e Atman reforçaram a utilidade conferida a estes critérios, referindo que, da maior iteração entre o enquadramento do problema e a solução do problema, resulta o maior sucesso na obtenção dos conceitos criativos. Os estudos experimentais controlados ao nível do design apenas podem concluir qualitativamente uma tendência sobre o resultado obtido, por se trabalharem variáveis que quantificam uma realidade abstrata do foro da cognição dos indivíduos. Reconhecemos na literatura consultada que qualquer estudo é aberto a novas

interpretações e as variáveis utilizadas não são melhores ou piores no seu propósito, são apenas as variáveis que os investigadores consideraram para estudar os comportamentos, ações, reflexões e, mais recentemente, simulações virtuais computadorizadas.

Referências Bibliográficas

- Adams, R. S., Atman, C. J. (1999). Cognitive processes in iterative design behavior. In *Frontiers in Education Conference, 1999. FIE'99. 29th Annual (Vol. 1, pp. 11A6-13)*. IEEE.
- Albert, W., Tullis, T., (2013). *Measuring the user experience: collecting, analyzing, and presenting usability metrics*. Newnes.
- Amabile, T. M. (1982). Social psychology of creativity: A consensual assessment technique. *Journal of personality and social psychology*, 43(5), 997.
- Amabile, T. M. (1988). A model of creativity and innovation in organizations. *Research in organizational behavior*, 10(1), 123-167.
- Amabile, T. M. (1998). *How to kill creativity (Vol. 87)*. Boston, MA: Harvard Business School Publishing.
- Amabile, T. M., Conti, R., Coon, H., Lazenby, J., Herron, M. (1996). Assessing the work environment for creativity. *Academy of management journal*, 39(5), 1154-1184.
- Andrews, D. H., Hull, T. D., Donahue, J. A. (2009). Storytelling as an instructional method: Definitions and research questions. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 3(2), 3.
- Askland, H. H., Ostwald, M., Williams, A. (2010). Changing conceptualizations of creativity in design. In *Proceedings of the 1st DESIRE Network Conference on Creativity and Innovation in Design: Desire Network (pp. 4-11)*.
- Baer J, Kaufman J, Gentile C, (2004). Extension of the consensual assessment technique to nonparallel creative products. *Creativity Research Journal* 16(1):113–117.
- Baer, J., McKool, S. S. (2009). Assessing creativity using the consensual assessment technique. In *Handbook of research on assessment technologies, methods, and applications in higher education (pp. 65-77)*. IGI Global.
- Bannert, M., Mengelkamp, C. (2008). Assessment of metacognitive skills by means of instruction to think aloud and reflect when prompted. Does the verbalisation method affect learning? *Metacognition and Learning*, 3(1), 39-58.
- Beckman, S., Barry, M. (2009). Design and innovation through storytelling. *International Journal of Innovation Science*, 1(4), 151-160.
- Besemer, S. P. (1998). Creative product analysis matrix: Testing the model structure and a comparison among products--Three novel chairs. *Creativity Research Journal*, 11(4), 333-346.
- Besemer, S. P., Treffinger, D. J. (1981). Analysis of creative products: Review and synthesis. *The Journal of Creative Behavior*, 15(3), 158-178.
- Bhatta, S., Goel, A., Prabhakar, S. (1994). Innovation in analogical design: A model-based approach. In *Artificial Intelligence in Design'94 (pp. 57-74)*. Springer, Dordrecht.
- Boden, M. A. (2004). *The creative mind: Myths and mechanisms*. Psychology Press.
- Bonnardel, N., Zenasni, F. (2010). The impact of technology on creativity in design: an enhancement? *Creativity and innovation management*, 19(2), 180-191.
- Bürdek, B. E. (2005). *Design: History, theory and practice of product design*. Walter de Gruyter.
- Canaan, D. (2003). Research to fuel the creative process. *Design research: methods and perspectives*, 234-240.
- Casakin, H., Kreitler, S. (2006) - Evaluating Creativity in Design Problem Solving. College of Judea and Samaria, Department of Architecture, Ariel, Israel, 2Tel Aviv University, Department of Psychology, Tel Aviv, Israel. Design Research Society International Conference in Lisbon. IADE, 2006. Consultado [10 Mar. 2015].

Disponível em:
http://www.iade.pt/drs2006/wonderground/proceedings/fullpapers/DRS2006_0083.pdf92006,CASAKIN.

Celdrán, P., Telo, A. M. (1995). História das coisas. Editorial Notícias, Lisboa.

Chakrabarti, A., Khadilkar, P. (2003). A measure for assessing product novelty. In DS 31: Proceedings of ICED 03, the 14th International Conference on Engineering Design, Stockholm.

Charyton, C., Merrill, J. A. (2009). Assessing general creativity and creative engineering design in first year engineering students. *Journal of engineering education*, 98(2), 145-156.

Chi, M. T. (1997). Quantifying qualitative analyses of verbal data: A practical guide. *The journal of the learning sciences*, 6(3), 271-315.

Christiaans, H. H. (2002). Creativity as a design criterion. *Communication Research Journal* 14(1): 41-54.

Chulvi, V., E. Mulet, et al. (2011). Comparison of the degree of creativity in the design outcomes using different design methods. *Journal of Engineering Design iFirst*: 1-29

Chusilp, P., Jin, Y. (2006). Impact of mental iteration on concept generation. *Journal of Mechanical Design*, 128(1), 14-25.

Cooper, R. (2005), *Product Leadership*, 2nd ed., Basic Books, New York.

Courtney Klentzin, J., Bounds Paladino, E., Johnston, B., Devine, C. (2010). Pecha Kucha: using "lightning talk" in university instruction. *Reference Services Review*, 38(1), 158-167.

Cropley, D. H., Cropley, A. J. (2000). Fostering creativity in engineering undergraduates. *High Ability Studies*, 12.

Cross, N. (2006). *Designly ways of knowing*. Springer London.

Csikszentmihalyi, M. (1988). Motivation and creativity: Toward a synthesis of structural and energetic approaches to cognition. *New Ideas in psychology*, 6(2), 159-176.

Csikszentmihalyi, Mihaly (1997). *Creativity - flow and the psychology of discovery and invention*. New York: Harper Perennial. De Bono, E. (1977). *Lateral thinking: a textbook of creativity*. Harmondsworth, Middlesex: Penguin Books Ltd,

Davies, M. (2011). Concept mapping, mind mapping and argument mapping: what are the differences, and do they matter? *Higher education*, 62(3), 279-301.

De Bono, E. (1985). *Thinking hats*. Little, Brown and Company, London.

de Oliveira, I. G., Lopes, C. (2005). Design de criatividade uma abordagem sistémica na análise compreensiva da promoção e desenvolvimento da criatividade no quadro da experiência criativa e da pragmática de aprendizagens e de mudanças contributo teórico da Escola de Pensamento de Palo Alto. SOPCOM: Associação Portuguesa de Ciências da Comunicação, 447-457.

Dorst, K., Cross, N. (2001). Creativity in the Design Process: Co-Evolution of Problem–Solution. *Design studies*, 22(5), 425-437.

Dorta, T., Perez, E., Lesage, A. (2008). The ideation gap: hybrid tools, design flow and practice. *Design studies*, 29(2), 121-141.

Duin, H., Baalsrud Hauge, J., Thoben, K. D. (2009). An ideation game conception based on the Synectics method. *On the Horizon*, 17(4), 286-295.

Eckert, C., Kelly, I., Stacey, M. (1999). Interactive generative systems for conceptual design: An empirical perspective. *AI EDAM*, 13(04), pp. 303-320.

Ericsson, A., Simon, H. (1993). *Protocol Analysis: Verbal Reports as Data*. Cambridge, Mass.: M.I.T. Press.

Ferreira, A. M. (2008). *Caracterização e Quantificação da Inovação no Processo Evolucionista do Design, Análise de um Século da Prática Médico-Cirúrgica em Portugal*. Tese de doutoramento. Universidade da Beira Interior, Covilhã.

Ferreira, Ana M. (2009). 2009: Ano Europeu da Criatividade e Inovação. *Formar*, 66, janeiro/março, Lisboa: Instituto do Emprego e Formação Profissional. ISSN: 0872-4989.

Finke, R, Ward, T and Smith, S: (1992). *Creative Cognition: Theory, Research, and Applications*, Cambridge, the MIT Press, A Bradford Book, London.

- Fischer, G., Scaletsky, C. C., Amaral, L. G. (2010). The storyboard as a project tool: Rediscovering the audiovisual and advertising contributions and their contexts of use in design. *Strategic Design Research Journal*, 3(2), 54-68.
- Gero, J. S. (2011). Future directions for design creativity research. In *Design creativity 2010* (pp. 15-22). Springer, London.
- Gero, J. S., Kannengiesser, U. (2004). The situated function–behavior–structure framework. *Design studies*, 25(4), 373-391.
- Gero, J. S., Maher, M. L. (1993). *Modelling Creativity and Knowledge-Based Creative Design*. Contributors: John S. Gero -editor, Mary Lou Maher - editor. Publisher: Lawrence Erlbaum Associates. Place of Publication: Hillsdale, NJ. Publication Year, pp. VII, VIII. Consultado [09 jan. 2011]. Disponível em: <http://www.questia.com/library/book/modelling-creativity-and-knowledge-based-creative-design-by-john-s-gero-mary-lou-maher.jsp>.
- Goldschmidt, G. (2011). Better, Not Catchier: Design Creativity Research in the Service of Value. In *Design Creativity 2010* (pp. 29-33). Springer, London.
- Goldschmidt, G. (1990). Linkography: assessing design productivity. In *Cybernetics and System'90, Proceedings of the Tenth European Meeting on Cybernetics and Systems Research* (pp. 291-298). World Scientific.
- Gordon, W.J.J. (1961). *Synectics, The Development of Creative Capacity*, Harper, New York, NY.
- Guilford JP, (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5, 444–454.
- Guilford, J. P., Hoepfner, R. (1971). *The analysis of intelligence*. McGraw-Hill Companies.
- Gürsoy, B. (2010). *The Cognitive Aspects of Model Making in Architectural Design*. Master Thesis of Architecture, Middle East Technical University, Architecture Department. Ankara. Turquia, 2010, Avainable in: <http://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12611677/index.pdf>. Last access: 2016.06.18.
- Hasirci, D., Demirkan, H. (2003). Creativity in Learning Environments: The Case of Two Sixth Grade Art-Rooms. *The Journal of Creative Behavior*, 37(1), 17-41.
- Heerwagen, J. (2002). *Creativity-Chapter 15. Managing Science as a Public Good: Overseeing Publicly Funded Science*.
- Hennessey, B. A., Amabile, T. M. (1999). Consensual assessment. *Encyclopedia of creativity*, 1, 347-359.
- Herrmann, N. (1991). The creative brain. *Journal of Creative Behavior*, 25, 275-295.
- Higgins, J. M. (1994). *101 creative problem-solving techniques: The handbook of new ideas for business*. New Management Publishing Company.
- Hollanders, H., Van Cruysen, A. (2009). *Design, creativity and innovation: a scoreboard approach*. Pro Inno Europe, Inno Metrics: Holanda.
- Isaksen, S. G., Puccio, G. J., Treffinger, D. J. (1993). An ecological approach to creativity research: Profiling for creative problem solving. *The Journal of Creative Behavior*, 27(3), 149-170.
- Isberg, R. W. (1993). *Creativity: Beyond the myth of genius*. New York: WH Freeman.
- Jonas, W. (1994). *Design-System-Theorie: Überlegungen zu einem systemtheoretischen Modell von Design-Theorie*. Verlag Die Blaue Eule.
- Justel D. (2008). *Metodología para la eco-innovación en el diseño para desensamblado de productos industriales*. Programa de doctorado: Proyectos de innovación tecnológica en ingeniería del producto y del proceso (Universitat Jaume I).
- Kan, J. W., Gero, J. S. (2005). Design behavior measurement by quantifying linkography in protocol studies of designing. *Human behavior in designing*, 5, 47-58.
- Kan, J. W., Gero, J. S. (2008). Acquiring information from linkography in protocol studies of designing. *Design Studies*, 29(4), 315-337.
- Koberg, D., Bagnall, J. (1976). *The Universal Traveller: A Soft-systems Guide to Creativity, Problem-solving, and the Process of Reaching Goals*. Kaufmann.

- Kröper, M., Fay, D., Lindberg, T., Meinel, C. (2011). Interrelations between motivation, creativity and emotions in design thinking processes—an empirical study based on regulatory focus theory. In *Design Creativity 2010* (pp. 97-104). Springer, London.
- Lemons, G. (2011). Diverse perspectives of creativity testing: Controversial issues when used for inclusion into gifted programs. *Journal for the Education of the Gifted*, 34(5), 742-772.
- Levins, K. E. (2006). The impact of creativity on the evaluation of entry-level interior design portfolios: Examining the relationships among creative novelty, resolution, and style (Doctoral dissertation, University of Florida).
- Lewis, A. C., Sadosky, T. L., Connolly, T. (1975). The effectiveness of group brainstorming in engineering problem solving. *IEEE Transactions on Engineering Management*, (3), 119-124.
- Lindemann, U. (2011). Systematic Procedures Supporting Creativity-A Contradiction? *Design Creativity 2010*, Springer: 23-28.
- Linsey, J. S. (2007). Design-by-analogy and representation in innovative engineering concept generation. The University of Texas at Austin.
- Lopez-Mesa B, Vidal R, (2006). Novelty metrics in engineering design experiments. *DESIGN 2006*, Croatia. (CD-proceedings).
- Maher, M. L. (2011). Design creativity research: From the individual to the crowd. In *Design Creativity 2010* (pp. 41-47). Springer, London.
- Maher, M. L., Merrick, K. A., Macindoe, O. W. (2005). Can designs themselves be creative. *Computational and Cognitive Models of Creative Design VI*, 111-126.
- Majid, S. N. A., Kassim, H., Razak, M. A. (2015). EVALUATING THE CREATIVITY OF A PRODUCT USING CREATIVITY MEASUREMENT TOOL (CMET).
- Maturana, H. R., Varela, F. J. (1987). *The tree of knowledge: The biological roots of human understanding*. New Science Library/Shambhala Publications.
- Mooney, Ross L. (1963). A conceptual model for integrating four approaches to the identification of creative talent. *Scientific creativity: Its recognition and development*, 331-340.
- Morris, R. (2016). *The fundamentals of product design*. Bloomsbury Publishing.
- Nagai, Y., Taura, T., Sano, K. (2011). Research methodology for the internal observation of design thinking through the creative self-formation process. In *Design Creativity 2010* (pp. 215-222). Springer, London.
- Nardi, B. A. (1996). Studying context: A comparison of activity theory, situated action models, and distributed cognition. *Context and consciousness: Activity theory and human-computer interaction*, 69102.
- Nelson, B. A., Wilson, J. O., Rosen, D., Yen, J. (2009). Refined metrics for measuring ideation effectiveness. *Design Studies*, 30(6), 737-743.
- Oman, S. K., Tumer, I. Y., Wood, K., Seepersad, C. (2013). A comparison of creativity and innovation metrics and sample validation through in-class design projects. *Research in Engineering Design*, 24(1), 65-92.
- Perry, G. T. (2010). Uma perspectiva cognitiva sobre o design de artefactos digitais educacionais. Consultado em: 20. jun. 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/27964>
- Poincaré H, (1924). *The foundation of science*. New York: Science Press.
- Renzulli, J. S., Reis, S. M. (1981). Student product assessment form. JS Renzulli, SM Reis, e LH Smith, Revolving Door Identification Model. Mansfield Center, CT: Creative Learning Press. Retrieved from: <http://www.gifted.uconn.edu/sem/pdf/spaf.pdf>.
- Rhodes, M. (1961). An analysis of creativity. *The Phi Delta Kappan*, 42(7), 305-310.
- Ritchey, T. (1998). General morphological analysis. In 16th euro conference on operational analysis.
- Rosenman, M. A., Gero, J. S. (1993). Creativity in design using a design prototype approach. *Modelling creativity and knowledge-based creative design*, 111-138.
- Sarkar P, (2007). Development of a Support for Effective Concept Exploration to Enhance Creativity of Engineering Designers. Ph.D. thesis, Indian Institute of Science, Bangalore, India.

- Sarkar, P., Chakrabarti, A. (2007). Development of a method for assessing design creativity. International conference on engineering design, ICED'07, 28 - 31 august 2007, Cite des Sciences et de L'industrie, Paris, France.
- Sarkar, P., Chakrabarti, A. (2011). Assessing design creativity. *Design Studies*, 32(4), 348-383. Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142694X11000111>.
- Saunders, M. N., Seepersad, C. C., Hölttä-Otto, K. (2011). The characteristics of innovative, mechanical products. *Journal of Mechanical Design*, 133(2), 021009. Available in: <http://mechanicaldesign.asmedigitalcollection.asme.org/article.aspx?articleid=1449981>
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: how professionals think in action* (p.1983). New York: Basic Books.
- Shah, J. J., Vargas-Hernandez, N. O. E., Summers, J. D., Kulkarni, S. (2001). Collaborative Sketching (C-Sketch)—An idea generation technique for engineering design. *The Journal of Creative Behavior*, 35(3), 168-198.
- Shah, J. J., Kulkarni, S. V., Vargas-Hernandez, N. (2000). Evaluation of Idea Generation Methods for Conceptual Design: Effectiveness Metrics and Design of Experiments. *Journal of Mechanical Design* 122: 377-384. Silvia P, Martin C, Nusbaum E, (2009). A snapshot of creativity: Evaluating a quick and simple method for assessing divergent thinking. *Thinking Skills and Creativity* 4(2):79–85.
- Simon, H. A. (1969). *The sciences of the artificial*. Cambridge, MA.
- Simonton, D. K. (2000). Creativity: Cognitive, personal, developmental, and social aspects. *American psychologist*, 55(1), 151.
- Smith, S. M., Linsey, J. S., Kerne, A. (2011). Using Evolved Analogies to Overcome Creative Design Fixation. In *Design creativity 2010* (pp. 35-39). Springer, London. Research and Development.
- Sosa, R., Gero, J. S. (2005). Social models of creativity. In *Proceedings of the International Conference of Computational and Cognitive Models of Creative Design VI* (pp. 19-44).
- Sternberg, R. J. (Ed.). (1988). *The nature of creativity: Contemporary psychological perspectives*. CUP Archive.
- Sternberg and Lubart: 1999, *The concept of creativity: Prospects and paradigms, in handbook of creativity*, Cambridge University Press, Cambridge pp: 3-15.
- Strzalecki, A. (2000). Creativity in design: General model and its verification. *Technological forecasting and social change*, 64(2-3), 241-260.
- Taura, T., Nagai, Y. (2017). Creativity in Innovation Design: the roles of intuition, synthesis, and hypothesis. *International Journal of Design Creativity and Innovation*, 5(3-4), 131-148.
- Taura, T., Nagai, Y. (Eds.). (2010). *Design creativity 2010*. Springer Science e Business Media.
- Taylor, I. A. (1975). A retrospective view of creativity investigation. *Perspectives in creativity*, 1, 36.
- Torrance, E. P. (1981). Creative teaching makes a difference. In J. C. Gowan, J. Khatena, e E. P. Torrance (Eds.), *Creativity: Its educational implications* (2nd ed., pp. 99–108). Dubuque, IA: Kendall/Hunt.
- Treffinger, D. J. (1980). *Encouraging creative learning for the gifted and talented: A handbook of methods and techniques*. National/State Leadership Training Institute on the Gifted and the Talented: Ventura County Superintendent of Schools Office.
- Tschimmel, K. (2003). *O Pensamento Criativo em Design - Reflexões acerca da formação do designer*. In: *Congresso Internacional de Design USE(R)*, Lisboa.
- Tschimmel, K. (2010). *Sapiens e Demens no Pensamento Criativo do Design*. Aveiro (Portugal). Universidade de Aveiro, 2010. 595 p (Doctoral dissertation, Tese de Doutoramento em Design, Universidade de Aveiro, Departamento de Comunicação e Arte. Aveiro, 2010. Disponível em: < <http://ria.ua.pt/bitstream/10773/1270/1/2010000838>. Pdf.
- Tversky, B., Chou, J. Y. (2011). Creativity: depth and breadth. In *Design Creativity 2010* (pp. 209-214). Springer, London.
- Urban, K. K. (1995). Creativity-A component approach model. In *World Conference on the Education for the Gifted and Talented*, Hong Kong.
- Van Der Lugt, R. (2002). Brainsketching and how it differs from brainstorming. *Creativity and innovation management*, 11(1), 43-54.

- VanGundy, A. B. (1988). *Techniques of structured problem solving*. Springer.
- Vidal R, Mulet E, Gómez-Senent E, (2004) Effectiveness of the Means of Expression in Creative Problem-Solving in Design Groups. *Journal of Engineering Design* 15:285–298.
- Von Stamm, B. (2003). *What are innovation, creativity and design*. Management of Innovation, Design and Creativity. John Wiley e Sons, Chichester, 1-18.
- Wallas, G (1926). *The Art of Thought*, Hartcourt, New York.
- Williams, A., Gu, N., Askland, H. H. (2011). Virtuality–Offering Opportunities for Creativity? In *Design Creativity 2010* (pp. 183-190). Springer, London.
- Yamamoto, E., Goka, M., Yusof, M., Fasiha, N., Taura, T., Nagai, Y. (2009). Virtual modelling of concept generation process for understanding and enhancing the nature of design creativity. 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*.
- Yeoh, K. C. (2002). *A Study on the Influences of Computer Usage on Idea Formation in Graphic Design Students* (Doctoral dissertation, Texas Tech University). Available in: <https://ttu-ir.tdl.org/ttu-ir/handle/2346/18064>.
- Zeiler, W. (2011). Morphological Analyses of a Sustainable School Design. In *DS 68-1: Proceedings of the 18th International Conference on Engineering Design (ICED 11), Impacting Society through Engineering Design, Vol. 1: Design Processes, Lyngby/Copenhagen, Denmark, 15.-19.08. 2011*.
- Zimmerman, E. (2003). Play as research: The iterative design process. *Design research: Methods and perspectives*, 2003, 176-184.

Capítulo III

3. Conceitos de Modelação, Modelação Analógica, Digital e Híbrida no Processo Projetual de Design

O conceito de modelação está profundamente ligado à ação de simulação através da representação de modelos, signos que exteriorizam uma imagem mental, um conceito. Fazendo uma prospeção à palavra modelação vemos que, no Dictionary.com, o significado da palavra “modelling” aparece de uma forma abreviada como “1. O ato, arte, ou profissão da pessoa que modela; 2. O processo de produção de uma forma escultórica com certos materiais plásticos como o barro; 3. Técnica de representação que cria a ilusão do volume numa superfície bidimensional por claro-escuro; 4. O tratamento de um volume como mudança de forma na escultura; 5. A representação, muitas vezes matemática, de um processo, uma operação de um sistema, por vezes implementado pela simulação por um programa de computador; 6. Também chamado de imitação.”

Abreu (2016) descreve a modelação como uma “(...) construção de descrição material (...) estratégia cognitiva a considerar para verificar com sucesso as decisões para a resolução dos

problemas de design identificadas” (p.89). A modelação no design é um espaço no projeto onde podem ser exploradas alternativas, verificados os problemas, propostos e refinados significados para encontrar novas soluções e tomar decisões.

Utilizando a terminologia de Lin, Stolterman e Tenenberg (2008), a modelação é “(...) an activity with a purpose of creating a manifestation that, in it’s simple form, filters the qualities in which designs are interested, without distorting the understanding of the whole” (p.4)³¹⁶. Os autores definem analogamente os modelos, como mencionámos anteriormente, como filtros onde se descobrem os problemas e exploram novas direções da solução. Na modelação em design, a filtragem é a perceção e o refinamento de certas qualidades e aspetos de uma ideia. A modelação é sempre um ato incompleto na medida em que reserva um espaço para filtrar as qualidades, pertinentes ao projeto e que, pela sua natureza, é um espaço interminável e que permite a constante reformulação do espaço problema e espaço solução.

O conceito de modelação analógica é entendido no contexto do design como um processo de realização manual com a aplicação de técnicas manipulativas e uma visão estroboscópica (Dorta, 2008). A ação psicomotora, conectada ao potencial das ferramentas manuais ou elétricas, e a sensibilidade háptica e mental perfazem um referencial sob a forma de um resultado de uma imagem palpável real proveniente da imaginação humana. No processo analógico, esse resultado pode ser um desenho, uma descrição escrita, um modelo físico processado à mão.

A modelação digital compreende a reunião de dados sob o estudo de tratamento numérico, proveniente da programação. Para o efeito de se modelar digitalmente, são necessários um processador e um conjunto de componentes associados de hardware e software que proporcionam um ambiente virtual, até ser materializado fisicamente em tecnologias de prototipagem rápida. No ambiente digital, as técnicas e as funções de conformação centradas na transformação manual acrescentam um valor pela rapidez de modelação de formas complexas e orgânicas, possibilidade de voltar atrás no processo e refazer o erro, fazer duplicações rigorosas de elementos, experimentar de um modo simulado uma enorme panóplia de materiais e texturas, criar ambientes fotorrealistas.

Existem dois métodos de modelação digital, a geométrica livre topológica e a modelação paramétrica. Na modelação topológica os elementos notáveis da forma que a organizam e que

³¹⁶ Tradução livre do autor: “(...) Uma atividade com o propósito de criar uma manifestação que, na sua forma simples, filtra as qualidades em que os desenhos são interessantes, sem distorcer a compreensão do todo” (Lin, Stolterman e Tenenberg, 2008, p. 4).

são responsáveis pela sua transformação constituem uma malha onde se trabalham pontos, linhas e planos e, numa forma tridimensional, vértices, arestas e faces. Numa construção topológica³¹⁷ de manipulação no espaço, a transformação de um dos elementos efetua as transformações gerais em torno desse elemento por uma relação de estruturação de conexões que os compõe. Na modelação paramétrica³¹⁸ (forma de modelação gerada pelo cálculo numérico em computador), o gerenciamento das formas é dado pela introdução de parâmetros numéricos que correspondem a combinações formais e performativas.

A modelação híbrida, como abordou Dorta e Pérez (2005), consiste “(...) in working with the two modes of representation (manual and digital) to modify the 3D model through manual (clay modelling, etc.) and digital (boolean operation, etc.) process. It a cycle of continuous and frequent back and forth iterations between the virtual and the real (...)” (p.396)³¹⁹. Os autores mencionaram ainda que a técnica de modelação híbrida utiliza o scanner 3D e as tecnologias de reprodução rápida. Porém, muitas outras formas de interação entre as ferramentas tecnológicas e digitais podem ser experimentadas, verificando-se o potencial que oferecem para o processo projetual de design.

As primeiras experimentações que efetuámos dos meios digitais, no contexto da formação das ideias no projeto de design de produto, foram elaboradas com os alunos do IADE-Creative University (atual IADE-Universidade Europeia), em momentos diferenciados e com propósitos de análise focados na forma como foram utilizados os meios digitais em sintonia com os meios de modelação analógica e os resultados obtidos. O primeiro ensaio foi efetuado em 2002/2003, na Unidade Didática de Técnicas de Modelos e Protótipos do 4º ano do primeiro ciclo de estudos da licenciatura em design, e consistiu numa primeira experimentação de exercícios formulados com um processo híbrido de modelação.

³¹⁷ A modelação topológica ou de estruturação visual, representa uma antevisão do que são os elementos gerais constituintes da forma e o todo definido pela unificação desses elementos. Basicamente o tipo de modelação é processado sobre uma malha bidimensional ou tridimensional que se define pelos elementos geométricos ponto, linha e plano ou vértice, aresta e face que podem ser alterados no espaço através da mudança de posicionamento nos eixos X, Y, Z. Na constituição de volumes, uma série de operações de transformação da forma podem ser atribuídas como a divisão poligonal, os boleamentos, simetria, extrusões, deformações, suavização de superfícies, colagem, etc. Destacamos os programas 3Ds MAX e Cinema 4D.

³¹⁸ No processo de modelação paramétrica, a representação é gerada pela introdução de parâmetros (algoritmos) inscritos sob a forma de um valor para se obter uma determinada morfologia ou ação. Destacamos os programas Rhinoceros e SolidWorks e o Plug-in Grasshopper.

³¹⁹ Tradução livre do autor: “(...)em trabalhar com os dois modos de representação (manual e digital) para modificar o modelo 3D através do processo manual (modelagem em argila, etc.) e digital (operação booleana, etc.). É um ciclo de contínuas e frequentes iterações entre o virtual e o real (...)” (Dorta e Pérez, 2005, p.396).

Neste exercício, os alunos modelaram inicialmente as volumetrias de automóveis de um modo livre em barro, executando as técnicas de modelação simples na criação de volumetrias pouco rigorosas. Posteriormente, os volumes gerais foram decompostos em seções de dez milímetros de espaçamento, para se proceder à digitalização por scanner 2D de plano convencional, obtendo-se imagens como um TAC (Tomografia Axial Computorizada). Para obter a configuração dos elementos estruturais e formais em formato digital, cada parte da seção foi digitalizada em ambas as faces e convertida em “outline” em programas como o Corel Draw, Adobe Photoshop e AutoCAD. Através da exportação dos ficheiros para o AutoCAD, realizaram-se as retificações das irregularidades, aumentou-se o grau de pormenorização (figura 68), alteraram-se algumas configurações e procedeu-se ao aumento da escala. A impressão dos desenhos das seções foi realizada em papel de grande formato, por não existirem ainda CNC’s no Laboratório de Modelos à data. A fase de montagem das estruturas em cartão prensado e enchimento de poliestireno foi realizado analogicamente e permitiu ainda algumas decisões de última hora na transformação de alguns pormenores que não tinham sido descobertos durante a fase de representação digital.



Fig. 68 - Realização de formas de `concept cars´ com o processo híbrido de modelação analógica e digital, pelos alunos do IADE no ano de 2002/2003.

A segunda experiência, descrita no artigo de Gomes, e dos Santos, (2016), correspondeu ao desafio que os alunos Ricardo Raimundo e Diogo Silva abraçaram, no concurso de design de mobiliário promovido pela instituição Caixa Geral de Depósitos em setembro de 2008. Os alunos conceberam uma “chaise long”, que denominaram por “Chaise Box” por ser possível dobrá-la e fechá-la numa caixa. Neste projeto, pudemos presenciar a relevância que a sinergia dos processos analógicos e digitais tem no direcionamento de novos percursos, quando os resultados ainda não estão em conformidade com a satisfação das soluções. Salientamos que o projeto resultou da utilização de um modo híbrido que transitou entre a representação por desenho de esboço e a representação digital no software Solid Works, onde se testaram as possibilidades de dobragem para análise da geometria das peças. A realização de modelos físicos analógicos (figura 69) de teste dos sistemas mecânicos e a modelação 3D para sustentar as dimensões e a composição dos

elementos para a produção do protótipo com tecnologia CNC Tupia (figura 70), serve para obter as conclusões técnicas sobre as características do objeto em relação ao dimensionamento, ergonomia, usabilidade, produção e custos. O método desenvolvido pela junção de ambos os processos de representação, mostrou-se proveitoso para a descoberta de uma nova realidade de projeto que resultou na alteração dos tipos de material usados inicialmente, na alteração tecnológica de transformação e das características físicas do produto como o peso, resistência, redução de material e custos.



Fig. 69 - Modelos de estudo funcionais da Chaise Box dos alunos Ricardo Raimundo e Diogo Silva do IADE-Creative University.



Fig. 70 - Modelos digitais e protótipo final da Chaise Box realizado com a tecnologia digital CNC Tupia no 3D LAB – IADE Creative University.

O terceiro exemplo “Sistema para gerar o time lapse em rotação para máquina fotográfica”³²⁰ criado pelo aluno de Erasmus, Roberto Tino, no ano de 2012, tem um especial interesse pela forma como foi conduzido e por não terem sido realizados quaisquer desenhos de esboço na forma inicial do processo. A modelação e o desenho foram realizados diretamente nos materiais que constituíram os primeiros modelos de estudo, utilizando-se para a sua construção os ready-mades ou pedaços de outros objetos, como tampas de tupperwares, motores de impressoras, botões de outras máquinas. A modelação de estudo serviu de matriz para se conceberem as geometrias das peças em ambiente Rhinoceros e Solid Works com um elevado rigor métrico e

³²⁰ Pode ser visto o resultado deste protótipo experimental, no site da Vimeo em “<https://vimeo.com/44568938>” sob o título Lisbon in Time Lapse on Vimeo. Último acesso em 04 abril 2018.

formal. A construção do protótipo foi materializada em plástico ABS na tecnologia de prototipagem rápida FDM da UPrint SE Dimension da Stratasys (figura 71).

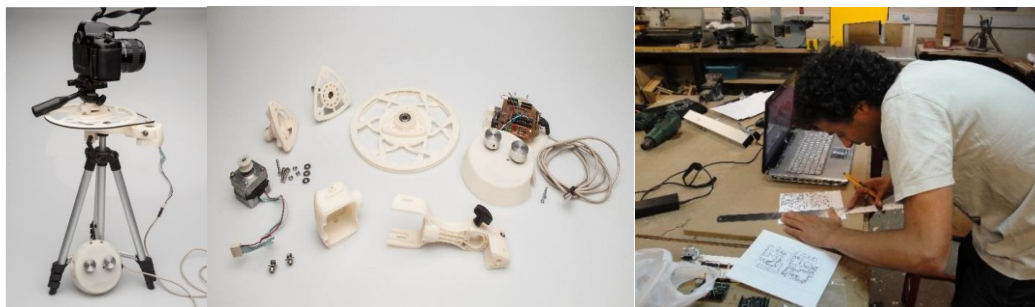


Fig. 71 - Aplicação da modelação analógica e digital na realização de um sistema para time lapse em plástico de ABS por prototipagem rápida. Aluno de erasmus Roberto Tino (ano 2012) com o acompanhamento dos professores Vasco Milne e Diamantino Abreu.

O quarto exemplo, a execução de uma “Estrutura modular para servir de abrigo em situações de emergência”, foi executada pelos alunos do 2º ano do primeiro ciclo de licenciatura em design do IADE-Creative University, para a Unidade Curricular de Design de Produção no ano de 2015 e 2016 (figura 72). O projeto contou com a experimentação de um sistema híbrido de representação para a realização de um conjunto de formas complexas, difíceis de compreender pela representação tridimensional por desenho de esboço, dado os empenamentos dos volumes, os seus vazamentos e as abas de encaixe entre módulos. Este exercício, dado a sua complexidade geométrica e de assemblagem modular, foi elaborado utilizando alternadamente os desenhos digitais concebidos com ferramentas de AutoCAD e Adobe Illustrator e, paralelamente com as técnicas de modelação física tradicional e modelação por prototipagem rápida de corte a laser. O processo mostrou-se bastante positivo ao nível do potencial criativo, tendo sido produzidas formas não convencionais e bem estruturadas geometricamente. Verificámos que o processo permitiu uma maior efetividade nos seguintes pontos: colmatou o problema da incapacidade representativa tridimensional das formas complexas; o tempo de produção de peças possibilitou a repetição e a transformação de peças, tendo cada aluno experimentado a oportunidade de fazer vários ensaios e decidir em tempo reduzido; proporcionou a motivação e a entrega total ao projeto.

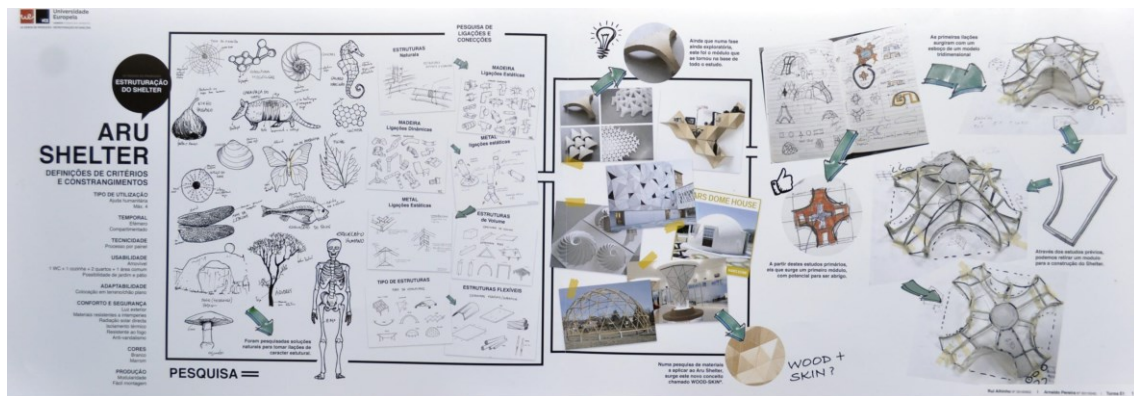


Fig. 72 - Estudos com modelação analógica e digital com a produção a laser para a criação de uma “Estrutura modular para servir de abrigo em situações de emergência”. Trabalho desenvolvido pelos alunos Rui Alinho e Arnaldo Pereira com a colaboração do autor.

O resultado das experiências pode ser resumido na obtenção de conjunto de características que se destacam pelo elevado rigor métrico e construtivo, a experimentação sequencial repetida que levou à descoberta de novas situações do projeto e que não constavam da estrutura mental inicialmente definida nos primeiros princípios, a rapidez de execução e a interação num espaço dialógico responsável pelas decisões tomadas.

Dos exemplos apresentados, podemos verificar que, independentemente dos meios analógicos e digitais aplicados no projeto, o sentido como são utilizados e o modo como se associam (hibridismo) pode trazer vantagens ao ato de projetar em design, fundamentalmente aos “novatos” que estão a aprender as metodologias e as práticas do projeto.

3.1. Tipologias de Representação em Design

“The design process is an evolution of different kinds of representation” (Goel, 1995 apud. Dorta et al. 2008, p.4).³²¹

As formas de descrição em design são amplas e variadas, podendo ser materializadas sob a forma de expressão verbal, de expressão visual através das representações de imagens por desenho, escrita, gráficos ou esquemas, e de expressão física háptica, expressa pela modelação analógica

³²¹ Tradução livre do autor: “O processo de design é uma evolução de diferentes tipos de representação” (Goel, 1995 apud. Dorta et al. 2007, p.4).

elaborada através dos modelos físicos e os modelos digitais numéricos, modelados em ambiente computadorizado e produzido em ferramentas CAD (Computer Aided Design) e tecnologias CNC (Computer Numerical Control) ou prototipagem rápida. Podemos ver a essência das tipologias de representação sedimentadas no tipo de ferramentas de representação que são utilizadas e a função que assistem ao processo.

Karagiorgi e Symeou (2005, p.24), analisando os princípios básicos subjacentes ao construtivismo aplicado à aprendizagem no design e na forma como os estudantes podem ser auxiliados na interpretação e resolução dos problemas, mencionaram quatro essenciais tipos de ferramentas cognitivas que se associam às tipologias de ferramentas de representação em design. Durante o processo do projeto, quaisquer que sejam as ferramentas aplicadas, estas têm sempre uma função cognitiva de suporte à interpretação dos fenômenos e à manipulação dos constituintes do problema, visando a descoberta de uma melhor solução. Essas ferramentas, tal como mencionaram os autores, são ferramentas com o propósito de recolha de informação necessária ao enquadramento, ferramentas de visualização ou representação do problema, ferramentas de modelação do conhecimento adquirido e da forma de perceber o problema e ferramentas de análise do desempenho que, no contexto do design, ligam-se à averiguação e comprovação das hipóteses lançadas. Os autores mencionaram ainda que as ferramentas de exteriorização do design que entendemos como instrumentos que facultam o diálogo com o problema, visível ao nível da relação dialogal de modelação e comunicação com os “stakeholders” e comunidades, geram um “(...) meaning of the problem”³²² (ibid. p. 24). As formas de representação externas são as “design tools” para a comunicação, que têm significantes e significados próprios e que interagem psicologicamente e afetivamente com o agente criador.

Casakin e Kreitler (2006) mencionaram que “Proeficienly in the use of representation tools might play a significant role in the generation, refinement, and communication of creative ideas in design” (p.11)³²³. A influência das ferramentas no desenvolvimento cognitivo é apontada como uma preocupação atual na formação dos designers, visto que a limitada experiência restringe todo o processo e fundamentalmente a ação criativa, como abordaram Ibrahim e Rahimian (2010), Almendra (2010), Cross (1999), Suwa e Tversky (1997), Suwa, Purcell e Gero (1998).

³²² Tradução livre do autor: “(...) significado do problema” (Karagiorgi e Symeou, 2005, p.24).

³²³ Tradução livre do autor: “A proficiência no uso de ferramentas de representação desempenha um papel significativo na geração, refinamento e comunicação de ideias criativas no design” (Casakin e Kreitler, 2006, p. 11).

Na análise da literatura existente, a forma de representação por esboço é a mais documentada, sendo de destacar alguns autores como Nigel Cross, Donald Schön, Herbert Simon, Kees Dorst, Katja Tschimmel, Henry Christiaans, Gabriela Goldschmidt, Van der Lugt, Bryan Lawson, Isabel Rodrigues.

Gürsoy (2010, p. 12), inscrevendo o estudo de esboço numa abordagem cognitiva de design e a influência que tem sobre o processo de design, mencionou que esta é uma área muito explorada essencialmente na ação de promover um tipo de pensamento relevante para a cognição do projeto. Descrevendo vários autores, Benay Gürsoy designou que a representação por desenhos é referida pela promoção de alternativas projetuais criativas, que Goel (1992) denominou de transformação lateral, possibilitando a conversação com a situação do problema, numa dimensão exploratória e antecipadora dos problemas projetuais e antevendo as características não imaginadas (Suwa e Tversky, 1997), e permitindo a constante avaliação, revisão e melhoramento. O esboço é retratado como “(...) an indispensable tool to foretell, generate, evaluate, communicate, and restore ideas” (Gürsoy, 2010, p.13).³²⁴

Rodrigues (2007, p.70), explicando o fundamento de Paul Laseau em “Graphic Thinking for Architects and Designers”, descreve que o desenho tem um significado na atividade de projeto pela função cognitiva, exploração e descoberta vivida no contato direto com os materiais de suporte e no espaço mental e função comunicativa egocêntrica, mas também compartilhada por terceiros. A autora, referindo Alan Pipes, mencionou que o desenho, para o designer, cumpre três funções principais, como meio de exteriorização e interiorização dos pensamentos³²⁵, meio de persuasão para influenciar e agradar, e como meio de comunicação interna de geração de informação quer para o próprio agente criativo, como para os agentes de produção (Daciano da Costa por João Paulo Martins, 2001). Os esboços de conceito são aplicados à fase pré-experimental (Tseng e Ball, 2011) e determinam-se pela ambiguidade, indeterminância e a despreocupação com quaisquer problemas de natureza técnica ou concetual. São chamados de “rough sketches” por não terem quaisquer tipos de preocupações em relação às técnicas ou ao aspeto como são desenvolvidos e, muitas vezes, são apenas descodificados pelo próprio criador, denominando-se por idiossincráticos. O tipo de representações associados a estes desenhos são

³²⁴ Tradução livre do autor: “(...) uma ferramenta indispensável para prever, gerar, avaliar, comunicar e restaurar ideias” (Gürsoy, 2010, p.13).

³²⁵ O termo exteriorização remete para o modo como se materializam os pensamentos tornando-os visíveis e reconhecíveis através dos signos. A interiorização como forma de pensamento, liga-se noutra contexto à ponderância e análise dos factos.

a representação literária³²⁶ e esquemática, onde prevalecem as simulações das imagens mentais por recordação e o conhecimento que se tem da realidade, mas também onde se geram os esquemas (mind maps) que orientam e organizam as dispersas ideias na fase inicial do processo projetual.

Os desenhos analíticos são mais detalhados ao nível da sua composição, das técnicas utilizadas e da forma como se apresentam visualmente em termos de perspetivas ou projeções ortogonais, cortes, transparências, explosões, etc. O desenho analítico depreende a análise, a decomposição, a perceção e as noções de estruturação técnica, desde os traços de construção dos volumes gerais ao aspeto realista, como o trabalho da cor, volumes, texturas luz, contrastes, etc. Os esboços representados com intenção analítica constituem as fases de hipotetização e de refinamento das ideias para compreendê-las, justificá-las e tomar decisões. Estão também agregados aos tipos de representação enumerativa, rítmica e transformativa, servindo de explanação do objeto no seu todo e nas partes constituintes.

Na representação rítmica, a realidade de usabilidade é demonstrada através dos desenhos sequenciais e pictográficos que exemplificam o modo de funcionar e a montagem das partes. Na representação transformativa, utilizam-se várias técnicas de alteração da imagem projetada, como a recombinação de outros elementos gerando o hibridismo e a mutação ou transformação estrutural e morfológica. Estas técnicas são aplicadas com o objetivo de proporcionarem uma maior flexibilidade, colaborando na realização de várias hipóteses e para a constituição do diálogo entre o agente criador e os desenhos produzidos. Exercícios criativos relacionados com a mutação podem consistir na introdução de variáveis ao processo de transformação, como por exemplo, a ação do vento, o desequilíbrio, a insuflação, a ação de gravidade aumentada, a compressão, a dilatação, o derretimento, a fragmentação, o boleamento, o facetamento, a excessiva texturização, etc.

Os desenhos técnicos, ou desenhos ortográficos geométricos³²⁷, são desenhos que cumprem uma codificação gráfica convencional. O desenho técnico é detalhado e específico para uma compreensão ao nível da produção e, por esta função, tem de compreender todo o tipo de projeções necessárias para o entendimento completo do produto e é acompanhado pela

³²⁶ Os tipos de representações que apresentamos estão ligados ao processo projetual e foram desenvolvidos e inseridos no programa do terceiro ano do primeiro ciclo de estudos em design, na Unidade Curricular de Design Industrial no IADE Universidade Europeia, pelo Professor Doutor António da Cruz Rodrigues. O seu modelo projetual apresenta os tipos de representação enquadradas nas várias fases do projeto e denominam-se pela representação literária, esquemática, enumerativa, rítmica, recombinação, mutação, técnica e narrativa.

³²⁷ São os desenhos das vistas sobre os planos de projeção.

indicação das medidas inerentes ao objeto (representação normativa). Os desenhos de apresentação têm o propósito de apresentarem o produto na sua inteira composição e mostrar o seu aspeto final. São desenhos muito detalhados na composição gráfica e na forma como são produzidos em termos de equipamentos de representação. O tipo de representação associada aos desenhos técnicos é uma representação narrativa que demonstra na íntegra a forma de funcionar dos objetos ou dos espaços, as qualidades específicas, as características, a interação com o meio e os elementos estéticos/formais.

O desenho porém também tem as suas limitações e Lawson (2006) identificou-as, referindo que o desenho "(...) is in some way a very limited model of the final and product of design, and yet in a world increasingly dependent on visual communication it seems authoritative. The designer can see from a drawing how the final design will look but, unfortunately, not necessarily how it's work. (...) performance" (p.27).³²⁸

Apesar dos desenhos e os modelos físicos e digitais não poderem prestar todas as qualidades necessárias na representação dos produtos, elas complementam-se e permitem uma relação heterogénea, focada na simulação do que se pretende obter ou provar, nas várias fases do projeto.

Atualmente, o agente criador tem ao seu dispor uma panóplia de ferramentas de representação que permitem o desenvolvimento dos projetos com uma metodologia não standardizada em termos de utilização dos meios de conceitualização. Empresas como a Designer Works, Ideo, Karten Design, Fearsom, Teague, Tangerine, Nexus Design, Studio Backs, Industrial Partner, Alma Design, Nuno Teixeira, entre outros, reúnem metodologias específicas projetuais e socorrem-se dos tipos de instrumentos de representação perante configuração do desafio, a complexidade, os tempos e o orçamento do projeto. A fase de ideação num projeto não tem um procedimento regulamentar para determinar as características dos instrumentos e as formas de representação que devem ser utilizadas. Existem projetos de design e arquitetura de sucesso, que iniciaram pela utilização de técnicas de "brainstorming", "paperstorming" e "mind maps", assim como outros projetos iniciaram com a utilização direta da execução de modelos de estudo físicos ou pela simulação da modelação digital.

³²⁸ Tradução livre do autor: "(...) É, de alguma forma, um modelo muito limitado do final e produto do design, e ainda num mundo cada vez mais dependente da comunicação visual parece autoritário. O designer pode ver num desenho como será o design final, mas, infelizmente, não necessariamente como ele funciona. (...) desempenho" (Lawson, 2006, p.27).

O caso do projeto do espremedor de citrinos Juicy Salif, de Philippe Starck, demonstrou que uma ideia ou conceito não requer instrumentos ou condições especiais, apesar de as mesmas poderem influenciar e motivar a ação criativa. O controverso espremedor, segundo o presidente da Alessi, Alberto Alessi, foi idealizado num guardanapo de papel de um restaurante enquanto Philippe Starck almoçava um prato de lulas. A forma natural e o contexto inspiraram o designer na realização de um ícone do design.

A representação por modelos físicos é um potencial meio de representação e é aplicado a um projeto de design para colmatar a dificuldade sentida na manifestação dos conceitos, quando o processo de interpretação dos problemas é complexo. O grau de dificuldade sentida leva muitas vezes ao condicionamento da evolução do raciocínio provocado por uma descrença, ceticismo ou falta de confiança para enfrentar a complexidade. Assim, vemos a representação por modelos físicos como uma necessidade e, em certo ponto, como uma obrigação, pela capacidade preditiva e avaliativa que detém na construção do processo mental e de envolvimento no projeto. Do mesmo ponto de vista, sem a realização dos modelos físicos, um projeto de design é um projeto pobre na exploração semântica do problema e conseqüentemente pobre na construção criativa da procura de soluções. Enquanto o agente criativo modela através dos modelos físicos, abstrai-se do volumoso contexto que constitui o problema e deixa fluir o processo numa sequência coevolutiva de incógnitas, probabilidades e conclusões. A ação de modelação promove um “memory refresh”, explorando-se os pensamentos armazenados na memória longa e os pensamentos gerados no momento, ou memória curta. Não existem normas ou quaisquer tipos de condicionantes materiais, técnicas, estruturais ou formais para a realização dos modelos físicos que, tal como as peças artísticas, têm o livre arbítrio de se comporem sem a preocupação técnica, mas apenas com alma.

Lin, Stolterman, Tenenberg (2008) veem os modelos descritos sob a designação de protótipos³²⁹ como um filtro no processo, permitindo selecionar de entre várias questões projetuais as que

³²⁹ Sob a nossa designação, os protótipos que os autores referem são no nosso entender modelos. Segundo as características operacionais, estruturais e funcionais, diferenciamos os significados dos modelos e protótipos pela objetividade que representam. Os modelos são descrições ou simulações livres que variam no propósito, na utilização dos materiais, formas, componentes, acabamentos e a própria escala ou dimensão do que se pretende representar. Os protótipos são condicionados a uma fase projetual avançada e correspondem ao pré-teste, exigindo-se, portanto, uma representação à escala real 1:1 da ideia estabelecida e o uso dos materiais, os elementos componentes e os acabamentos têm de ser similares aos pretendidos para a produção final em série ou produção “one-off”, para que os resultados que advenham dos testes a que são submetidos, possam ser credíveis para evitar erros de produção. Moggridge (2007 apud. Hartmann, 2009, p.16) afirmou que os protótipos são representações do Design “(...) *made before final solution exists*”.

melhor integram os requisitos para um desenvolvimento aprofundado. Os autores defenderam os seguintes princípios da função dos protótipos, referindo:

Prototypes are a tangible attempt to view a design's future impact so that we can predict and evaluate certain effects before we unleash it on the world. Knowing that prototypes filter certain aspects of a design, we can become more aware of the complexity and responsibility of a design, and hence be more thoughtful about our design decision making. Prototypes are intricately intertwined with the evolution of design ideas throughout the design process. We constantly evaluate and reflect on the values of what we design—if those designs are socially responsible, economically viable, experientially pleasing, culturally sound, operationally usable, technologically compatible, and functionally error-free. (p.8)³³⁰

A representação numérica ou digital é outra ferramenta na prática de projeto, utilizando-se recursos variados que podem incorporar os ambientes virtuais e os softwares de representação bidimensional e tridimensional e as ferramentas de materialização dos ficheiros modelados digitalmente. Dado a grande diversidade dos meios de produção de ficheiros 3D físicos e os custos que englobam as tecnologias de conformação, grande parte das PME's na área da arquitetura e do design não dispõe destes meios. No entanto, através do conceito dos FABLAB's (Fabrication Laboratory), implementado por Neil Gershenfeld, à escala mundial, garante-se hoje a produção dos projetos com o apoio de pessoas especializadas nos laboratórios.

O acelerado avanço das tecnologias de informação, dado o contexto económico que presenciamos, conduz a uma nova forma de ver a realidade e de tecnicamente a reproduzir. Rodrigues (2007) designou a mudança das dinâmicas de representação promovidas pela desvinculação da natureza do “fazer manual”, ao referir:

(...) é face à utilização dos meios produtivos inteligentes que o valor humano está associado a uma mudança de paradigma dentro do conjunto de estratégias para o design. A evolução da mudança já não acontece passo a passo, em face da reação do mercado à introdução de novos produtos, tendo passado a fazer parte de um sistema contínuo onde a inovação é controlada pelo software. (p. 80)

³³⁰ Tradução livre do autor: “Os protótipos são uma tentativa tangível de visualizar o futuro de um projeto para que possamos prever e avaliar certos efeitos antes de divulgá-lo ao mundo. Sabendo que os protótipos filtram certos aspetos de um projeto, podemos nos tornar mais conscientes da complexidade e responsabilidade de um projeto e, portanto, ser mais cuidadosos com nossas decisões de projeto. Os protótipos estão intrinsecamente entrelaçados com a evolução das ideias de design ao longo do processo de design. Nós constantemente avaliamos e refletimos sobre os valores daquilo que projetamos - se esses projetos são socialmente responsáveis, economicamente viáveis, experientialmente agradáveis, culturalmente sólidos, operacionalmente utilizáveis, tecnologicamente compatíveis e funcionalmente isentos de erros. (Lin, Stolterman, Tenenberg, 2008, p.8).

Esta perspectiva é também reforçada com a introdução das ferramentas software e hardware de representação digitais, cada vez mais preparadas para a colaboração na ação de modelar³³¹ e pela representação por impressão ou adição e subtração de materiais em sistemas de prototipagem rápida. Como mencionou Rodrigues (2007), os meios, sendo cada vez mais diversificados e com maior performance, estão a consolidar novos paradigmas na prática, nas metodologias e na gestão processual do design, como refere “A flexibilidade na representação dos fenómenos, e a sua crescente associatividade, estão a transformar o problema de representação no design num problema de gestão de conhecimento associado à representação das ideias em design” (p.87).

A forma híbrida de representação tem sido estudada como meio alternativo na procura de uma alternativa aos processos convencionais aplicados à prática do projeto. As ‘Híbrid tools’ agregam as características das ferramentas de modelação analógica e das ferramentas digitais, com o propósito de permitirem ao agente criador uma relação mais abrangente de exteriorização e que vigore num papel mais efetivo no processo de ideação.

Dorta, Pérez e Lesage (2008) desenvolveram um sistema de representação que visou a criação de um ambiente de ideação híbrida focada na imersão pela projeção a 360° do que se está a produzir por desenho de esboço e modelação física. Os autores destacaram Casaus et al. (1993), Asanowicz (2002), Do (2001), e acrescentamos Kim e Maher (2005), como os investigadores que efetuaram estudos relacionando a influência dos ambientes real e virtual, na produção de novas ideias. Porém, sobre estes estudos, verificamos que as aplicações dos meios digitais são feitas à semelhança dos processamentos de conceção dos meios analógicos, o que não permite compreender a verdadeira natureza do efeito das ferramentas na forma como estão desenhadas.

Num momento em que vivemos uma acelerada evolução das ferramentas digitais, um novo paradigma da ação de projeção é irrefutável. D’Souza (2010) referiram que a imersão da intensiva tecnologia e o novo ambiente “(...) demands individuals to make meaningful connections however, one needs to pay attention to the underlying skills demanded by these different tools” (p.281)³³². Acreditamos que a conexão entre as modelações analógicas e digitais poderá colmatar os problemas manifestados pela falta de competências da modelação pelo desenho de esboço ou pela modelação digital, que privam a relação dialogal com o modelo. Um processo híbrido

³³¹ A preocupação de implementar a inovação nos instrumentos de modelação tridimensional digital não se ficou apenas pelos softwares e pelas tecnologias de produção tridimensional. Existem hoje hardwares de apoio como as mesas digitalizadoras, 3D connexion space mouse, Phantom haptic devices, Leonar3Do que permitem uma maior liberdade de interação com a ferramenta.

³³² Tradução livre do autor: “(...) exige que os indivíduos façam conexões significativas, no entanto, é preciso prestar atenção às habilidades subjacentes exigidas por essas diferentes ferramentas” (D’Souza, 2010, p. 281).

abre o campo a novas alternativas projetuais, por juntar as qualidades de ambos os processos e permitir uma maior liberdade de expressão num espaço de exteriorização mais amplo.

3.2. Evolução dos Instrumentos de Representação Face a Evolução Tecnológica

“Nós modelamos o mundo onde vivemos, mas nós não nos sabemos construir a nós mesmos. (...) agindo sobre os fatores de evolução mecânica, nós devemos conhecer, compreender e regular as nossas necessidades” (Lafitte, 1932 apud. Parra, 2007, p.51).

Na história da evolução humana, a humanização deve o seu legado aos materiais e à sua transformação. O princípio da modelação surge do ato ou da necessidade da transformação de algo, conferindo-lhe uma nova forma e atribuindo-lhe uma função ou um significado. Esta ação é responsável pelo evoluir não só dos produtos concebidos, mas dos meios que os produzem e, a partir da terceira década³³³ do séc. XX, poder-se-á dizer que a humanidade garantiu um salto exponencial no que se refere ao desenvolvimento das tecnologias.

Vivemos hoje realidades julgadas de um filme de ficção científica, com a produção de nanoships, cirurgias realizadas à distância (cirurgião e paciente) de continentes, automóveis que conduzem autonomamente, sondas robotizadas que operam em Marte, partes ósseas e órgãos produzidos com tecnologias de prototipagem rápida, etc. A realidade é hoje bem diferenciada não só pela utilização de novas ferramentas e pelos meios tecnológicos que funcionam num ambiente virtual, como pela dependência que desses meios. O nosso perfil cognitivo está alterado em parte pela delegação de algum do nosso raciocínio ou exercício mental para o trabalho computadorizado e podemos verificar que algumas das nossas aptidões perderam-se por completo devido aos excessivos hábitos digitalizados que estão enraizados na nossa forma de ser.

³³³ Referimos a terceira década como o momento em que se deu a quarta transformação tecnológica segundo Ayres (1990), referenciado por Ferreira (2008, p.81). Neste período, foi importante o avanço da eletrónica que manifestou uma mudança por “(...) alterar profundamente os hábitos sociais: a televisão, os semicondutores e os computadores”. A quinta transformação deu-se a partir dos anos 80’s e surgiu com a introdução de telecomunicações como a internet, era da informação digital.

A essência da criação das máquinas e das ferramentas é efetivamente a redução do esforço humano e a garantia da evolução³³⁴ enquanto espécie inovadora³³⁵. Confrontando-nos hoje com o rápido avanço dos meios e das ferramentas digitais, onde o artificial e natural se difunde, é natural que a linguagem vernacular e heterogénea do processo de criação, específica de várias culturas, esteja a globalizar-se. Somente alguns exemplos que requerem um padrão similar às regras do artesanato é que se destacam desta perspetiva, procurando explorar as características de um trabalho manual. A coexistência das estruturas mecanizadas e informatizadas com as manipulativas humanas é o que chamamos de hibridismo e que está muito consolidado nas nossas atividades do quotidiano.

Os mundos virtuais a que se referem Anthony Willians, Ning Gu e Hedda Askland tornaram-se uma extensão do nosso ambiente natural e, segundo os autores, para os “(...) designers they represent an alternative milieu in which design can be generated, explored and assessed; virtual worlds represent opportunities for remote collaboration, interactive and engagement, and, as such, possess an alternative approach to design to that of the real world”³³⁶ (Willians, Gu, Askland, 2011, p. 182). No processo projetual, a passagem dos meios tradicionais para as tecnologias de modelação digital criou a mudança de paradigma nos anos 80, com o aparecimento de softwares CAD e, um pouco mais tarde, com a introdução das tecnologias de impressão tridimensional por adição de material plástico. Há que salientar que as primeiras máquinas de produção por controlo numérico foram as ferramentas de subtração, CNC’s, com um controlo híbrido, manual e paramétrico, e só posteriormente surgiram as tecnologias de adição por impressão de plástico e com um processo totalmente digital. Hoje são tecnologias presentes em grande parte nas instituições de ensino de design, arquitetura e engenharia e, como tal, fazem parte do léxico de conhecimentos dos alunos, como apresentou Greenhalgh (2009, pp. 14,15) num quadro sumário sobre os artigos científicos escritos sobre o tema da prototipagem rápida na educação de arquitetura até 2006. A aplicação dos sistemas CAD nos projetos veio trazer uma nova abordagem metodológica, levando o criador a pensar com a máquina e, como mencionou Scott Greenhalgh

³³⁴ Também considerado o evolucionismo, verificado no sentido do avanço dos sistemas biológicos e tecnológicos.

³³⁵ Ferreira (2008, p. 31) focou que o processo de inovação “(...) envolve a procura e exploração de oportunidades para a criação de novos ou melhorados produtos, processos ou serviços, baseados na evolução de uma prática técnica (Know-How), na mudança das exigências do mercado ou, ainda na combinação destas duas variáveis.

³³⁶ Tradução livre do autor: “(...) Designers representam um meio alternativo no qual o design pode ser gerado, explorado e avaliado; os mundos virtuais representam oportunidades de colaboração remota, interação e como tal, possuem uma abordagem alternativa para projetar para um mundo real” (Willians, Gu, Askland, 2011, p. 182).

referenciando Ryder et al. (2002), “CAD has been claimed to narrow the gap between representation and building” (ibid. p.9).³³⁷

Os sistemas computacionais vieram oferecer uma maior liberdade de modelação de formas e implementaram a aproximação ou antecipação dos sistemas produtivos, quer pela simulação direta com os sistemas de prototipagem rápida, quer pelos simuladores virtuais de análise e teste sob a forma de softwares e plugins ou módulos de extensão.

Assim como era exigida uma certa habilidade para traçar com o tira-linhas ou com a máquina de desenho técnico, os meios digitais exigem uma preparação e experiências técnicas próprias e um pensar com as máquinas, aglutinando-se o pensamento relacionado com o conceito que se tem em mente e o pensamento focado no modo de produzir com a máquina, que muitas vezes demonstra a descoberta de algumas incongruências. Este procedimento significa que a relação entre o pensamento criativo e o pensamento técnico são complementares e essenciais para a viabilização do projeto. Mas com a rapidez e a enorme diversidade a que surgem os meios de representação, surge um problema que se associa com a compreensão de qual será a melhor ferramenta para aplicar a um determinado propósito e qual o domínio necessário para operar com essa ferramenta. A falta de confiança ou domínio da ferramenta (Dunn, 2007) tem influência no processo criativo por impossibilitar a exteriorização do raciocínio. Williams, Gu, Askland (2010) referiram esta preocupação, salientando a importância de se ter de abordar pedagogicamente no ensino superior de design, as competências e o desenvolvimento de práticas que sustentem o sucesso da utilização das tecnologias, motivando o processo construtivista de aprender, saber operar e saber com o meio. Perante a coexistência dos processos analógicos e digitais que são hoje uma exigência mercadológica e económica, é indispensável que o foco de ensino se desenvolva em concordância, gerando aptidões que respondam às necessidades do mercado profissional.

³³⁷ Tradução livre do autor: “CAD tem sido reivindicado para estreitar o fosso entre representação e construção” (Greenhalgh, 2009, pp. 9).

3.3. Modelos Analógicos Versus Modelos Digitais

“There is a certain purpose for models to be created. The purpose might vary to suit its relevance”
(Sharif e Maarof, 2014, p.178).³³⁸

Os modelos, sejam analógicos ou digitais, são diferenciados no seu contexto funcional dentro do projeto e prestam comumente uma expressão de materialização dos conceitos abstratos. Fernandes (2010) apresentou uma rigorosa definição sobre o que é um modelo. Por considerarmos que a descrição é detalhada e concisa, enumeramos sumariamente as características apontadas pela autora para quem o modelo é:

(...) um objeto operacional para a criação de uma estrutura sistémica de um problema (...) um espaço experimental que possibilita vivências, emoções e percepções hedonísticas, visuais e hápticas (...) um instrumento de atividade intelectual, espaço de análise e reflexão (...) um objeto cognoscível de suporte à abertura de hipóteses, à tomada de decisão e ao comprometimento de conclusões (...) um lugar imaginário de criação da prospetiva; instrumento de abstração, especulação e predição (...) um lugar de objetivação e estruturação (...) um recurso de sistematização metodológica” (p. 107).

Segundo Vocialta (2015), os modelos começaram por desempenhar um papel utilitário no séc. XV com a intenção de representar realisticamente as grandes obras de arquitetura. Somente no séc. XX, motivado pelo espírito artístico das Belas-Artes, é que os modelos passaram a assumir uma função mais próxima da ação criativa, abandonando a estrutura do registo pormenorizado e fidelizado a uma transmissão final do produto, para assumir a forma de uma simulação de conceitos em desenvolvimento e inacabados. No final do séc. XIX, os modelos de arquitetura e engenharia estabeleceram várias formas e tipologias e tornaram-se objetos de trabalho e de reflexão, onde se podiam experimentar conceitos, evidenciar pensamentos, tomar decisões, alterar conceitos e, fundamentalmente, prestar a difusão do imaginário. O modelo passou a constituir a função de um instrumento para expressar conceitos e para desenvolver a investigação no seio dos projetos. Os modelos estruturais de Antoni Gaudí (1852-1926) expressavam o princípio de servirem a função de elementos de investigação para o cálculo da relação das formas geométricas e colaboração da visualização da complexidade do sistema, como demonstrado na figura 73.

³³⁸ Tradução livre do autor: “Existe um certo propósito para os modelos serem criados. O objetivo pode variar de acordo com sua relevância” (Sharif e Maarof, 2014, p.178).



Fig. 73 - Esquerda: Modelo estrutural de Antoni Gaudí para visualização da estruturação da composição geométrica da Sagrada Família Barcelona (James, 2015 "Birthday of Antoni Gaudí" Archineering. Acedido a 04.08.2017. <http://archineeringtalk.com/?p=392>). Direita: Interior da nave central da Sagrada Família Barcelona (Musement "Sagrada Família Barcelona Espanha" Acedido a 04.08.2017. https://images.musement.com/cover/0001/06/the-sagrada-familia_header-5761.jpeg).

No período renascentista, os modelos começaram por receber a devida importância como elemento comunicativo e representativo de exposição dos conceitos para os clientes e para os trabalhadores, visto que eram utilizados com o propósito de gerar uma imagem o mais fidelizada ao que se proponha como arte final e assim poder significar a antecipação do monumento a construir (ver figura 74). Várias foram as designações funcionais atribuídas aos modelos e Vocialta (2015) apresentou esta visão na Renascença, referindo "Alberti models are the only way to examine, test and improve ideas and drawings. They are part of design process. In opposition to Alberti's point of view, Brunelleschi and Michelangelo consider models as the last representation of the idea for the public and as a construction guide for workers" (p.10).³³⁹

A natureza dos modelos físicos detinha, no período renascentista, um valor próprio, e em alguns casos foram aplicados como primeira forma de representação para proporcionarem o estudo dos espaços sob uma visão mais periférica que aquela que era obtida através dos desenhos. Apesar de considerar a arte final, Michelangelo fez uso dos modelos em algumas fases dos seus projetos para melhor compreender a representação dos espaços e para representar as alterações em diferentes momentos, quando alguns dos seus projetos estavam em construção (Vocialta, 2015). A complexidade e a articulação dos espaços no período Barroco tiveram um forte impacto na necessidade de se recorrer aos modelos, para apoio da perceção tridimensional, visto que a representação por desenho implicava uma enorme destreza e tempo para detalhar as

³³⁹ Tradução livre do autor: "Os modelos de Alberti são a única maneira para examinar, testar e melhorar ideias e desenhos. Eles fazem parte do processo de design. Em oposição ao ponto de vista de Alberti, Brunelleschi e Michelangelo consideram os modelos como a última representação da ideia para o público e como um plano de construção para os trabalhadores" (Vocialta, 2015, p.10).

composições orgânicas e intrincadas. No séc. XX, os modelos destacam novos valores expressivos, após o período menos frutífero do séc. XIX, em que a maior expressão fez-se sentir apenas aos modelos de teste e experimentação de estruturas de ferros ligadas à engenharia de pontes e à construção militar. Para Francesca Vocialta, o séc. XX trouxe uma nova plasticidade de natureza experimental. As escalas dos modelos passaram a apresentar uma dimensão urbana e o trabalho desenvolvido por Frank Lloyd Wright mostrou a preocupação de ver o elemento na concordância de inserção com o espaço envolvente, como um conjunto integrado e em simbiose.



Fig. 74 - Modelo de arquitetura realizado em partes para apoio à construção por Filippo Brunelleschi. Fonte: adaptado de (Vocialta, 2015, p.13) e Julien Joly "Image 11 of 11 from gallery of Florence's Museum of the Opera del Duomo set to Reopen to the Public. Wooden model of Filippo Brunelleschi's dome". Image © Antonio Quattrone. Acedido a 05.08. 2017. <https://www.pinterest.pt/pin/306526318372640722/>.

No design, a aplicação dos modelos remonta a necessidade da experimentação feita no período que antecede a solução final (Moggridge, 2007) e com o propósito de antecipar uma realidade futura (Houde e Hill, 1997). Podemos relacionar a prática de utilização dos modelos no design à ideologia e à experiência prática do movimento de reforma britânico Arts and Crafts (1880-1920), protagonizado por Gottfried Semper, John Ruskin e William Morris. Sedimentado numa cultura que se insurgiu contra os enfeites superficiais e a má qualidade dos novos produtos industriais, criticados pela ausência de alma e mau gosto estético, o movimento estabeleceu o critério da filosofia do utilitarismo de John Stuart Mill's, que defendeu que "(...) that the moral quality of human acts depended solely on their usefulness (or harmfulness) to society" Bürdek (2005, p. 21).³⁴⁰ Sob o lema do revigoreamento da qualidade material, funcional e estética intrínseca às

³⁴⁰ Tradução livre do autor: "(...) que a qualidade moral dos atos humanos, depende exclusivamente de sua utilidade (ou ineficiência) para a sociedade" (Bürdek, 2015, p. 21).

habilidades humanas e não à produção descaracterizada pelas máquinas, as artes e ofícios vieram garantir as competências do fazer para as gerações de artistas e designers seguintes.

A importância dada ao saber empírico gerado em torno da experimentação e manipulação veio a fazer sentir-se poucos anos mais tarde, no movimento moderno quando a formação da Bauhaus (1919), por Walter Gropius, escola de artes de vanguarda, artesanato e design. A coexistência de um programa alicerçado na teoria fundamentada pela prática experimental enfatizou a funcionalidade ou funcionalismo³⁴¹, com a célebre máxima “Forms follows function”. Numa cultura de sintetização da arte, artesanato e tecnologia, novos conceitos estéticos foram aplicados, despoletados pela exploração de materiais inovadores e técnicas de transformação. Nos hábitos projetuais pós Bauhaus, os modelos físicos respondem com a sua característica representativa, mas também de exploração e de experimentação direta com os materiais, com as formas e com os utilizadores.

Atualmente, a relação dos modelos com os designers tem um sentido multifuncional como símbolo de uma linguagem comunicativa acessível a todos ou universal, instrumento de construção e desenvolvimento do conhecimento empírico e autopoietico, e como base de dados de informação acumulada. Os modelos arquivam, na sua estrutura, vários tipos de conhecimentos adquiridos pelo agente. Poder-se-á dizer que são bibliotecas de informação, expressas sob a forma de pensamento explícito, traduzido em materiais, formas, cores e detalhes.

Os modelos analógicos e digitais cumprem o princípio mais determinante no ato de projetar que é a transformação do conhecimento tácito em conhecimento explícito visível representado por signos (Ibrahim e Rahimian, 2010). O fenómeno em si é indispensável para gerar o procedimento cognitivo e para desenvolver a dialética coevolutiva de design face ao problema. Os modelos analógicos e digitais materializam um conhecimento pessoal e são manifestamente o resultado de um processo de maturação de conhecimentos formativos baseados no saber técnico, conhecimento operacional, e no saber analítico ou reflexivo ligado à interpretação dos fenómenos pela indução e dedução. A capacidade metodológica da reunião dos vários saberes, com o propósito encontrar a melhor solução para o problema, é responsável pela qualidade de produção dos novos sistemas de referência.

³⁴¹ Funcionalismo representa o ênfase e a preocupação com o propósito das coisas, a sua utilidade prática e a forma como se adapta a uma situação ou um meio e como permite a adaptação dos utilizadores.

Para nós, as terminologias e as contextualizações dos modelos analógicos e digitais são diferenciadas pela sua natureza constitutiva, operativa e formativa³⁴². Ambos são estruturados com uma organização de recursos, meios e metodologias específicas e formulados com modos de pensar distintos³⁴³. Se forem vistos apenas numa perspetiva da relação com o processo de Design, como elementos de apresentação das ideias, poder-se-á dizer que têm objetivos semelhantes. No entanto, as duas terminologias têm ambientes de interação com o Designer totalmente diferentes em termos de proximidade, de comunicação dialética e de relação hermenêutica³⁴⁴.

No nosso sistema vivencial, o sistema artificial advém de uma simulação do natural, como modo de rentabilização e de redução do esforço humano. A utilização dos sistemas informatizados no processo de Design contempla este paradigma e, como em qualquer sistema evolucionário, existem ganhos e perdas de algumas valências. Com o aparecimento de maquinaria de modelação e reprodução rápida, ou hardwares digitais R.P.T.³⁴⁵, surge uma nova forma de pensar e abordar os problemas do Design. As novas ferramentas de prototipagem vieram materializar o que até então os sistemas informáticos reproduziam apenas como uma imagem gráfica no papel ou no ecrã e, de algum modo, extinguiram parte da nossa relação direta e efetiva com os materiais e a sua transformação manual. Como materialização e simulação virtual das habilidades e técnicas humanas, capaz de retificar e ultrapassar algumas dificuldades encontradas no processo manual, os sistemas de modelação digital e R.P.T. reúnem o excelente rigor e precisão matemática ao nível da transformação material e da previsão do produto final, pela capacidade de simulação de aspetos técnicos formais e funcionais e de produção. Com o aparecimento das tecnologias, a modelação analógica passou a cumprir uma função de instrumento “acessório” dos

³⁴² Os modelos são formas de representação, comunicação e veículo de diálogo entre o problema e a solução. Deste modo, a dialética existente entre o designer e o modelo, estrutura-se uma ação formativa constante e de apreensão de novos conhecimentos.

³⁴³ O ato de representar através dos meios analógicos e digitais são bastante diferenciados no tipo de raciocínio que exigem, relativamente aos princípios da geometria, a transformação da forma e as dinâmicas geradas em torno do raciocínio do projeto. As apreensões ou perceções cognitivas do designer no ato de projetar com os meios analógicos e digitais são verificadas de um modo diferente, porque estes meios, requerem formas de interpretativas e operativas específicas e independentes. A evolução do raciocínio dependendo de um vasto conjunto de fatores e constrangimentos que surgem casualmente durante um projeto é determinado pela elaboração de metodologias e ações específicas que estão em parte, sujeitas ao tipo de ferramentas que se utilizam durante o processo projetual.

³⁴⁴ A designação do Design como hermenêutica está referenciada no trabalho de Snodgrass, Adrian and Coyne, Richard (1997, pp.65-97).

³⁴⁵ Esta designação foi definida com base no estudo dos processos de Prototipagem Rápida apresentados no livro de Alves et al. (2001).

sistemas digitais ou a efetuar as operações de transformação dos materiais que as Ciências das Engenharias, em especial a Robótica, ainda não puseram em prática.

Ao nível das tipologias de modelação e da constituição dos modelos, segmentamo-las essencialmente em duas áreas distintas que correspondem ao processo conceptual inteiramente manual e ao processo digital reproduzido por máquinas computadorizadas. Partilhamos de algum modo a definição funcional que L. Consalez³⁴⁶ atribui aos modelos ou maquetes (embora numa visão de modelação de maquetes de arquitetura), referindo que cumprem duas macrofunções. A primeira como “papel operativo” no processo de evolução do projeto para comprovar a solução e a segunda como “elemento de expressividade”, de interação lúdica e imaginária. A estas duas funções acrescentamos a missão operativa de estrutura dialógica, formativa ou didática, caracterizada fundamentalmente pelos princípios autorrevelador e de autodescoberta (numa perspectiva construtivista).

Através da conceção dos modelos, é possível compreender a génese formal dos objetos tridimensionais e desenvolver a capacidade de articulação geométrica de formas por vezes muito complexas de perceber ou representar e conseqüentemente de pensar ou imaginar. É de salientar que a modelação dos modelos físicos funciona, muitas vezes, como uma representação alternativa ao desenho, quando existe a impossibilidade de se conseguirem representar formas demasiado orgânicas e excessivamente pormenorizadas. A conceção dos modelos proporciona também a transferência de conhecimentos técnicos em relação à noção de escala do todo e das partes de um objeto ou espaço, à noção do comportamento dos materiais e das técnicas de transformação e produção, que podem ser verificadas por analogia aos processos similares ou mesmo antagónicos. Por último, a função dos modelos pode ser vista como função simbólica (como futura representação de memória), ao poder relatar uma fase relevante de um processo bem resolvido projetualmente ou de um pormenor malsucedido. Este fator é preponderante porque, no Design, projetam-se as imagens provisórias futuras com base nas interpretações, nas analogias e nas experiências ou *Know-How* adquirido no passado. Segundo M. Heidegger, “Not only do we throw forward our pre-understandings in every act of interpretation, says Heidegger,

³⁴⁶ Consalez, L. (2001, pp.11-13).

but the pre-understandings themselves have been thrown into our present situation from experience” (Snodgrass, Coyne, 1996, p.89).³⁴⁷

3.3.1. Tipologias de Modelos Analógicos e Digitais no Processo de Design

Coughlan, Suri e Canales (2007) referiram que a função do modelo relaciona-se com “(...) any level of resolution from very rough to highly refined and may be used at any stage in the design process to explore, evolve and/or communicate ideas, (...) allowing people to establish an experimental, sensory relationship with ideas about products, services, spaces, processes, and so on”(p.3).³⁴⁸



FIG. 75 - MODELOS DE SIMULAÇÃO (ANALÓGICA) DE PRODUTOS EXECUTADOS SOB A FORMA DE VÁRIAS TIPOLOGIAS E POR ALUNOS DO IADE (2002-2010) COM O NOSSO ACOMPANHAMENTO. FONTE: O AUTOR.

Das designações prescritas por vários autores que estão associadas às funções dos modelos no processo de design, dividimos os modelos analógicos em diferentes modos de desenvolvimento do projeto pelo designer (ver figura 76). O primeiro momento projetual, sendo de investigação e de enquadramento, utiliza uma representação preliminar baseada nos tipos de memória vivencial

³⁴⁷ Tradução livre do autor: “Não só projetamos pré-compreensões em cada ato interpretativo, diz Heidegger, como utilizamos essas experiências passadas para conceber essas pré-compreensões” (Snodgrass, Coyne, 1996, p.89).

³⁴⁸ Tradução livre do autor: “(...) Qualquer nível de resolução muito rudimentar, a altamente refinado, pode ser usado em qualquer estágio do processo de design para explorar, evoluir e / ou comunicar as ideias, (...) permitindo que as pessoas estabeleçam um relacionamento sensorial e experimental com ideias, sobre produtos, serviços, espaços, processos e assim por diante” (Coughlan, Suri e Canales, 2007, p. 3).

e histórica que resulta na construção de ideias de um modo abstrato. Na fase posterior a que chamamos de modo evolutivo, desenvolvem-se as ideias com um tipo de raciocínio mais técnico ou convergente que começa por estabelecer os componentes do problema, ainda que superficialmente. O modo analítico perfaz o refinamento das hipóteses levantadas e consiste na decomposição das soluções, verificando-se minuciosamente os detalhes das ideias projetadas. Este modo analítico compreende a análise e a avaliação sob a forma de sintetização da informação gerada nas fases anteriores. A última fase, o designer cumpre o modo explanatório, resolvendo pormenores estreitos do projeto que são identificados pelo teste da solução final (Gomes e dos Santos, 2016).



Fig. 76 - Tipologias de modelos analógicos nas fases projetuais do design. Fonte: O autor.

Os modelos de conceito definidos no modo abstrato pelo designer são intencionalmente constituídos pelas formas e volumes estilizados, simples, e constam da projeção de conceitos vagos, realizados na primeira fase de gestação das ideias. Nesta fase, não existem quaisquer preocupações com a viabilidade técnica das ideias e não se pensa sequer no seu potencial. Os modelos de conceito estão associados às técnicas de exploração de ideias como o “brainstorming” e, como tal, utilizam materiais muito básicos e de simples transformação, como as plasticinas, o papel, cartões, poliestirenos. Os ‘ready-mades’, que são partes ou objetos

completos inutilizados, são aplicados nesta fase por possibilitarem uma transformação rápida e despreocupada tecnicamente. Ao nível da modelação dos modelos de conceito, não são necessárias tecnologias ou ferramentas especiais porque o processo de transformação é simples e depende apenas da ação de corte, desbaste e colagem de materiais. Uma grande vantagem deste tipo de modelos, na fase de criação, é permitirem as sucessivas transformações e a aplicação de diferentes materiais colados sem rigor.

Segundo Hartmann (2009, pp. 21,22), Hans-Christoph Haenley, diretor do gabinete de prototipagem da empresa IDEO, os modelos de conceito são definidos como modelos de inspiração e são produzidos em grande número para facultar a seleção e a tomada de decisão sobre as melhores ideias. Conforme o projeto vai avançando, os modelos vão-se tornando menos abstratos e focam-se mais nas questões do problema, tornando-se modelos evolutivos. No fim do processo projetual, os modelos têm uma preocupação funcional muito racional, focando-se na validação e na especificação das propostas do projeto.

Greenhals (2009, p.46) mencionando o trabalho de Starkey (2006), apontou a característica de investigação, que os modelos de conceito retêm, ao permitem obter um feedback efetivo em relação ao estudo da forma, às relações espaciais, e ao papel dialogal com o agente que o executa. As vantagens que encontramos na utilização dos modelos de conceito na fase inicial do processo projetual é que estes possibilitam o desbloqueamento da projeção das ideias quando a complexidade das formas incapacita ou condiciona a simulação por desenho tridimensional. Dever-se-á compreender que qualquer processo de design inicia-se com um procedimento mental complexo e confuso e que, durante as fases projetuais, vai ganhando a simplificação pelo constante refinamento das soluções (ver figura 77).

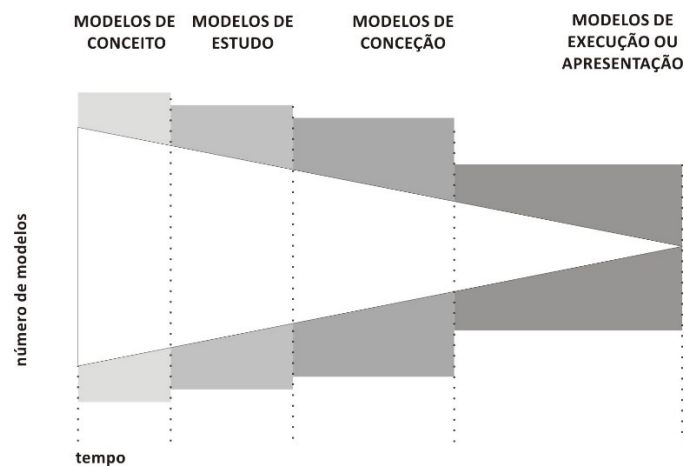


Fig. 77 - Relação do número e dos tempos dedicados à execução dos modelos analógicos no processo projetual de design. Fonte: o autor.

No princípio de contextualização vaga e complexa da fase inicial do processo, torna-se mais fácil manipular os materiais ao nível da modelação com os modelos, que representam os conceitos mal estabelecidos através das técnicas de representação pelo esboço tridimensional. As desvantagens que encontramos na conceptualização com os modelos físicos de conceito relaciona-se com o nível de abstracção que estes modelos apresentam, relegando-os para um espaço inteiramente pessoal, idiossincrático. A compreensão do seu significado é específica do agente, sendo muitas vezes este o único capaz de descodificar a mensagem implícita no modelo. Por este motivo, podemos mencionar que os modelos de conceito são equiparáveis à definição que Goldschmidt (1981) atribuiu à representação dos esboços, isto é, uma representação ambígua.

Os modelos de estudo no modo evolutivo do projeto têm como principal função estruturar e testar as ideias concebidas na fase preliminar. Nesta fase, marcada pela criação de conceitos exploratórios, cumprem-se as primeiras decisões, seleccionando o conjunto de ideias que podem constituir as hipóteses a trabalhar. No entanto, os modelos de estudo podem ser aplicados noutras fases mais avançadas do projeto, visto que são componentes de ensaio e avaliação das questões formais, funcionais, mecânicas ou de relação direta com o utilizador. Como objetos de estudo e de prospeção, têm ainda uma preocupação ínfima com alguns aspetos técnicos e produtivos, aprofundando os requisitos e os constrangimentos projetuais numa perspectiva de acumulação de dados. Os materiais utilizados são de fácil transformação e a morfologia do modelo é pouco rigorosa. A vantagem dos modelos de estudo é a capacidade de poderem ser transformados e melhorados porque constituem uma base ou suporte de trabalho efémera. As desvantagens não são diretamente afetas ao modelo em si, mas ao ato de modelação pelo agente criador. O entusiasmo pelo aprofundamento dos conceitos pode levar ao maior detalhe de algumas questões e por sua vez, podem induzir à fixação de uma ideia e perder a função de descoberta de hipóteses e soluções para comparar.

Os modelos de conceção no modo analítico da ação de projetar têm a função de responderem com um maior aprofundamento e detalhe às questões levantadas no projeto. São especialmente modelos experimentais desenvolvidos para uma análise mais fina dos problemas mal definidos e de difícil resolução. Como a sua função respeita a avaliação e a resolução dos problemas particulares, a construção deste tipo de modelos requer um maior rigor métrico, qualidade de conceção de detalhes dos elementos constituintes para confirmar se os resultados são positivos ou inviáveis. As questões analisadas nos modelos de conceção podem ser de natureza

estético/formal, relação ergonómica, resistências mecânicas, montagem de partes e comportamentos dos materiais. A construção exige ainda uma maior destreza representativa e uma manipulação de materiais mais cuidada, por serem materiais de melhor qualidade como as madeiras, plásticos como o PVC's (policloreto de vinila), polipropilenos, policarbonatos, acrílicos, e as chapas e os perfis metálicos e recentemente os PLA's (poliácido láctico), ABS (Acrlonitrila butadieno estireno), nylon, utilizados nas tecnologias de prototipagem rápida FDM (fusion deposition modelling).

A simulação pretendida é a mais aproximada à situação real para poderem ser antecipadamente visualizadas as incongruências projetuais. As ferramentas aplicadas à produção são mais específicas e precisas, para permitirem um maior detalhe na modelação e acabamentos. Por se designarem por ferramentas simuladoras de situações pontuais do projeto, podem ser concebidos à escala real, ou escalas de redução 1:10, 1:20, quando os formatos são de grandes dimensões. A escala é decidida mediante o pormenor que se pretende representar, o grau de desenvolvimento e as conclusões necessárias à progressão do projeto. Por exemplo, as questões ergonómicas são muitas vezes analisadas a uma escala de 1:1, para serem testadas as condições de utilização e relação direta com o ser humano. As questões relacionadas com o pormenor de peças por encaixe, sistemas mecânicos, detalhe de formas ou exemplificações de acabamentos, podem ser ampliados a uma escala de representação de 2:1.

Os modelos de execução, ou de apresentação no modo explanatório, são projetados com a intenção de simularem de forma fidedigna o produto acabado. A escolha dos materiais é muito cuidada e depende de fatores que se prendem com a função de usabilidade do modelo, o tempo de vida, as condições a que vai estar sujeito, custos, etc. Os modelos de execução, pela sua característica, são gerados a um nível de produção real do que será o produto final e quando apresentam todas as características à semelhança deste, designam-se por protótipos. A conceção dos modelos de execução requer a aplicação de tecnologias precisas e a escolha de materiais e técnicas de transformação de elevada qualidade. A utilização de sistemas digitais numéricos de modelação e prototipagem apoiam a construção por garantirem o elevado rigor métrico, a repetição e maior rapidez.

As vantagens destes tipos de modelos são especialmente a fidelização em relação à construção de uma imagem fotorrealística e clara do produto final. A apresentação confere a antevisão de alguns erros construtivos que não foram detetados nas anteriores fases do projeto. As desvantagens estão relacionadas com o tempo necessário para produzir o modelo com uma boa qualidade, a destreza e as tecnologias necessárias para transformar e montar os materiais. No

geral, os materiais aplicados são caros e por vezes difíceis de adquirir dado a sua especificidade. A fase de acabamentos é muito demorada e consome um grande período de tempo ao projeto, pelo que este é um dos fatores responsáveis pela sua dispensa.

Dunn (2004, pp. 171-207) descreve o contexto dos modelos de arquitetura em modelos descritivos, preditivos, avaliativos e exploratórios. Os modelos descritivos expressam um valor expositivo, e o processo de produção e montagem são do tipo de modelos que, em design, designamos por modelos de execução ou apresentação. Os modelos preditivos de previsão de situações futuras, ligam-se ao que definimos como modelos de conceção pela antecipação de fenómenos físicos, funcionalidades, interação com o meio e o ser humano. Deste modo, os modelos avaliativos descritos por Nick Dunn, são também modelos de conceção porque funcionam como uma descrição que fundamenta e procura viabilizar realidades estruturadas pelos modelos preditivos. Os modelos exploratórios têm como principal objetivo a descoberta de outras realidades, pelo que, para nós, esse momento é sentido no que classificamos o modo abstrato do designer, face o desenvolvimento do projeto. Os modelos exploratórios são modelos de conceito e de estudo. A era digital trouxe a mudança como mencionado por Oxman (2006):

Advanced Digital techniques are not simply changing our modes of Design representation, they are forcing new bases for Design thinking as the liberation from the conventional logic of representation has occurred emerging Design theory has transformed the concept of form into the concept of formation. (p. 249)³⁴⁹

Os modelos digitais estão maioritariamente associados às fases de concetualização e apresentação do projeto. A semelhança do produto digital é muito fidedigna à expressão simbólica do produto final numa simulação aproximada aos materiais, formas, e em alguns casos a simulação dinâmica do funcionamento relacional dos componentes. Extrapolando o modelo de representação dos “design problems” de Mitchell (1975) para um enquadramento da tipologia dos modelos digitais (Figura 78), verificamos três momentos diferenciados ao longo do processo projetual em design. No entanto, pelo que constatámos no trabalho de Almendra (2010), a aplicação dos meios digitais remete-se para as últimas fases do projeto, quando estão identificados os problemas e estabelecidas as soluções. A primeira fase, denominada por computacional, é expressa pela representação de uma terminologia técnica convencionada pelas regras de desenho técnico. A representação é processada em ambientes CAD e cumpre uma

³⁴⁹ Tradução livre do autor: “As técnicas digitais avançadas não estão simplesmente a mudar os nossos modos de representação no design, estão a gerar novas bases para o design thinking, pois libertaram-se da lógica convencional de representação. O conceito da forma transformou-se no conceito da formação” (Oxman, 2006, página 249).

codificação por símbolos universalmente interpretados. Os modelos realizados sob a abordagem computacional são modelos simbólicos esquematizados através de regras padrão do desenho das vistas ortogonais, cortes, cotagem e pormenores.

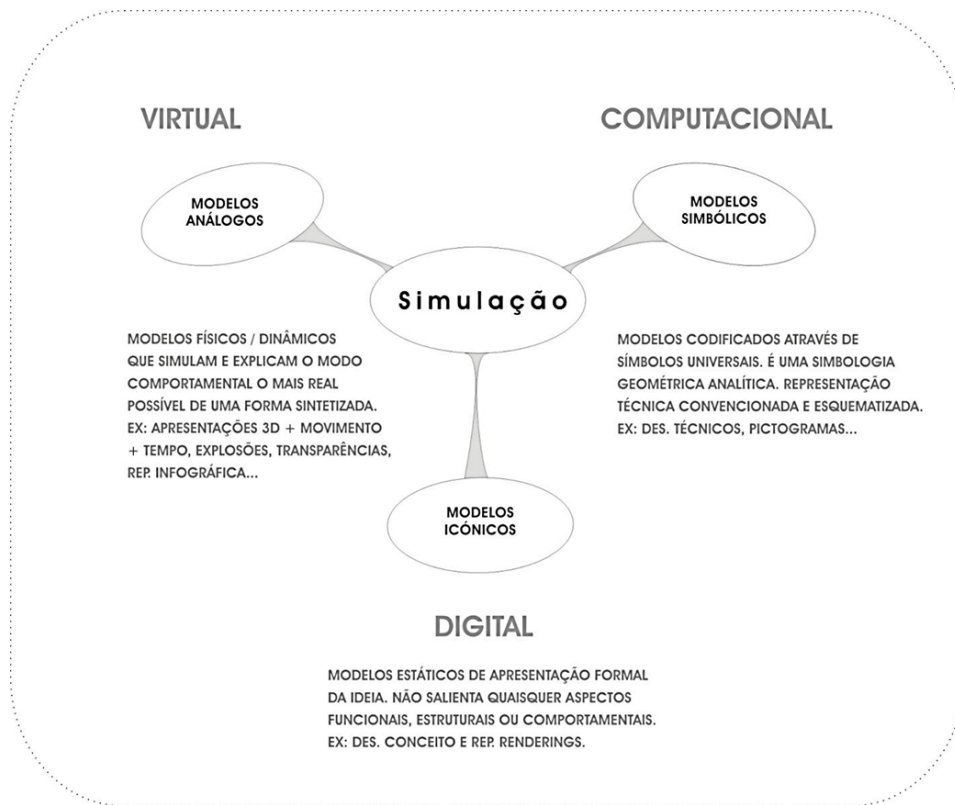


FIG. 78 - TIPOLOGIAS DE MODELOS DIGITAIS SEGUNDO A FORMA REPRESENTATIVA DE PROBLEMATIZAÇÃO TÉCNICA E APRESENTAÇÃO.

A segunda fase em que se aplicam os modelos digitais é restrita à apresentação formal da ideia, não salientando quaisquer aspetos funcionais, estruturais, comportamentais ou de dimensionamento. A modelação é estática ou fotográfica e apresenta-se no espaço como perspectivas axonométricas, perspectivas explodidas, cortes, transparências, pormenores. Os modelos são icónicos, modelados com softwares tridimensionais como o 3DS Max, Solidworks, Alias, Blender, Cinema 4D, Solid thinking, Rhinoceros 3D, entre outros, e representam imagens tridimensionais espaciais do conceito, incluindo forma, cor, luz, materiais, texturas e meio envolvente. O modelo icónico é o resultado expressivo como “rendering” do que se pretende propor.

A terceira fase, contrariamente à digital, destaca-se pelo dinamismo e pela aplicação da quarta dimensão, o movimento num determinado período de tempo. Os modelos representados nesta fase são animados, traduzindo o conceito realista de atividade, funcionalidade, montagem de peças, decomposição dos elementos constituintes e simulação de alterações ou deformações. O grande objetivo destes modelos é o simularem o produto em todas as suas dinâmicas assemelhando-se ao modo comportamental e assim possibilitar uma visão prospetiva. As novas tecnologias trouxeram novas possibilidades construtivas, elevada precisão e revolução na criação das formas orgânicas e uma redução dos tempos de modelação comparativamente à modelação de execução analógica. A desvantagem é requererem o conhecimento da modelação tridimensional nos softwares 3D e não ser praticável utilizar de forma extremamente rápida na fase de experimentação e geração de hipóteses. Ibrahim e Rahimian (2010) mencionaram este problema, referindo “Another reason is that the majority of existing geometric modelling software entail a high degree of specialisation from the users in order to achieve the final forms that designers desire” (p.978).³⁵⁰

Na reprodução dos modelos digitais através dos processos de prototipagem rápida, o índice de incerteza tem de ser mínimo, visto que o processo no seu todo ocupa algum tempo, requer recursos específicos e, dependendo do tipo de tecnologia a utilizar, pode envolver avultados custos de produção.

A produção física dos modelos icónicos digitais é possível de realizar através de dois métodos, o processo de adição de material por prototipagem rápida e o processo de subtração por tecnologia CNC (computer numerical control). Alves et al. (2001), Dunn (2014), Rosochowski e Matuszak (2000), Rigelsford (2003) e Vocialta (2015) demonstraram pormenorizadamente a essência dos dois sistemas de transformação digital, destacando as tecnologias de controlo numérico por adição do Direct Metal Laser Sintering (DMLS), Direct Shell Production Casting (DSPC), Fused Deposition Modelling (FDM), Laminated Object Manufacturing (LOM), Stereolithography (SL), Selective Laser Sintering (SLS). Por subtração ou redução de material, existem as tecnologias CNC'S que funcionam por meio de corte, desbaste, através de operação de fresagem, corte a jato de água, plasma e laser.

³⁵⁰ Tradução livre do autor: “Outra razão, é que a maioria dos softwares existentes de modelação geométrica, envolvem um alto grau de especialização dos usuários, para alcançar as formas finais que os designers desejam”

3.3.2. As Características dos Modelos Analógicos e Digitais no Processo Estrutural do Projeto de Design

“A Model is not only an aid in the decision-making process, but also a means of inventing, searching and investigation “ (Dunn, 2007, p.34) ³⁵¹

Apesar de serem entendidos de uma forma geral como elementos de representação do Design, no nosso ponto de vista, os modelos e maquetes não são pensados nem concebidos apenas com a intenção de expressar simbolicamente as ideias e as decisões projetuais. Os modelos, vistos como instrumentos do projeto de Design³⁵², são manifestamente elementos de comunicação ou descrição da imagem interna, exteriorizada fisicamente através de diferentes metodologias, meios e materiais. Quaisquer modelos promovem a reflexão designada pela linguagem dialógica mental de envolvimento com a matéria que define o problema, a motivação gerada pela realização de uma imagem similar ao que é pensado e que demonstra o desenvolvimento de um processo e a paixão proporcionada pelo grau de envolvimento com o produto da imaginação. Os modelos proporcionam ainda a abstração e a flexibilidade do pensamento³⁵³, em paralelo ao modo de pensar mais racional e ligado às questões mais tecnicistas da resolução de problemas pela via da preocupação com as especificidades dos materiais, processos de transformação e produção e as condicionantes normativas ou legislativas, entre outras.

Tendo por objetivo a identificação das características dos modelos que são mais efetivas para o desenvolvimento do projeto de Arquitetura, Gursöy (2010) mencionou que a concepção dos modelos em projeto é diferenciada das outras disciplinas pela sua função, contrariamente aos

³⁵¹ Tradução livre do autor: “Um modelo não é apenas uma ajuda no processo de tomada de decisão, mas um meio que possibilita o inventar, pesquisar e investigar” (Dunn, 2007, p.34).

³⁵² A palavra modelo vista sob uma perspectiva do design pode ser interpretada como definiu Greenhalg referindo Rolf Janke “(...) model is derived from an Italian source that refers to something incorporating a design idea (Janke, 1968, apud. Greenhalgh, 2009, p. 16). Tradução livre do autor: “(...) modelo deriva de uma fonte italiana que refere algo que incorpora uma ideia de design”.

³⁵³ No contexto descrito, a flexibilidade do pensamento é uma qualidade intrínseca humana que o psicólogo Joy Paul Guilford nos anos 50, qualificou como pensamento divergente. Tschimmel (2010, p.84) descreve as duas tipologias de pensamento ligadas à resolução dos problemas dizendo “(...) o pensamento convergente acontece quando são aplicadas determinadas regras e normas aprendidas, o pensamento divergente é um pensamento flexível e ajustado a diferentes objetivos (...) pensamento divergente também é descrito como pensamento impulsivo, emocional e expressivo, enquanto o pensamento convergente é um pensamento lógico, racional e dedutivo, pelo que apenas pode conduzir a soluções convencionais”.

modelos utilizados nas áreas científicas naturais, porque “(...) it deals with the new and non-existing (...)” (p.1)³⁵⁴. As matérias de estudo e as metodologias aplicadas à projeção na Arquitetura ou no Design não descrevem, nem se cingem apenas às situações observáveis reais, mas constroem cenários previsionais e fantasiados desencadeados pela ação criativa, a componente elementar destas duas áreas. Tomando como referência o trabalho de Cannaerts (2009), o significado dos modelos é definido relacionando a função que prestam ao projeto e fundamentalmente ao ato de projetar, colaborando na idealização, proposição, teste, avaliação, reformulação e comunicação. Deste modo, os modelos são vistos como instrumentos indispensáveis para a construção e a comunicação dos primeiros princípios, proporcionando, nas fases iniciais de conceptualização, o desbloqueamento dos preconceitos³⁵⁵, durante a fase de geração das ideias hipotetizadas. Tschimmel (2011) manifestou a relevância da execução dos modelos nas fases iniciais do projeto, pela capacidade de promoção da construção de uma maior flexibilidade de pensamento, referindo que “The construction of numerous different models at a very early stage of the process prevents the designer from getting prematurely attached to an idea, a semantic language, a material or a technological solution” (p.227).³⁵⁶

Os modelos são também apontados como elementos que promovem o ato avaliativo e a tomada de decisões e tornam-se responsáveis não só pelo produto gerado à semelhança da intenção central do projeto como pelo processo de reformulação ou refinamento do projeto.

Para Gursöy (2010), os modelos, como formas de exteriorização das ideias, transformam os conceitos abstratos em realidades perceptíveis e interpretáveis:

Models make complex realities comprehensible, operational and workable and enable a reality to be interpreted and represented by selectively reducing complexity (...) models can also act as exploratory devices by working as self-communication tools and allowing new questions to be raised, alternative solutions to be explored, hypotheses to be formulated. (p.1).³⁵⁷

³⁵⁴ Tradução livre do autor: “(...) porque lida com o novo e o inexistente” (Gursöy, 2010, p.1).

³⁵⁵ Os preconceitos são os conceitos inicialmente concebidos que estão restritos a um tipo de conhecimentos adquiridos. O desenvolvimento dos preconceitos corresponde à fase prematura, de contacto inicial com a situação, onde prevalece um baixo nível de exploração e aquisição de novos conhecimentos.

³⁵⁶ Tradução livre do autor: “A construção de inúmeros modelos diferentes numa fase muito precoce do processo, impede o designer de ficar anexado prematuramente a uma ideia, linguagem semântica, a uma solução material ou tecnológica”. (Tschimmel,2011, p.227).

³⁵⁷ Tradução livre do autor: “Os modelos fazem as realidades complexas, compreensíveis, operacionais e viáveis, e permitem que a realidade seja interpretada e representada pela redução seletiva da complexidade (...) os modelos também podem atuar como dispositivos exploratórios trabalhando como ferramentas

Cannaerts (2009) verifica esta característica, salientando que os modelos centralizam as ideias e a descrição da realidade num sistema de representação: “Models capture ideas, concepts, realities in a representation system, that is inextricable connected to the use of this model” (p.781)³⁵⁸. A noção dos modelos é, para Cannaerts, um binómio de uma construção mental de realidades e um sistema de representação que permite testar e sintetizar a complexidade dos sistemas. Para o autor, estes fatores estão implicitamente integrados nas atividades humanas de natureza de resolução dos problemas. Cannaerts faz uma distinção do conceito dos modelos vistos pela perspetiva científica das Ciências Naturais pelos “*models OF*” e as Ciências Humanas do Design pelos “*models FOR*”. A designação “*models OF*”, integrando-se no contexto científico, preocupa-se com o conhecimento e a descrição do mundo e dos fenómenos reais, através da ação experimental ou empírica, que reside no facto da realidade ser observada e interpretada. No Design, os modelos designados “*models For*” são aplicados com a intenção de gerar um “*better World*”, preocupando-se não só como é, mas como pode ser, ou seja, a dimensão futura perspetivada e antecipada. O significado dos modelos vistos por esta preocupação e numa perspetiva do design são ferramentas exclusivamente exploratórias e preditivas, antecipando realidades.

Abreu (2016) qualificou o papel exploratório dos modelos numa visão prática da sua utilidade, considerando-os como ferramentas “(...) para a tradução e exploração das possibilidades (...) como uma manifestação de semelhanças e representação de uma realidade concretizada antes da existência do artefacto (...)” (p.29). Neste sentido, os modelos são definidos dicotomicamente como instrumentos de expressão ou representação e formas de descrição simplificada da realidade observada (Echenique, 1970, p.25, Gürsoy 2010, p.6). Segundo estas considerações, podemos assumir que os modelos devem ser compreendidos como uma ação de construção que toma a sua evolução promovida pelo desejo de cumprir uma intencionalidade, um propósito, seja

autocomunicativas e permitem a formulação de novas questões e soluções para serem criadas, soluções alternativas para serem exploradas, hipóteses para serem formuladas” (Gursöy,2010, p.1).

³⁵⁸ Tradução livre do autor: “Os modelos capturam ideias, conceitos, realidades num sistema de representação, que é inextricavelmente conectado à utilização desse modelo”. (Cannaerts,2009, p.781).

ele a compreensão de um fenómeno natural, a projeção futura de um sistema referência existente³⁵⁹, ou a materialização do que outrora fora uma ideia vaga e abstrata³⁶⁰.

3.3.3. O Carácter Multifuncional dos Modelos Analógicos e Digitais

Dunn (2007) caracterizou o contexto funcional dos modelos numa forma genérica em quatro grandes propósitos que se interligam fundamentalmente à resposta de uma necessidade e ao entendimento dos fenómenos complexos, simplificando-os (ver subcapítulo anterior). Abreu (2016) explica a ação de simplificação referindo que os modelos contribuem especificamente para a compreensão dos fenómenos complexos dos sistemas reduzindo “(...) o grau de incerteza e aumentando a capacidade de antecipar e conhecer o desconhecido (...) projetar” (p.28). As designações descritas por Nick Dunn respeitam os modelos de carácter exploratório ou experimental, descritivos, avaliativos e preditivos (Sharif e Maarof, 2014 e Gürsoy, 2010).

Acrescentamos, porém, a estas quatro tipologias funcionais dos modelos, o carácter cognitivo dialético/iterativo, responsável pelo processo dialogal entre o criador e a materialização física ou digital dos conceitos que, de um modo complexo, vão tornando-se mais clarificados e perceptíveis. Para nós, qualquer modelo de representação em Design reúne todas estas características, e o delineamento da sua função não é um processo estático, sujeito a uma regra absoluta ou exata, devido à natureza imprevisível da ação direta dos constrangimentos internos ou externos verificados durante o projeto. Por este motivo, as diferenciadas características dos modelos pendem aleatoriamente³⁶¹ em termos da função e da relação com os propósitos que lhe são

³⁵⁹ Manzini aborda a expressão de sistemas de referência como sendo o universo de tudo o que já está realizado e pensado. O autor define que a criação e a invenção “(...) expressam-se na capacidade de reposicionar os limites impostos noutros sistemas de referência, criando assim o novo, aquilo que até ao momento não tinha sido pensado e parecia até impensável” (Manzini, 1993, p.17).

³⁶⁰ Segundo Dunn (apud Gürsoy, 2010, p.6) temos a incapacidade na compreensão da totalidade dos sistemas pela sua vastidão e complexidade, e assim arranjamos meios que nos ajudem a descodificar e a tornar mais simples os problemas com que nos debatemos nas ações da vida. A construção dos modelos cumpre essa possibilidade “(...) an abstraction of reality since it could never possibly represent the complexity of reality”. Tradução livre do autor: “uma abstração da realidade desde que não é possível representar a complexidade da realidade”.

³⁶¹ O contexto da palavra, é verificado neste sentido respeitando o significado da dependência de um acontecimento incerto (fonte dicionário on-line Priberam). Os modelos entendidos como uma construção progressiva de conhecimentos, que dependem dos acontecimentos esperados e inesperados, são mutáveis e versáteis permitindo a constante reestruturação ou reformulação. Esta característica de flexibilidade conceptual e construtiva, capacita o processo cíclico de “backward and forward”, que é responsável pelas transições e a reestruturação das estratégias decididas no projeto. Adams and Atman (1999) referiram a importância do

estabelecidos. As características dos modelos variam mediante a readaptação e a evolução do processo, fundamentalmente quando são descobertas novas necessidades que obrigam a criação de novas metodologias e decisões projetuais.

O carácter experimental ou exploratório (Houde and Hill,1997) dos modelos define-se pela sua característica operativa laboratorial, servindo como um espaço designado ao ensaio dos fenómenos onde a indução de elementos causais aplicados ao modelo resultam na compreensão do efeito. No compromisso de experimentação e aquisição de conhecimentos num método progressivo, a função dos modelos caracteriza-se pela função cognitiva, ao proporcionar a aplicação de conhecimento implícito na construção de uma aprendizagem resultante do dinamismo do processo exploratório. O carácter avaliativo dos modelos descreve a incessante necessidade da redução das incertezas e a procura de respostas plausíveis para explicar os factos observáveis. O desenvolvimento dos modelos tem também por finalidade o testar novas situações ou ações para se avaliarem e reavaliarem as consequências. No âmbito projetual de Design, este processo capacita o equacionamento e a tomada de decisões, fundamentalmente de ordem técnica, funcional, ergonómica, tecnológica e simbólica / estética.

A investigação de Almendra (2010) refere a importância da ação avaliativa ao comparar os dois protocolos entre os estudantes portugueses e holandeses, visando a procura do melhor resultado da tomada de decisão na fase conceptual de Design. O provar das situações estabelecidas e a criação de novas situações é vista como “(...) strategy of continuous monitoring” (Almendra, 2010, p. 245)³⁶², em que os sucessivos testes são “extensões” das anteriores estratégias decididas. As contínuas decisões e reavaliações tornam o processo de Design num processo evolucionista que procura as melhores soluções, gerando-se a inovação (Ferreira 2007). Lawson (1980) restringiu o desenvolvimento e o testar das ideias no projeto à fase posterior da iluminação, a fase em que emergem as ideias. Para Bryan Lawson, é na fase de verificação que, de uma forma consciente e mais racional, se analisam os problemas, os constrangimentos e se testam as hipóteses de solução através de um tipo de raciocínio generativo. Abreu (2016) mencionou que a construção dos modelos materiais à semelhança, desempenha “(...) uma relevante função na constituição da representação interna dos conceitos e servem para testar fisicamente o desconhecido e o futuro, para testar a essência do Design” (p.7).

processo cíclico de estruturação e reestruturação no estudo que efetuaram sobre o processo cognitivo, responsável pelo comportamento iterativo.

³⁶² Tradução livre do autor: “(...) estratégia de monitoramento contínuo” (Almendra, 2010, p. 245).

O carácter descritivo dos modelos depende do agente³⁶³ e da necessidade de representar, materializar e avaliar os conceitos idealizados. A ação descritiva é uma forma tangível, que transforma os conceitos abstratos imateriais em estruturas físicas palpáveis, hápticas, para que possam ser analisadas e testadas, criando um novo sistema³⁶⁴, uma nova realidade num determinado campo e domínio, como foi definido no modelo sistémico de criatividade de Czikszenmihalyi's, (figura 79).



FIG. 79 - MODELO SISTÉMICO DE CRIATIVIDADE. FONTE: ADAPTADO DE (CZIKSZENTMIHALYI'S, 1988 APUD. HANNA, 2005, P.50).

Fernandes (2010) explanou o espaço onde se configuram estas transformações, designando-o como um espaço de recriação delineado por sistemas analisáveis como uma:

³⁶³ O agente descrito é para nós conotado como a entidade interveniente no sistema e que despoleta através dos seus atos, um efeito causal. Sosa e Gero (2005) designaram o designer como um agente alterador das sociedades, que age no sistema de Design. Para Sosa e Gero (2005) e Czikszenmihalyi (1988), o sistema de Design é constituído por três grandes elementos interligados que se denominam por:

- . Domínio ou o espaço socialmente ligado à partilha do conhecimento e ao desenvolvimento das técnicas, as crenças e a capacidade crítica/avaliativa;
- . Campo ou grupo de indivíduos que divulgam e partilham o conhecimento, os saberes e as experiências adquiridas;
- . Agente Designer ou mediador criativo que interage no domínio, projetando e gerando novas realidades em determinado(s) campo(s) ou nos "adopter agents", que por sua vez atribuem um valor ao resultado da perceção do agente Designer (Sosa e Gero, 2005, p.26).

³⁶⁴ A palavra sistema foi utilizada neste contexto, referindo um conjunto de elementos que interagem e se ligam para cumprir um determinado propósito. A representação efetivada do conceito, é um sistema dinâmico de ações que se preocupam com a criação de uma nova configuração estrutural, possibilitada pela aplicação de uma metodologia e de princípios técnicos de operacionalização e criatividade. A projeção dos conceitos é um processo multidimensional, marcado pela interação da perceção dos significantes, previsão, e a transformação que se consolida na geração de algo.

(...) unidade composta por uma organização e uma estrutura. A organização respeita a 'configuração' que permite a interação dos elementos do sistema, e que permitem a evolução consubstanciada nas experiências anteriores adquiridas, a aprendizagem e o ensaio de novos constituintes aplicados aos sistemas perfeccionados. A estrutura é o elo de ligação dos componentes que perfazem os sistemas e que se alteram movidos pelas condições dos meios em que estão inseridos. Qualquer sistema (...) vive mudando permanentemente os seus componentes e relações entre eles, na dinâmica de interação na qual especifica os elementos do meio que participam nessa mudança. (p.176)

Segundo Abreu (2016), referenciando Rodrigues e Dokey, "(...) todos os sistemas são gerados pela percepção de um determinado agente sobre as interações dos elementos desse mesmo sistema" (p..8). O resultado do saber analisar, interpretar e articular os elementos constituintes do sistema, quando conjugado com a incessante necessidade de alterar as suas orgânicas, promove a evolução, vista como uma contínua transformação ou recriação. O carácter descritivo dos modelos remete-se à percepção e ação do agente, e a relação que detém com outros agentes e com o conhecimento de um domínio específico. Hartmann (2009) designou a relação com os agentes afetos ao projecto "(...) designers tend think with and communicate through artifacts and models rather than written language – sketches, diagrams, models and prototypes are used both to work through problems as well as to anchor communication with design team members and other stakeholders" (p.13).³⁶⁵

No Design, a descrição através dos modelos está inteiramente ligada à descrição de um conceito, um processo ou um resultado criativo, porque a intenção basilar consiste no "(...) transcend conventional knowledge domain so as to investigate new ideas and concepts which may lead to creative solutions" (Wang and Shan em Taura e Nagai, 2010, p.90).³⁶⁶

O carácter avaliativo dos modelos é determinado pela estrutura ensaística que permite comprovar e decidir factos que suscitam dúvidas em relação ao processo exploratório e descritivo. Dunn (2010, p.189) refere "The purpose of the evaluative model is to explore or describe something such as properties or experiences that are not manifest in the model itself

³⁶⁵ Tradução livre do autor: "(...) Designers tendem a pensar e a comunicar através de artefactos e modelos em vez de linguagem escrita. Os esboços, diagramas, modelos e protótipos são usados tanto para resolver problemas, quanto para assegurar a comunicação com membros da equipa de design e outras partes interessadas" (Hartmann, 2009, p.13).

³⁶⁶ Tradução livre do autor: "(...) transcende o domínio do conhecimento convencional para investigar novas ideias e conceitos que possam levar a soluções criativas" (Wang and Shan em Taura e Nagai, 2010, p.90).

but are related to it”³⁶⁷. Para Nick Dunn, a natureza destes modelos está associada a uma preocupação particular de compreensão dos fenómenos pela obtenção de resultados provenientes de dados qualitativos sobre algumas propriedades do projeto. O autor menciona ainda que a função avaliativa só poderá existir numa fase avançada (mas não de uma forma exclusiva) do processo projetual, quando as variáveis estão definidas e podem ser analisadas. O grau de fiabilidade da representação dos elementos, em relação ao nível de descrição que pretende ser a mais próxima da realidade, traduz a qualidade do modelo em termos do seu propósito.

Os modelos avaliativos integram-se quer na análise dos efeitos das escalas das partes e do todo do que se pretende descrever, como no estudo da combinatória de formas, cores, efeitos da luz, acústica, ensaios do comportamento dos materiais, interação humana, funcionalidade dos componentes, entre outros. No processo projetual, as conclusões resultantes do ensaio dos modelos avaliativos antecipam e efetivam a predição da realidade na materialização do conceito, técnicas de produção, propriedade dos materiais e dos atributos ou propósitos estéticos.

Atualmente, a evolução dos softwares de representação tridimensional permite a simulação aproximada da análise e avaliação de vastas características inerentes aos projetos, sejam de Arquitetura, Engenharia, Design, Medicina, Arqueologia, Estudos Militares, ou quaisquer outras áreas. No Design, existem hoje soluções digitais³⁶⁸ que capacitam de uma forma realística a simulação dos conceitos através da visualização fotográfica, e das soluções que permitem a verificação e avaliação da performance³⁶⁹ ao nível dos comportamentos físicos, mecânicos, viabilidade de produção, rentabilidade de recursos e interação com o ser humano, numa relação de usabilidade. Nestes softwares, é possível processar uma panóplia de ensaios que verificam tanto a resistência e o efeito das estruturas e dos materiais em relação a fatores externos, como

³⁶⁷ Tradução livre do autor: “O propósito do modelo avaliativo é explorar ou descrever algo como propriedades ou experiências que não se manifestam no modelo em si, mas estão relacionadas a ele” Dunn (2010, p.189).

³⁶⁸ Entre os vários softwares de modelação 3D que existem e que são utilizados nas áreas de Arquitetura e Design, destacamos o AutoCAD, Alias, Blender, Rhinoceros 3D, Catia Ve, Fusion 360, Inventor, Solidworks, 3DS Max, Z Brush, 123Design, OpenSCAD, Modo, Wings3D, Siemens NX for Design, Grass Hopper, PTC Creo Parametric, K-3D, Solid Thinking, Sketch Fab, Lumiscaphe, 3DTin, Solid Edge, Sketchup, Iron Cap, AutoCAD Mechanical, Turbo CAD Deluxe, 3DSLash, SpaceClaim, Onshape, 3D Crafter, Autodesk Show Case, MOI, Form-Z . Fonte: <https://www.pannam.com>, Top Industrial Design Software: 50 Excellent Tools for Industrial Designers and Engineers. Acedido a 27.03.2017.

³⁶⁹ Nos programas de modelação tridimensional estas ferramentas são consideradas de diagnóstico, utilizando muitas vezes plugins distintos para avaliação dos comportamentos relacionados com as variáveis que se pretendem quantificar, como por exemplo a resistência aos esforços mecânicos, a fluência de energia, comportamento hidrodinâmico, condições climáticas e ambientais, dissipação de temperatura, etc.

seguir um protocolo de alternativas projetuais possíveis de conceção com determinadas tecnologias, ou pré-visualizar o resultado da ação de produção e da funcionalidade dos produtos.

Qualquer modelo, seja físico ou digital, representa, para nós, um carácter avaliativo que pode ser evidenciado especificamente numa fase inicial do processo, numa fase final de prototipagem ou globalmente em todas as fases do processo. Os modelos, como forma de comprovação de algo, apresentam sempre a função narrativa e avaliativa e, em especial no Design, são utilizados para se perceberem novas soluções baseadas na revisão das propostas elaboradas num ciclo de decisões tomadas anteriormente, como mencionou Tschimmel (em Taura e Nagai, 2010), “The expectation which a designer has for a project directs his perception and evaluation of the design models, and can still provoke fundamental and surprising revisions” (p.227).³⁷⁰

O carácter preditivo dos modelos, como delineou Dunn (2014), cumpre a função de hipotetização e antecipação da realidade, construindo um cenário inovador marcado pela descrição futura de um conceito, sendo que neste contexto podemos entender a sua função como “The predictive model, by its very nature, is used to forecast the future” (p.182)³⁷¹. Segundo Nick Dunn, os modelos preditivos destacam-se dos modelos avaliativos por produzirem dados quantitativos³⁷²,

³⁷⁰ Tradução livre do autor: ““A expectativa que um designer tem para com um projeto, dirige sua percepção e avaliação dos modelos de design, e pode promover as revisões fundamentais e surpreendentes” Tschimmel (em Taura e Nagai, 2010, p. 227).

³⁷¹ Tradução livre do autor: “O modelo preditivo, pela sua própria natureza, é usado para prever o futuro” (Dunn, 2014, p.182).

³⁷² Os dados quantitativos medidos nos tipos de modelos preditivos podem ser diversificados pela natureza do fenómeno que se pretende quantificar. No entanto, sendo estes modelos de base de análise quantitativa, não são estabelecidos quaisquer resultados qualitativos que determinem o impacto das variáveis em todos os seus elementos do produto final, pelo que não é verificado o impacto ao nível do sistema global. A necessidade de testar, avaliar e validar a performance dos conceitos instituídos, é verificada ao longo de todo o processo projetual, apesar que, o refinamento mensurável dos conceitos que subsistem e que levam à maturidade do projeto, corresponde apenas às fases finais do projeto de especificação e detalhe, em que estão reconhecidas de forma convergente um vasto número de variáveis. Dos vários tipos de variáveis que possam ser testadas nos modelos preditivos, destacamos os seguintes:

- . Efeito da luz natural e artificial;
- . Verificação da pressão do ar por túnel de vento;
- . Análise da hidrodinâmica e aerodinâmica;
- . Verificação da propagação do som, efeitos acústicos;
- . Análise das tensões de força localizada e resistências;
- . Análise do comportamento dos agentes recetores de um determinado produto;
- . Análise do impacto do produto (variáveis) no ambiente;
- . Verificação da resistência e durabilidade em relação aos fatores externos ambientais.

contrariamente aos modelos avaliativos que produzem características de natureza qualitativa. Os modelos preditivos “(...) enable the designer to measure the effects of changing design variables rather than perceive them” (Dunn, 2014, p. 182)³⁷³, e neste propósito subentende-se que o estabelecimento das variáveis a analisar nos modelos preditivos tenha sido compreendido numa fase anterior, relacionada com os modelos avaliativos em que as variáveis foram definidas. Nick Dunn descreve também a importância dos modelos preditivos na relação de comunicação entre a equipa de produção e o projeto em si, na reformulação de detalhes que possam vir a constituir uma melhoria na execução do projeto ao nível de custos, tempo, praticidade de produção, simplicidade dos sistemas e componentes, segurança, questões para a sustentabilidade. Os modelos preditivos são formas descritivas mais precisas de análise, que determinam uma “(...) aproximação, um paradigma com quantidade suficiente de semelhança, para que os diversos agentes envolvidos no processo possam construir através da sua perceção, observáveis credíveis (...)” Abreu (2016, p.93). Os observáveis credíveis, verificados sob o ponto de vista do projeto, são resultados fiáveis reconhecidos, provenientes da ação do teste por semelhança às condições situacionais reais.

Oxman (2006) debateu esta característica de análise e síntese de recolha dos dados nos sistemas CAD, concluindo que os modelos preditivos surgiram primeiramente no projeto para colaborar nos cálculos da performance e só depois com a preocupação de facilitar a representação por desenho, modelação e renderização. A automação da análise integrada que estrutura os modelos preditivos computadorizados, ou *generation-evaluation CAD models*, são determinados pela especificidade como “(...) types of evaluative analytical process in CAD (...) associated with cost estimation, structural behaviors and environmental performance, etc” (Oxman, 2006, p.247).³⁷⁴

No Design, a obtenção de dados a um nível mais complexo de avaliação analítica, exige a participação multidisciplinar de vários stakeholders em áreas designadas da engenharia, eletrónica, robótica, arquitetura, saúde, marketing, etc. O tipo de descrição feita, sendo numérica, corresponde maioritariamente a uma utilização de meios digitais que permitem, num tempo acelerado, formalizar um conjunto de reformulações aos projetos, através da execução de testes que se repetem até os resultados combinarem com os objetivos pretendidos. No geral,

. Análise de fluxos dos materiais injetados em molde

³⁷³ Tradução livre do autor: “(...) Permite que o designer meça os efeitos das variáveis de projeto ao invés de percebê-las” (Dunn, 2014, p. 182).

³⁷⁴ Tradução livre do autor: “(...) Tipos de processos analíticos avaliativos em CAD (...) associados a estimativas de custos, comportamentos estruturais e desempenho ambiental, etc.” (Oxman, 2006, p.247).

este processo não só é menos demoroso como envolve menores custos, por ser um processo concebido de um modo digital/virtual.

Os ensaios, porém, exigem que os conceitos estejam desenvolvidos com alguma robustez e anteriormente experimentados no espaço de projeto de menor precisão, nas fases de ideação ou concetualização e de desenvolvimento. O carácter cognitivo ou dialético dos modelos no Design reporta a autoconstrução de um quadro de referências que assiste o agente criativo no espaço da exploração do problema e da solução. A ação de índole prática da conceptualização dos modelos incrementa a autodescoberta de novas situações e a abstração pela criação de cenários imprevisos (Santos e Ferreira 2016, p.5). A concretização dos modelos na ação projetual promove fundamentalmente a dialética do Designer com o artefacto e, paralelamente, com as ferramentas descritoras e produtoras da simulação do real. Os modelos, sejam de conceito ou de execução técnica de comprovação, “(...) promovem um tipo de linguagem de reflexão iterativa que resulta na solução dos problemas de uma forma incremental até ser atingida a satisfação (Guindon,1990)”, (ibid., 2016, p.2).

3.3.4. Os Modelos como Elementos Integrantes da Ação-Reflexão

“(...) thinking through doing — engaging with ideas on a tangible level — is a more successful strategy for design than thinking hard about the problem alone” (Hartmann, 2009, p.17).³⁷⁵

Os trabalhos de investigação, realizados por Harvard (2004), Hartmann (2009), Cannaerts (2009), Gürsoy (2010) e Dunn (2010), relacionaram a influência que a ação de processamento dos modelos físicos e digitais detêm na construção do espaço de prospeção e exploração dos problemas que levam à solução. Para os autores, os modelos vistos como formas de representação externas ou ferramentas do projeto são elementos que dialogam com o agente criativo, permitindo o processo nuclear do ato de projetar, o processo reflexivo iterativo (Din e Chusilp, 2005). Este é para nós um ponto crítico do projeto que requer uma enorme

³⁷⁵ Tradução livre do autor: “(...) Pensar através do fazer – juntar-se às ideias num nível tangível - é uma estratégia melhor sucedida para o design, que pensar seriamente sobre o problema sozinho” Hartmann (2009, p.17).

responsabilidade sobre as ações e decisões tomadas e que, por sua vez, se traduz no sucesso ou na rutura da estrutura do projeto.

Consideramos, por este motivo, que a inexistência da interação entre o agente criativo e os meios de exteriorização dos conceitos limitam ou encerram o potencial de desenvolvimento e exploração da simulação aproximada do que é idealizado. A interação que destacamos refere-se ao diálogo com os meios de representação que Schön (1983) designou por “*reflection-in-action*” e Dorst e Cross (2001) por coevolução problema/solução. O carácter cognitivo dos modelos consolida a representação de possibilidades de pré-soluções, que conjugam o conhecimento adquirido e o saber empírico, analítico, resultante da experimentação³⁷⁶ e percepção háptica (Harvard, 2004). Para Harvard, segundo Santos e Ferreira (2016), “(...) os modelos geram uma cultura de conhecimento momentâneo e criam uma linguagem própria simbólica mais acessível, perceptível e autopoietica” (p.5). Nesta perspetiva, o significado dos modelos assume a expressão e a comunicação da realidade observada (Echenique, 1970) e torna-se o espaço de reflexão interna³⁷⁷, onde o diálogo conceptual de questionamento e da procura de soluções é gerado por uma flexibilidade do pensamento (Guilford, 1983).

Os modelos, sejam analógicos ou digitais, personificam-se quando ganham uma expressão material e funcionam como um emissor/recetor (Santos e Ferreira, 2016) na troca de mensagens e significados entre o problema, os constrangimentos e as ideias que permitem as soluções. No processo dialético que complementa a realização de projeções ou previsões contínuas das pré-soluções sob a forma de exteriorização do conhecimento tácito, as hipóteses são constantemente reavaliadas num contínuo ciclo de geração, avaliação e reformulação. Snodgrass e Coyne (1996) afirmaram que, na estruturação do projeto de Design, o processo dialético consta de uma iteração de projeções e revisões, “(...) every revision of fore-project is capable of projecting before

³⁷⁶ Qualquer momento de reflexão e de ação no projeto, são potenciados pela experimentação direta da situação, implicando a gestão de metodologias de análise ou de experimentação das variáveis e os testes das mesmas por tentativa/erro. A tomada de decisão é formulada sobre um conjunto de fatores que são primeiramente interiorizados e depois trabalhados individualmente numa fase preparatória/analítica e simultaneamente nas fases mais avançadas de síntese.

³⁷⁷ A reflexão interna representa a relação de intercâmbio que existe entre o processo de reflexão que explora a semântica ou a organização de um problema, que definimos por “pensar” em projeto e o processo de simulação e experimentação do “fazer projeto”. A reflexão interna é responsável pela promoção do sistema cíclico de antevisão e redescoberta do problema (Santos e Ferreira, 2016) e o levantamento de subproblemas que exigem novas respostas e que vão sendo mais sintetizadas mediante o evoluir do processo.

itself a new projection of meaning (...) constant process of new projection is the movement of understanding and interpretation” (p.78).³⁷⁸

Daciano da Costa, centro da investigação de Martins (2010), demonstrou a importância do processo dialético no resultado dos seus projetos, fundamentando a indispensável relação que tem de existir entre o mentor (agente Criativo) e os agentes da produção, fazedores de novas realidades, possibilitadas pela cultura técnica. Para Daciano, o resultado do processo e da ação criativa ligava-se sistemicamente ao saber de quem conhece a matéria e o modo de lhe conferir a forma. Para poder dialogar com os seus esboços e conceber criativamente um Design com contexto, Daciano procurava saber minuciosamente as respostas ao problema na relação Homem, Técnica e a Matéria. Sob esta visão, podemos também pronunciar os Designers norte-americanos Charles e Ray Eames, que marcaram o seu trabalho como um ato profundamente ligado à experimentação direta dos materiais, para melhor compreender as suas características e as formas de transformação. A honestidade do pensar e conceber o projeto foi, para estes Designers, o resultado de um “(...) princípio empírico de aculturação de conhecimentos (...)” Santos e Ferreira (2016, p.18) que se denotavam por serem especializados e relacionados com o saber técnico, a prática do Design.

O valor atribuído à componente experiencial fez no seu léxico projetual um crescente acumular de vivências adquiridas (Cross, 2006), que Underwood (2005) designou como “(...) the Eames design legacy was its directed process of discovery and insight” (p.46)³⁷⁹. Os Eames criaram a base do seu trabalho tomando como princípios a perseverança da experimentação, o pensamento criativo aliado à solução dos problemas e a certificação do Design consolidada pelos repetidos testes ao longo do processo.

Concluimos que os modelos são gerados pela necessidade de descrever, mas também pela descoberta através da relação dialogal e da imersão, que possibilitam a previsão de futuros cenários e a criação de novos designs.

³⁷⁸ Tradução livre do autor: “(...) toda a revisão do anteprojeto é capaz de projetar diante de si, uma nova projeção de sentido (...) o processo constante de nova projeção, é o movimento de compreensão e interpretação” (Snodgrass e Coyne, 1996, p.78).

³⁷⁹ Tradução livre do autor: “O design dos Eames, foi um processo direcionado pela descoberta e introspeção” (Underwood, 2005, p.46).

3.3.5. Benefícios da utilização dos modelos e protótipos no processo de Design

“Prototyping is core to how designers do their work. It involves moving from the world of abstract ideas, analysis, theories, plans, and specifications to the world of concrete, tangible, and experiential things. Prototypes are representations of design ideas created before final artifacts exist.”

(Coughlan, Suri, Canales, 2007, p.124).³⁸⁰

Tanto na arquitetura como no design, a realização dos modelos, analógicos ou digitais, tem marcado uma especial posição nas estruturas do projeto, pelas seguintes características benéficas:

- . Meio comunicativo capaz de suplantar as entropias concernentes com a incapacidade representativa face à complexidade da realidade que se pretende descrever;
- . Poder garantir a maior flexibilidade de descrição pela possibilidade de utilização de inúmeros materiais e técnicas de representação;
- . Permitir a leitura macro e microscópica, pela diferenciação das escalas de representação;
- . Garantir a evolução do projeto, permitindo a análise reflexiva crítica e o processamento reiterado de pergunta e resposta na procura de melhores propostas de soluções. Os modelos neste propósito são designados por tangible tools (Coughlan, Suri, Canales, 2007);
- . Permitir o teste e a reformulação pela experimentação por tentativa/sucesso/erro. Os modelos, neste propósito, são designados por “learning tools” ou “learning vehicles” (Lim and Stolterman, 2008);
- . Servir de repositório de experiências para constituir a memória vivencial e episódica (Lawson, 2004).

Coughlan, Suri, Canales (2007) abordaram três princípios benéficos da aplicação dos modelos /protótipos nos projetos, referindo que geram o pensamento, promovem a aprendizagem e permitem a exploração de novas soluções. O compromisso associado à orgânica do pensar em projeto, sob o ponto de vista dos autores, fundamenta-se pelos seguintes objetivos:

³⁸⁰ Tradução livre do autor: “A prototipagem é fundamental para os designers fazerem o seu trabalho. Envolve a passagem do mundo de ideias abstratas, análises, teorias, planos e especificações para o mundo das coisas concretas, tangíveis e experienciais. Os Protótipos são representações de ideias criadas antes dos artefactos finais” (Coughlan, Suri, Canales, 2007, p.124).

“(…) building to think—creating tangible expressions of ideas enables organizational thinking to develop concretely through action; learning faster by failing early (and often)—making things tangible allows small, low-impact failures to occur early, resulting in faster organizational learning; giving permission to explore new behaviors—the presence of a prototype encourages new behaviors, relieving individuals of the responsibility to consciously change what they do”(p.6).³⁸¹

No “Building to Think”, os protótipos como expressões tangíveis dos conceitos mentais possibilitam o desenvolvimento do projeto pela ação. Coughlan, Suri e Canales referiram que os protótipos capacitam o desenvolvimento das ideias de um modo abrangente e diferenciado, suscitado por um tipo de pensamento que é “concretizado pelas mãos”. Mesmo sem existir uma ideia concreta, nas fases iniciais do projeto, o ato de construir o modelo ou protótipo encaminha à formação de uma forma progressivamente mais concreta. Visto numa linha de desenvolvimento do projeto, as ideias que poderão ser totalmente vagas na fase inicial, vão-se aprofundando e tornando menos abstratas à medida que se vão materializando os artefactos, mostrando que os mesmos representam sempre um pensamento mais à frente.

O “Learning faster by failing early”, aprender com os erros, é efetivamente um meio potencial para a aquisição de conhecimento. Referindo a cultura da IDEO (Empresa Internacional de Design e consultoria centrada no Human-Centered Design), os autores afirmam que, através de exemplos reais, a conceptualização dos protótipos “(…) *help to create a safe space for failure and therefore free people up to make discoveries and to learn more quickly*” (Coughlan, Suri e Canales, 2007, p.8)³⁸². Concluíram ainda que o ato de falhar nas fases anteriores ao processo de produção não é de todo uma preocupação, mas, pelo contrário, pode ser percebido como um aspeto positivo, permitindo, em algumas situações, a redução dos custos de produção, tornar os

³⁸¹ Tradução livre do autor: “(…) Construir para pensar – o criar expressões tangíveis de ideias, permite que o pensamento organizacional se desenvolva concretamente através da ação; aprender mais rápido ao antecipar as falhas (e muitas vezes) tornar as coisas tangíveis permite, que pequenas falhas de baixo impacto ocorram mais cedo, resultando numa aprendizagem organizacional mais rápida; e dando permissão para explorar novos comportamentos - a presença de um protótipo encoraja os novos comportamentos, libertando os indivíduos da responsabilidade de mudar conscientemente o que fazem ” (Coughlan, Suri, Canales, 2007, p.6).

³⁸² Tradução livre do autor: “(…) Ajudam a criar um espaço seguro para o fracasso e, portanto, libertam as pessoas para fazer descobertas e aprender mais rapidamente” (Coughlan, Suri e Canales, 2007, p.8).

artefactos mais fiáveis³⁸³ ou poder interiorizar melhor a relação do produto com o utilizador ao nível emocional/psicológico, funcional/ergonómico e estético/simbólico.

No “Giving permission, to explore new behaviors”, mencionamos que os padrões de comportamento são instituídos pelos hábitos e pelas rotinas estabelecidas. Para os autores, os protótipos integrados no contexto fazem-nos desviar dos padrões convencionados e promovem a mudança. A aplicação dos protótipos no estudo dos comportamentos permite verificar não só os padrões de interação instituídos como perceber a predisposição para a criação de novas formas de interação futuras ao nível comportamental. Por estas características, os protótipos têm a capacidade de serem transformados mediante o comportamento existente artefacto/Humano e vice-versa, e podem encaminhar na mudança dos comportamentos a que Coughlan, Suri e Canales (2007, p.10), designaram como “*Transitional Objects*”.

Ao capacitarem as alterações após a falha dos resultados das soluções previstas e testadas, os protótipos tornam-se ferramentas experimentais versáteis e mutantes, adaptando-se às reformulações projetuais.

Hartmann (2009) verificou os benefícios cognitivos dos protótipos, dividindo-os em três grandes argumentos direcionados pela utilidade.

A primeira razão está ligada às teorias da cognição que argumentam que o pensamento, como imaterialidade, e a ação, como materialidade, são responsáveis pela “coprodução” da aprendizagem e do raciocínio. Tomando como referência a terminologia de Polanyi sobre o termo “Tacit Knowledge”, que representa um tipo de conhecimento que estando centrado na ação, não é explicitado, necessita-se, porém, de um meio de expressão que registe e comunique esses conhecimentos. A conceptualização dos protótipos, a que acrescentamos também os modelos físicos e digitais, expressam durante a sua evolução a libertação de parte do conhecimento tácito, projetando o aumento de novas aprendizagens e raciocínios.

A segunda razão integra a necessidade de os indivíduos simplificarem as árduas tarefas de resolução dos problemas pela utilização dos artefactos contruídos. Os modelos e protótipos são manifestamente ferramentas colaborativas de ensaio que facilitam a compreensão dos problemas complexos, ao desencadear o processo iterativo de questionamento e a procura

³⁸³ Os princípios de Dieter Rams designam o produto fiável como produto útil, estético, perceptível, discreto, honesto, durável, sustentável, metucioso, simples e fundamentalmente inovador.

de respostas, expondo os dois tipos de conhecimento, o conhecimento implícito tácito e o conhecimento explícito.

A terceira razão remete para as nossas ações serem vistas como pragmáticas ou epistémicas, visíveis nas ações muito refletidas, mentais e internas e as ações pouco refletidas externas, que se baseiam na intuição e na descoberta por tentativa/erro. Focando-se no trabalho de investigação de Kirsh e Maglio (1994), Hartmann (2009) considerou que o processamento mental não é totalmente significativo de sucesso da resolução dos problemas. O processamento menos refletido e baseado nas experimentações e nas tentativas mostrou-se, no estudo de Kirsh e Maglio, mais rápido para atingir as soluções do que utilizando o pensamento mais refletido.

Neste propósito, pensa-se que o desenvolvimento da ação primária de execução de um artefacto contribui mais rapidamente para associar os tipos de conhecimento interno e externo, resultando na aceleração do encontro dos *“creative leaps”*³⁸⁴ do projeto (Cross, 2006).

A expressão plástica utilizada para gerar o modelo ou o protótipo não segue os trâmites de um guião ou de um manual de instruções estereotipado que é definido por um procedimento linear. A manipulação e transformação dos materiais, convertendo-os em expressões materializadas dos conceitos abstratos, influenciam a iteração resultante artefacto/criador. Sendo os modelos e os protótipos instrumentos de trabalho, os mesmos constituem a base para desenvolver e comunicar as alterações, num processo inteiramente pessoal de ações mentais e de operacionalização. Uma determinada transformação desejada ou indesejada, um efeito físico, um acidente ou uma característica que despoleta a reação de terceiros³⁸⁵, pode ser o princípio que estimula as ações transformadoras e exploradoras, responsáveis pela descoberta de novas soluções, emergentes dos saltos criativos.

³⁸⁴ Os *“creative leaps”* ou *“sudden mental insight”* denominados por Nigel Cross (2006), são expansões de consciência que resultam da libertação da fixação aos preconceitos estabelecidos para a resolução do problema. Durante o processo de Design, os *creative leaps* ocorrem várias vezes e a sua encadeação pode existir em momentos alternados e com uma afluência e intensidade diferenciada. Momentos do projeto com um maior nº de *“moves”*, como designou Gabriela Goldschmidt (1990), podem ser promissores ao desencadeamento de vários *“creative leaps”*. No entanto, momentos de reflexão ou de incubação (Wallas, 1926) também podem ser frutíferos para o surgimento de soluções inovadoras. As soluções criativas são evocações despoletadas por um conjunto vasto de fatores e por um processo construtivo que conecta conhecimentos e experiências de longa e curta duração, vivências de acontecimentos passados, capacidade imaginativa e preditiva, o Know-how e o próprio modo de estar na vida.

³⁸⁵ O significado da palavra *“terceiros”* neste contexto remete para os recetores do artefacto que é definido por *“Field”*. O campo, designado a um grupo de pessoas integradas numa determinada cultura *“Domain”*, que partilha conhecimentos, crenças, técnicas e critérios de avaliação (Sosa e Gero, 2005), é para nós, um segmento recetor do produto do Design. Outros agentes poderão ser identificados como recetores, como por exemplo, os animais e a natureza em si.

3.3.6. Paradigmas da Aplicação dos Modelos Analógicos e Digitais no Projeto de Design

“O ambiente simulado tem a singular característica de possuir todas as propriedades do mundo real, exceto no que diz respeito à propriedade fundamental, falta-lhe presença física, não tem qualquer existência material palpável. (...) O computador e os seus programas tornaram-se assim uma extensão dos nossos sistemas nervoso e sensorial como uma prótese graças à qual podemos alcançar um mundo que não existe” Manzini (1986, p.28).

Atualmente a dimensão de ocupação dos sistemas digitais nas nossas vidas tornou-se tão grande que em muito dependemos da sua colaboração, não só em situações profissionais de trabalho, como também na relação social e no lazer (Svensson, 2003). A presença física que Ezio Manzini referia não existir no ambiente simulado é hoje real e materializada por tecnologias de representação sobre vários tipos de suportes e materiais. Esta é a nova realidade projetual do design, em que a modelação analógica coexiste como a modelação digital em fases que não dizem apenas respeito à representação técnica e à comunicação.

A formação atual apresentada aos alunos está mais digitalizada, existindo cada vez mais meios e recursos que se adaptam às diferentes configurações tipológicas das representações nas várias fases do projeto. Reconhecendo que vivemos seis séculos conectados aos princípios de representação renascentista e que, nos últimos quarenta anos, evoluímos para uma linguagem de modelação numérica que nos ajuda não só a gerar formas geométricas complexas (free-forms), como a descrever tecnicamente ou a materializar com as prototipagens rápidas, questionamo-nos se a articulação que está a ser aplicada nos currículos de ensino, percebe as vantagens e desvantagens dos processos (Duarte et al. 2012).

A aplicação dos meios analógicos e digitais no ensino do projeto de design constitui ainda um certo paradoxo, por existir relutância em relação à aplicação do processo digital em substituição de algumas áreas do projeto que são ainda hoje predominantemente analógicas, como a ideação e o desenvolvimento ou síntese. A cultura do desenho³⁸⁶, como forma de reflexão e descrição do design, permitindo o desenvolvimento do pensamento lateral (Goel, 1995) e do “reflection-in-

³⁸⁶ Destacamos as investigações de Goel (1995), Rowe (1991), Purcel e Gero (1988), Lawson (2005), Acuna e Sosa (2010), Goldschmidt (1991), Suwa e Tversky (1997), Cross (1999, 2001), Reis (2010), Van Der Lugt, Bilda e Demirkan (2003).

action” (Schön, 1983), assume ainda hoje uma grande vantagem nos currículos (Duarte et al., 2012), sedimentado pela ideologia do pensar pelo desenho.

Um novo paradigma, surgido na primeira década de 2000, alertou para os limites da representação analógica pelo desenho, como não sendo tão descritivo como se fez pensar, considerando-se que pode até vir a ser condicionador do desenvolvimento da ideação no projeto. Lawson (2005) refere este paradoxo, referindo “The drawing is in some way a very limited model of the final end product of design (...) the designer can see from a drawing how the final design will look but, unfortunately, not necessary how will work” (p.27)³⁸⁷. Este paradoxo não existe apenas na dificuldade de transmissão da performance de algo mas o que consideramos a própria reflexão do projeto, que pode ser comprometida pelos skills da representação por desenho, como demonstrou Almendra (2010) nos resultados da sua investigação em que os alunos apontaram a má performance dos seus resultados projetuais à “(...) inability to draw, the poor communicational capabilities of their sketches and of the composition and management they made of it” (p.238).³⁸⁸

Oxman (2008) explicitou a nova dimensão e a liberdade de expressão que a componente digital desencadeou no ato de projetar, mencionando “Digital design theory has transformed the concept of form into the concept of formation. Beyond the generation of a complex free forms, the concept of digital formation models is become a medium of conceptualization” (p.106)³⁸⁹. Na atualidade, este conceito pode ser visto como uma mais-valia no ensino de projeto nas fases de exteriorização das ideias, subvertendo as dificuldades de perceção tridimensional, a noção do espaço e o condicionalismo que advém da visualização das ideias e dos detalhes à medida que o projeto se vai completando nos seus componentes. A perceção mental do espaço tridimensional dos discentes está hoje diferenciada pelas vivências e as competências adquiridas e pela necessidade de representação, que cada vez é menor.

O registo fotográfico de Giovanni Battista Piranesi foi substituído por microcâmaras introduzidas num telemóvel, e grande parte das dificuldades sentidas são apoiadas por um “click”, num

³⁸⁷ Tradução livre do autor: “O desenho é, de alguma forma, um modelo muito limitado do produto final do design (...) o designer pode ver num desenho como será o design final, mas, infelizmente, não como vai funcionar (...)” (Lawson, 2006, p.27).

³⁸⁸ Tradução livre do autor: “(...) incapacidade de desenhar, as fracas capacidades comunicacionais dos seus esboços e da composição e da gestão que fizeram dela” (Almendra, 2010, p. 238).

³⁸⁹ Tradução livre do autor: “A teoria do design digital transformou o conceito da forma no conceito de formação. Além da geração de formas livres e complexas, o conceito de modelos de formação digital tornou-se um meio de geração de conceito” (Oxman, 2006, p. 106).

computador e tutoriais no Youtube. As realidades são diferentes, as necessidades e os hábitos alteraram-se bruscamente e, quer queiramos, quer não, somos (uma grande parte) seres “digitalizados”, com a diferença de sermos criativos, sentimentais e, afortunadamente, com um certo grau de imperfeição.

No ensino de projeto, é possível ensinar técnicas para desenvolver a perceção da realidade, mas não se consegue alterar os hábitos vividos que levaram à construção da perceção e da cognição. É neste propósito que vemos que, sinergeticamente, têm de ser conciliadas e articuladas as modelações analógica e digital para um objetivo mais efetivo na ação de reflexão e comunicação das proposições.

Ao analisarmos os programas curriculares dos anos de 2014 e 2015 dos cursos do primeiro ciclo do ensino superior de design da Faculdade de Arquitetura de Lisboa, do IADE-U Creative University e da ESAD Arte e Design de Matosinhos, verificámos o enquadramento da forma como se estruturaram os programas em relação à utilização dos meios analógicos e digitais no ensino ao nível nacional. Embora atualmente algumas estruturas se tenham, entretanto, alterado, esta análise permitiu-nos perceber que o teor dos conteúdos converge no sentido que as componentes curriculares que integram a conceptualização por representação analógica como o desenho, a modelação de modelos físicos, existem associados ao primeiro ano de estudos, assim com a introdução aos meios digitais com conceitos básicos de softwares de edição 2D. No segundo e terceiro ano do ciclo de estudos, a realidade 3D é aplicada digitalmente nos programas das unidades curriculares de modelação digital 3D e aplicada mais analogicamente nas unidades curriculares projetuais. Nas unidades de projeto, predominam a utilização das representações analógicas nas fases de prospeção, contextualização, ideação e síntese e a representação digital nas fases de representação técnica e comunicação (ver anexo 4).

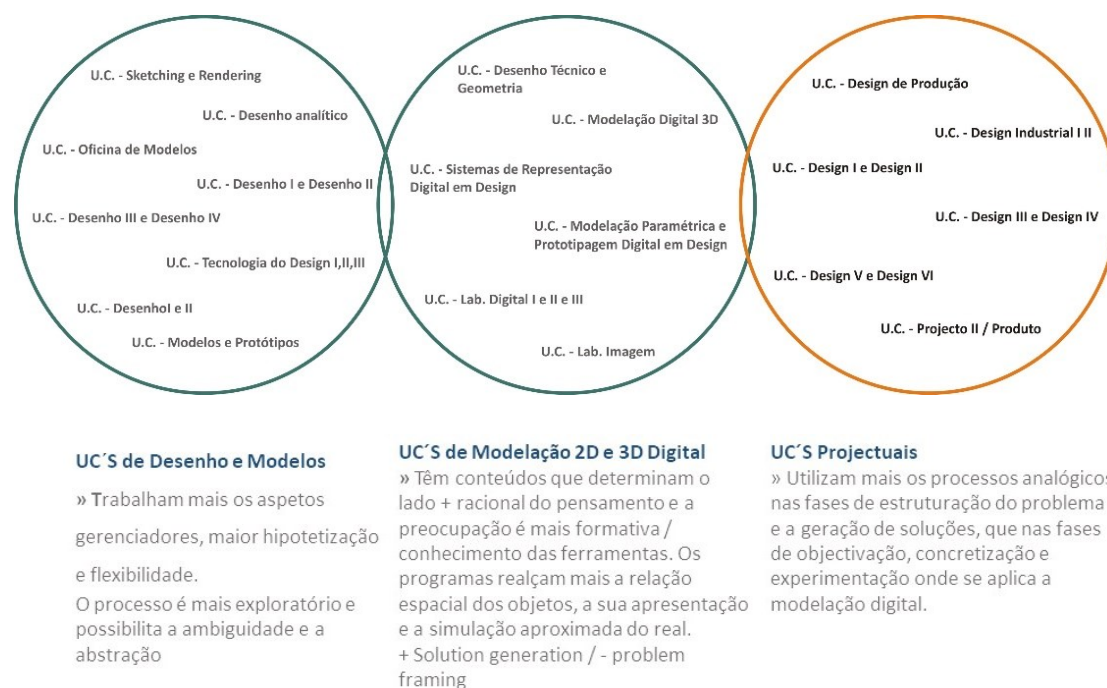


Fig. 80 - Síntese dos programas das unidades curriculares afetas ao projeto das licenciaturas em design de 2014/2015 da FAUTL Faculdade de Arquitetura da Universidade Técnica de Lisboa, IADE-U - Creative University e ESAD - Arte e Design de Matosinhos.

A tipologia de representação híbrida é aplicada, segundo concluímos, nas unidades curriculares de teor prático oficial ou laboratorial. A análise de conteúdos programáticos por comparação permitiu-nos ainda compreender a estrutura formativa dos discentes e a incidência contextual dos conteúdos no processo de ensino (ver figura 80). Ao nível da representação analógica, as unidades relacionadas são o desenho e a modelação de modelos, trabalhando mais os aspetos gerenciais das hipóteses, e são mais aplicadas ao processo exploratório e abstrato. A modelação digital liga-se mais a um tipo de exercício mais racional e as unidades curriculares recaem na ação formativa e o conhecimento das ferramentas. Os programas gerais do conjunto de disciplinas analisadas indicaram que se trabalha mais a relação espacial dos objetos, a sua apresentação técnica a simulação real de comunicação. As unidades afetas ao projeto aplicaram mais, nos seus programas, os processos analógicos nas fases de estruturação, experimentação e geração de soluções e os processos digitais nas fases de objetivação e comunicação.

Para compreendermos em maior detalhe como são integradas e utilizadas as formas de representação no meio académico do ensino de design, realizou-se o método de observação indireta, através da aplicação de um inquérito por questionário efetuado a duzentos alunos do segundo e terceiros anos do primeiro ciclo de ensino superior de design. O objetivo constou na

perceção de como estão instituídos os tipos de representações no léxico do processo projetual dos alunos e como estes interagem. Apesar de verificarmos que está instituído o hábito da aplicação das modelações analógica e digital em fases distintas do projeto, no nosso ponto de vista a conceção das modelações física e analógica acompanham todo o processo do projeto (Coughan, Suri, Canales, 2007), existindo com as designações de modelações de esboço, modelações de desenvolvimento e de apresentação final. A modelação digital, porém, não nos parece ser útil apenas nas fases de desenvolvimento técnico e comunicação, apresentando apenas uma função explanatória. Os exercícios exploratórios que formalizámos, utilizando os meios digitais nas fases iniciais do processo de criação, com alunos do segundo ano de design, demonstraram o desbloqueamento da criatividade e a geração do incentivo próprio pela autopromoção³⁹⁰ no desenvolvimento de soluções variadas (figuras 81 e 82).

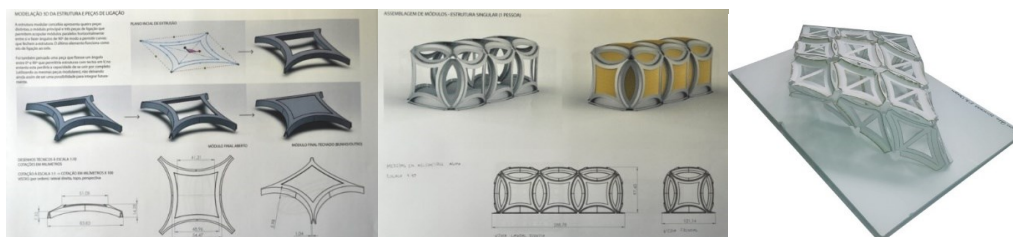
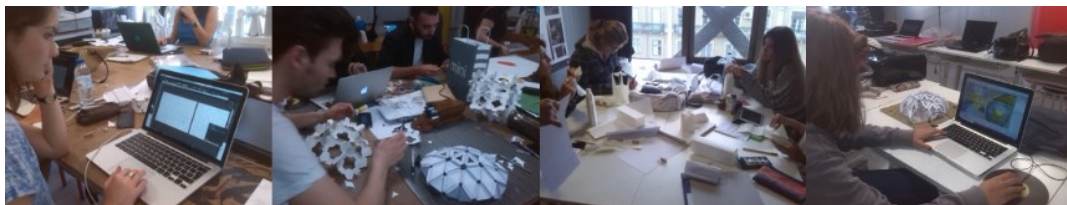


Fig. 81 - Exercício exploratório de utilização dos processos analógicos e digitais em sinergia para Design de Produção do 2º ano, 2014/15 e 2016/17 IADE – Universidade Europeia. Realização de estruturas leves e resistentes para situações de emergência. Trabalhos desenvolvidos sob a nossa orientação.

³⁹⁰ A autopromoção é entendida neste sentido como a valorização pessoal do que se está a fazer, quando é necessário um incentivo. A geração da autopromoção pode ser despoletada por vários fatores e quando uma tarefa corre bem na sua consecução a pessoa tende a autopromover-se para manter a sua melhor performance.

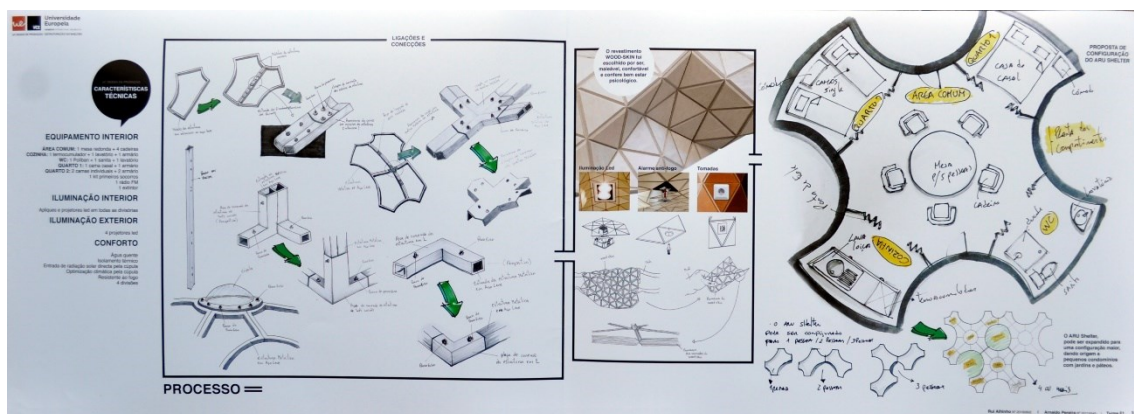
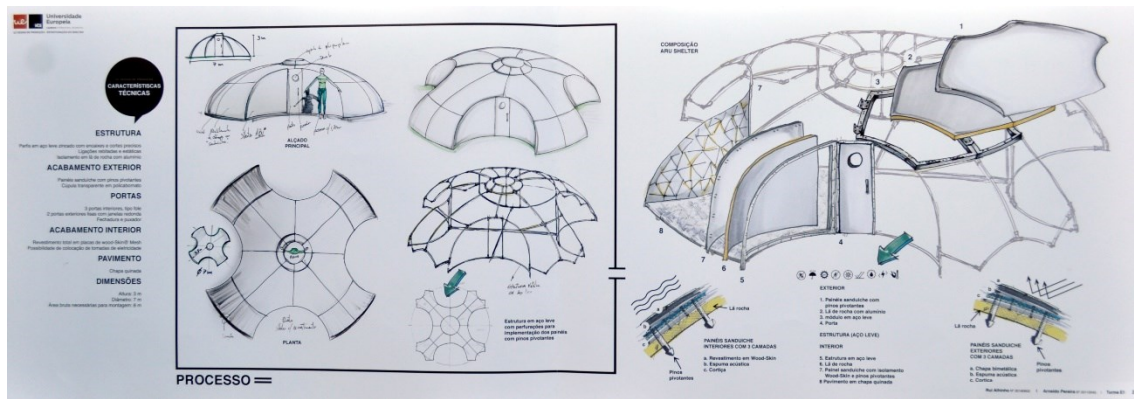


Fig. 82 - Processo analógico do exercício exploratório. Trabalhos desenvolvidos sob a nossa orientação em 2016 na Unidade Curricular de Design de Produção 2º ano Licenciatura em Design IADE-Universidade Europeia.

O paradigma da utilização dos meios digitais ao nível da fase concetual do design e da arquitetura tem sido explorado por investigadores como Zhu, Dorta, Paoli (2011), Walther, Robertson, Radcliffe (2007), Oxman (2008), Dorta, Perez e Lesage (2008), Yeoh (2006), Offmann (2005), Figen e Maher (2007), Rahinah e Farzad (2010).

Zhu, Dorta e Paoli (2011), ao pretenderem compreender melhor a influência das ferramentas CAD (Computer Aided Design) no processo de formação do conceito, perceberam como as ferramentas influenciam os designers, concluindo que as ferramentas digitais não influenciam a criação, porém ainda detêm uma menor aplicação na fase de concetual em relação às ferramentas analógicas, sendo apenas consideradas “production tools”. A qualidade da aplicação das CAD tools na concetualização em arquitetura é descrita como “(...) digital visual representations can be utilized to achieve better understanding of the form because, comparing to the traditional freehand tools, the intensive visualization and immediate feedback in computer media assist the designer in generating imaging of his/her ideation” (Mara, 2000, apud. Zhu,

Dorta, Paoli, 2011, p.29).³⁹¹ Na conclusão das respostas à entrevista direcionada a arquitetos experientes, foi apontado que, com a utilização das CAD tools, há uma tendência para ignorar o processo global de projeção. No entanto foi apontada a vantagem de promoção do imediatismo da transformação das ideias. A complexidade da interface e a exigência de know-how específico, assim como o tempo que as CAD tools retiram à fase de ideação ou o trabalho individual que proporcionam, são os pontos críticos apontados em relação à razão de serem evitadas. Para os autores, as CAD tools têm de ser capazes de não oferecer apenas comandos de modelação, mas “(...) include more functions and features that are involved in the conceptual design process” (ibid. p. 42).³⁹²

Walther, Robertson e Radcliff (2007) pensaram as formas de encorajar as práticas criativas da educação em design baseando-se em quatro premissas sobre a utilização das ferramentas digitais no design, identificados num estudo sobre a indústria. A melhor comunicação e visualização, o pensamento circunscrito, a fixação prematura e a ideação limitada foram as características apontadas na análise observada no caso de estudo e a entrevista foi realizada a 255 engenheiros com prática em CAD em 32 países. A melhor comunicação implica a melhor explanação; o pensamento circunscrito verifica-se na interferência com o processo criativo, desencorajando a geração do pensamento hipotético; a fixação prematura indica a relutância em fazer mudanças no projeto; e a ideação limitada verifica o resultado da utilização das ferramentas CAD quando se trabalha sob stress. Os aspetos marcantes apontados foram o efeito ilusório da precisão do modelo CAD, a capacidade de criar geometrias que interferem com os requisitos do projeto pelo exagero, o conflito entre o que é desenhado e o que pode ser fabricado, a fixação prematura que decorre da qualidade do detalhe que os CAD permitem, não potenciando a exploração de alternativas e a natureza iterativa do processo. Este último problema foi apontado como condicionador da ambiguidade no início do processo, criando um efeito da ilusão que se está a fazer um bom projeto.

Para Yeoh (2006), a utilização da tecnologia na pedagogia apresenta desafios e benefícios que têm de ser melhor explorados. Na área do design gráfico, o autor interroga-se se a natureza da criatividade não terá sido afetada pela introdução dos meios digitais. A criatividade é vista como um processo complexo vulnerável a vários fatores e que depende da melhor estruturação do

³⁹¹ Tradução livre do autor: “(...) as representações visuais digitais podem ser utilizadas para alcançar uma melhor compreensão da forma, pois, comparando com as ferramentas tradicionais à mão livre, a visualização intensiva e o feedback imediato no computador, auxiliam o designer a gerar imagens da sua ideação” (Mara, 2000, apud. Zhu, Dorta, Paoli, 2011, p.29).

³⁹² “(...) Inclui mais funções e recursos que estão envolvidos no processo de design do conceito” (ibid. p. 42).

processo. Kok Cheow Yeoh referiu que o problema não é propriamente a aplicação, mas a falta de perícia e planeamento que tem de iniciar num processo mental analógico e ser transferido para o digital. O autor mencionou que a aplicação dos meios informáticos, nas fases de iniciais de design, representa um ponto crítico por não permitir a exploração dos conceitos. Yeoh (2006) definiu ainda que as tecnologias mudaram a forma de fazer o design em termos de pensamento e prática “(...) technology has its advantages and disadvantages depending upon whose hands it happens to fall into. Technology is not the problem but rather how it is being used” (p.18).³⁹³

A era digital trouxe a gramática formal que simula o real e permite a análise e a avaliação do desempenho funcional, mecânico, materiais e produção. Concluímos que os paradigmas da utilização dos meios digitais no projeto de design e arquitetura nas fases de conceção e desenvolvimento dividem-se entre os autores que veem as vantagens em alguns aspetos do design thinking e a construção dos produtos da imaginação e simulação real (caraterísticas intelectuais), e os defensores dos processos analógicos que veem apenas as diferenças formais as desvantagens processuais, como o impedimento da exploração criativa.

De modo genérico o dogmatismo assenta nos aspetos como a exploração de geometrias complexas (Zellner, 1999), antecipação dos processos de produção, novas qualidades estilísticas formais e materiais, a capacidade de previsão e verificação da performance e avaliação do desempenho (Dunn, 2007), visualização e apresentação realística dos conceitos, constante visualização do que se está a imaginar acelerando a tomada de decisões.

A visão cética refere que os meios digitais interferem com o processo criativo por proporcionarem uma visão parcial (formal) do processo e não uma visão geral, existe uma maior utilização do pensamento convergente racional e reduzida utilização do pensamento abstrato. O processo é pouco dialético e individual e, sendo pouco flexível, gera a ilusão da qualidade do conceito, encerrando depressa a exploração de alternativas que Cross (2006) chamou de fixação³⁹⁴.

Mas existem grandes vantagens na criação no sistema digital de pré-formas (modelos base), porque estas podem ser facilmente repetidas, mutáveis ao nível da forma e da escala, e permitem o processamento contínuo do detalhe e da experimentação de novas abordagens de adição e subtração de componentes. Alguns softwares permitem uma previsão de comportamentos

³⁹³ Tradução livre do autor: “(...) a tecnologia tem vantagens e desvantagens dependendo em que mãos cai. A tecnologia não é o problema, mas sim a forma de como está a ser utilizada” (Yeoh, 2006, p.18).

³⁹⁴ Não está comprovado que a fixação, antítese da fluência, seja a prejudicial para a criação. Cross (2006) concluiu que parte dos designers experientes não têm o hábito de gerar muitas ideias. Utilizam com muita frequência o procedimento de alterar, acrescentar ou reduzir o conceito pensado.

esforços físicos e de produção, antecipando a viabilidade do projeto. Se existirem hábitos e técnicas metodológicas de projeção com as ferramentas digitais, acreditamos que muitos dos aspectos negativos enumerados podem ser colmatados e substituídos por novas dinâmicas de projeção. Zaha Hadid e Frank Gehry demonstraram como as ferramentas digitais (utilizaram técnicas de processamento paramétrico por gramáticas formais) podem ser interessantes para a criação, quando bem exploradas. A capacidade de exploração de formas complexas de desenhar e geometrizar tecnicamente e a capacidade de verificação da viabilidade pode ser favorável à criação e inovação. Oxman (2006) referiu que, em relação aos meios analógicos, os meios digitais permitiram a inovação na apresentação, na geração, na performance e na avaliação das propostas (ver figura 83). Na arquitetura e no design, o contexto da realização sobre a normativa estática (papel e o lápis) foi dinamizado a partir dos anos 90, pela normativa de evolução dinâmica (movimento e tempo) da modelação 4D.

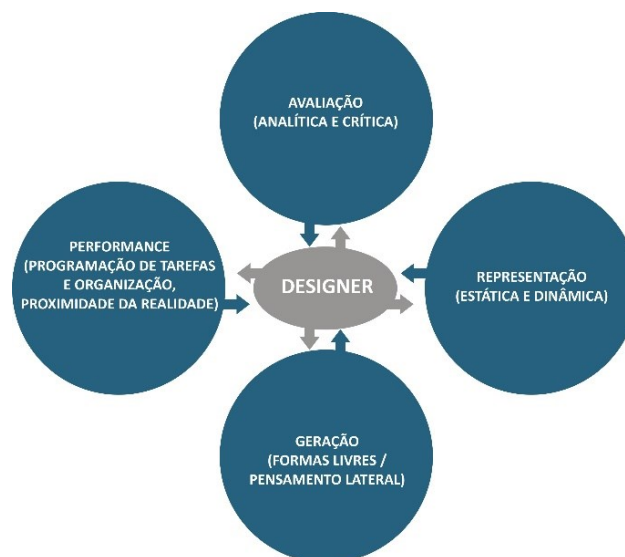


Fig. 83 - Quatro funções gerais vistas por Oxman (2006, p.243).

Para Oxman (2006), o maior obstáculo da aplicação dos meios digitais no processo de design são a resistência à adaptação dos novos instrumentos, a inércia e a forte influência do conhecimento e da teoria e os modelos implementados à volta dos sistemas tradicionais de ensino. Interrogamo-nos se os designers com experiência de utilização dos meios digitais não conseguem gerar mentalmente espaços virtuais divergentes no projeto (momentos de fantasia), como uma mais-valia para a ideação (Williams, Gu, Askland, 2011).

Ibrahim e Rahimian (2010, p.979), ao identificarem as características positivas e negativas das representações externas, alertaram para a importância dos estágios de abstração, da boa escolha das ferramentas na fase de descoberta dos requisitos do problema e as decisões tomadas na fase de desenvolvimento, por representarem 80% das decisões de produção. Concluíram, no seu estudo, que existe alguma inflexibilidade na modelação geométrica tradicional e que o esboço manual convencional apresenta problemas na articulação das ideias e na transferência de conhecimentos tácitos em explícitos, quando os problemas são complexos. Concluíram ainda que nem o processo manual, nem o processo digital, são os melhores meios para comunicar na fase conceptual. Os designers inexperientes têm dificuldades em transformar o conhecimento tácito em conhecimento explícito, quer trabalhem com meios analógicos, quer trabalhem com meios digitais, dado a falta de visualização e dos skills de representação. Quando não existe o domínio técnico para trabalhar com os meios, perde-se tempo de projeto que deveria ser dedicado à atenção para os aspetos reais do problema, da ideação e da tomada de decisões, não os problemas generativos e operativos da modelação com os softwares ou por desenho à mão.

No entanto, a visão um pouco antagónica do estudo de Levet, Granier, Schlick (2006) afirmou que a modelação digital deve ser aplicada o mais cedo possível no projeto, logo após as primeiras abordagens com o processamento analógico dos primeiros esboços. A aposta no ensino tem de ser feita ao nível da boa preparação para o “pensar” o projeto, com a criação de desenvolvuras técnicas e cognitivas de utilização dos meios de exteriorização do conhecimento tácito que, para nós, é a essência do gerenciamento da reflexão onde resulta o processo iterativo e consequentemente a qualidade dos resultados. As modelações por modelos tradicionais de representação trabalham mais o conhecimento implícito baseado na experiência acumulada e nas práticas cognitivas / manipulativas, e a modelação digital desenvolve mais o conhecimento explícito, criando desenvolvuras gerenciais de novas formas e técnicas de representação e implementação para testar o design, como os renderings 3D e os modelos de prototipagem rápida (Oxman, 2006).

3.3.7. O Contexto dos Modelos no Processo Estrutural do Projeto

No contexto dos estudos sobre a influência dos meios conceptuais no processo criativo em design, encontramos vários resultados (Dorta, Pérez, Lesage, 2008; Schön, 1993; Goel, 1995, Gürsoy, 2010) que, de algum modo, contribuíram para a designação que preferiram Acuna e Sosa

(2011), afirmando que os modelos analógicos distinguem-se dos modelos digitais em termos performativos da imersão criativa, por permitirem melhor o desenvolvimento do pensamento divergente. Para os autores, “Both sketching and rapid model-making seem to support ambiguity and flexibility better than computational modelling or detailed drawings” (p.265)³⁹⁵, sendo que a representação manual explora melhor as componentes da originalidade, flexibilidade e ambiguidade, ou seja, os pensamentos vertical e lateral (de Bono, 1967). A representação de estudo (esboço) ou abstrata explora melhor a construção das hipóteses e a diferenciação das várias ideias. A representação detalhada implícita nos modelos realistas explora melhor a funcionalidade e os pormenores da ideia desenvolvida pelo pensamento lateral.

Goldschmidt (1991) denominou os modelos analógicos de esboço por “dialectics of sketching”, por considerar os desenhos como elementos consolidantes da reflexão crítica, do raciocínio analógico e reinterpretação. Yeoh (2006), referiu a importância que os modelos analógicos detêm no processo iterativo do projeto, responsáveis pela sustentação da correlação do pensamento generativo e interpretativo. Como realçaram Gül e Maher (2007), tanto os modelos digitais como os analógicos são formas de “representação externas” que estabelecem um papel vital no desenvolvimento projetual “(...) for recognizing conflicts and possibilities (Akin and Lin, 1995) as well as for revising and refining ideas, generating concepts and facilitating problem solving (Do et al., 2000)” (p.3).³⁹⁶

Dunn (2007) explicou que um modelo é uma simulação abstrata ou representação de uma realidade e, paralelamente, integra um conjunto de características distintas funcionais associadas a esse propósito, referindo “(...) models are employed for a variety of reasons altering between evaluative, descriptive, explorative and cognitive purposes” (p.6)³⁹⁷. Cannaerts (2009, p.782) refere que, independentemente da tipologia funcional dos modelos, estes são parte indissociável de um processo iterativo, em que existe a representação e interpretação que leva à criação de novas soluções.

No entanto, a ação dos modelos sob a perspectiva digital é ainda vista de um modo controverso na fase conceptual no ensino de projeto. Fazendo uma abordagem à influência das novas

³⁹⁵ Tradução livre do autor: “Ambos o esboço e a modelação manual rápida parecem suportar melhor a ambiguidade e a flexibilidade, que a modelação digital ou os desenhos detalhados” (Acuna e Sosa, 2011, p.265).

³⁹⁶ Tradução livre do autor: “(...) reconhecer conflitos e possibilidades (Akin and Lin,1995) como para rever e redefinir ideias, gerar conceitos e facilitar a solução do problema (Do et al.,2000)” (Gül e Maher, 2007, p.3).

³⁹⁷ Tradução livre do autor: “(...) modelos empregues por uma grande variedade de razões que se alteram entre os propósitos avaliativos, descritivos, exploratórios e cognitivos” (Dunn, 2007, p.6).

tecnologias digitais de representação no processo de design, Yeoh (2006) refere “If the computer is seem as a medium rather than as a tool, then this has a direct impact on how Design is conceived (...). Computer as the media can alter the environment, raising unique implications (...) technology has changed how Design is thought and practiced” (p.11)³⁹⁸. Zhu, Dorta, Paoli (2007, p.34), ao investigarem a influência das ferramentas de computação assistida ao Design (CAD) na ação projetual (abordado no subcapítulo anterior), verificaram que o processo digital é caracterizado pelos seguintes problemas:

- . Prevalece uma visão parcial e não global do processo e a preocupação base é a conceptualização;
- . Existe um desmedido procedimento cognitivo ao nível do pensamento racional e pouco divergente;
- . O processo é exclusivamente individual ou pouco dialético;
- . O processo torna-se fechado por encerrar muito rapidamente a transformação da ideia, ou seja, provoca uma prematura fixação a um só conceito nas fases iniciais, não possibilitando a hipotetização e a avaliação das ideias.

A visão de Walther, Robertson e Radcliffe (2007, p.2), também negativa em relação à utilização dos meios digitais na ação projetual, demarca apenas que a forma de comunicação representa uma imagem mais fidedigna do que se tem imaginado. Neste sentido, concluíram que a influência das ferramentas digitais proporcionou e condicionou as seguintes características:

- . O aumento da capacidade de comunicação e visualização efetiva do que se tem imaginado;
- . O pensamento é circunscrito, restringindo a forma de alcançar os requisitos que definem o problema e processos que determinam a projeção em design;
- . Gera uma formação prematura das ideias (fixação);
- . A ideação ou ato de idealizar fica marcadamente prejudicado pelos fatores como o stress e o extenso tempo de operacionalização, que afetam a motivação e o potencial criativo.

Os autores focaram ainda uma outra característica nefasta ao processo projetual, ligada à percepção ilusória, gerada pela permissividade do sistema digital. Ao possibilitar a criação de

³⁹⁸ Tradução livre do autor: “Se o computador parecer um meio em vez de uma ferramenta, então haverá um impacto direto da forma como o projeto é concebido (...) O computador como meio pode alterar o ambiente levando a implicações únicas (...) a tecnologia tem alterado a forma como o Design é pensado e praticado” (Yeoh, 2006, p.11).

geometrias que exageram nos atributos formais e materiais, são banalizados os requisitos do projeto ligados às questões funcionais, técnicas e produtivas, custos, interação com utilizador. Como os autores referem, existe um “falso sentido da realidade” (ibid. p.3) e perde-se muitas vezes o sentido do projeto e do projetar como um processo autoconstrutivo. A matéria torna-se amorfa, independentemente do material que se utilize, e perde-se a noção da viabilização técnica do que se pensa. Porém, as duas visões apresentadas focalizam-se mais nas fases do processo projetual relacionadas com o pensamento convergente³⁹⁹, com a preocupação direcionada para a viabilização dos conceitos produzidos.

Uma visão diferenciada pela consideração das características positivas e pela verificação da efetividade dos processos digitais num contexto divergente, foi apresentada por Oxman (2008), para quem a introdução das ferramentas digitais alterou como já mencionado, a gramática formal e o vocabulário conceptual do projeto e gerou uma nova realidade, promovendo novas estruturas metodológicas de “design thinking”. Sumarizando, a introdução das tecnologias digitais no processo de design foi descrita por Rivka Oxman de acordo com seguintes características:

- . Criação de liberdade de expressão pela possibilidade de gerenciamento das “free-forms”⁴⁰⁰ e capacidade de se gerarem símbolos complexos geometricamente;
- . Maior acesso e facilidade de obtenção de informação;
- . Potencial de visualização imediata;
- . Maior realismo e rigor na representação técnica e de detalhe;
- . Potencial imaginário;
- . Colaboração na decisão aspetos da produção e verificação da performance antecipadamente;
- . Previsão e prototipagem.

Para Rivka Oxman, a nova formulação de pensamento em design advém da capacidade de simulação de geração de formas complexas, outrora difíceis, senão condicionadas, pela ação humana em termos de perícia representativa. Um exemplo magnífico que ilustra a interação entre a máquina digital e o pensamento do arquiteto é visível pelo legado trabalho de Zaha

³⁹⁹ Pensamento racional preocupado com os aspetos mais tecnicistas e metodológicos do projeto.

⁴⁰⁰ Neste sentido, é entendida a representação das formas com aplicação de sistemas (softwares) de parametrização numérica que convertem os dígitos em símbolos gráficos e no caso do trabalho de Zaha Hadid em elementos de arquitetura ou design. Estes elementos parametrizados integram-se num composto de volumes regrados por uma composição topológica, mantendo a homogeneidade entre os elementos constituintes e o volume geral.

Hadid⁴⁰¹, fortemente elaborado pelo rigor fractal do parametrismo digital, como se pode ver na figura 84. A projeção dinâmica e a possibilidade de gerar as transformações topológicas pela parametrização⁴⁰² constituem processos de transformação no projeto, que se situa entre o momento de geração criativa natural humana e a performance numérica digital. Na consistência da argumentação de Rivka Oxman, encontramos um propósito representado pelas questões de investigação, de como pode a representação dos modos de simular um conceito tão fortemente enraizado numa cultura do projetar sobre papel, ser adaptado às novas situações da modelação digital? Estaremos a integrar os meios digitais no projeto de design com uma intenção performativa e ao mesmo tempo colaborativa de gerenciamento das ideias?

Acreditamos que a compreensão das ferramentas conceptuais e a forma como são utilizadas durante o processo de Design pode ser significativa para formular novos entendimentos do processo metodológico e do ato criativo, visando uma melhor ação projetual.



Fig. 84 - Galaxy Soho Beijing (Eduardo Souza, 2012. "Galaxy Soho / Zaha Hadid Architects" ArchyDaily Brasil. Acedido a 05.08.2017. <http://www.archdaily.com.br/br/01-80246/galaxy-soho-zaha-hadid-architects>).

3.4. Quantificação da Ação Performativa e Criativa do Designer

A quantificação da ação performativa do designer abrange o processo projetual no seu todo, tendo efetivamente o maior índice produtivo na fase de ideação. A inovação e a criatividade são o foco da atenção para os estudos sobre o design e, de um modo geral, a quantificação associa-se às características performativas da ação do designer e do produto resultante.

⁴⁰¹ Apontado no subcapítulo anterior.

⁴⁰² A parametrização refere neste caso, a modelação por parâmetros geracionais que existem em determinados programas como o Solidworks, Grasshopper e que permitem introduzir os valores dos parâmetros em comandos do tipo fluxograma e que interagem de forma diferente, sob a utilização desses valores. Por exemplo, a fachada de um edifício pode ser trabalhada parametricamente para efeitos de proteção do sol, propondo diferentes configurações de estruturas, na fachada. O computador pode através de cálculos simuladores da posição do sol, redimensionar diferentes dimensões ou configurações da base ao topo do edifício.

Torrance (1981) e Guilford (1984) apresentaram, baseados no modelo de Treffinger (1980), cinco características cognitivas avaliáveis da performance criativa dos indivíduos e que dizem respeito a fluência, flexibilidade, elaboração, originalidade, cognição e memória.⁴⁰³

A fluência (mencionado no subcapítulo 5.3.5.1), designada por Guilford e Hoepfner (1971), é a habilidade para se criarem múltiplas respostas (significados), num tempo limitado. Casakin e Kreitler (2005) determinaram a fluência como a capacidade de exploração de alternativas de design. Assim, a fluência vista no sentido quantificável é uma contagem do número de ideias produzidas durante um determinado tempo de resolução do problema.

A flexibilidade, para Guilford e Hoepfner (1971), significa a capacidade de adaptação às mudanças de instrução e espontaneidade e de alteração de estratégias. A flexibilidade conta com a diferenciação do tipo de respostas desenvolvidas, pela sua abrangência ou a diversidade da criação de alterações. A variedade na categoria de respostas é verificada na relação de comparação de ideias produzidas em relação às ideias existentes no mercado (domínio). As hipóteses processadas podem ser mais ou menos diferenciadas e a quantificação processa-se pela análise dos graus de semelhança e diferenciação da hipotetização, pelas características de forma, função e atributos estéticos. O contexto da mudança introduzida que faz diferir as ideias é que demonstra a qualidade criativa da flexibilidade.

A elaboração representa a realização ou transformação da ideia, que pode ser genial e enriquecedora nos detalhes (Urban, 1995). A análise da elaboração pode ser medida pelo grau de detalhe nas respostas e pela quantidade de pormenores aplicados durante o processo. A elaboração significa a transformação da ideia, tornando-a mais ou menos completa e rigorosa na sua definição.

A originalidade representa a raridade estatística da ideia em relação ao que existe num determinado domínio, ou seja, que tem uma probabilidade de ocorrência muito baixa (Guilford e Hoepfner, 1971). Tschimmel (2009) indicou a verificação da originalidade através da quantificação da raridade da solução no domínio e no campo, o grau de distanciamento em relação às soluções existentes e a qualidade ou o potencial em que se transforma o produto. Para Maher (2011), a originalidade é vista pela relação comparativa com outros artefactos num determinado domínio e revela-se pela diferença.

⁴⁰³ A cognição e memória foram substituídas por Kim, Shin, Shin (2011), por *problem sensitivity*, respeitando as intenções inicialmente propostas por Treffinger (1980).

O problem sensitivity demonstra a habilidade para serem encontrados novos problemas e a necessidade de substituição de novos dispositivos e métodos aplicados.

Para os autores, a quantificação do problem sensitivity é realizada em relação ao grau de adequação e fidelização das ideias, tendo como referência os objetivos traçados. A fidelização exige a reformulação de caminhos e decisões e a capacidade de mudar quando o processo não caminha na direção dos objetivos. O problem sensitivity é a ação de reflexão e interpretação dos problemas que compreende o juízo crítico e a antecipação de soluções. Para Strzalecki (2000, pp.241-260), a originalidade, a flexibilidade e a fluência pertencem ao domínio cognitivo; o não conformismo, a força do ego, a espontaneidade, a capacidade de expressão e a interpretação pertencem ao domínio da personalidade. A motivação pertence aos valores morais do domínio axiológico (ver figura 85).

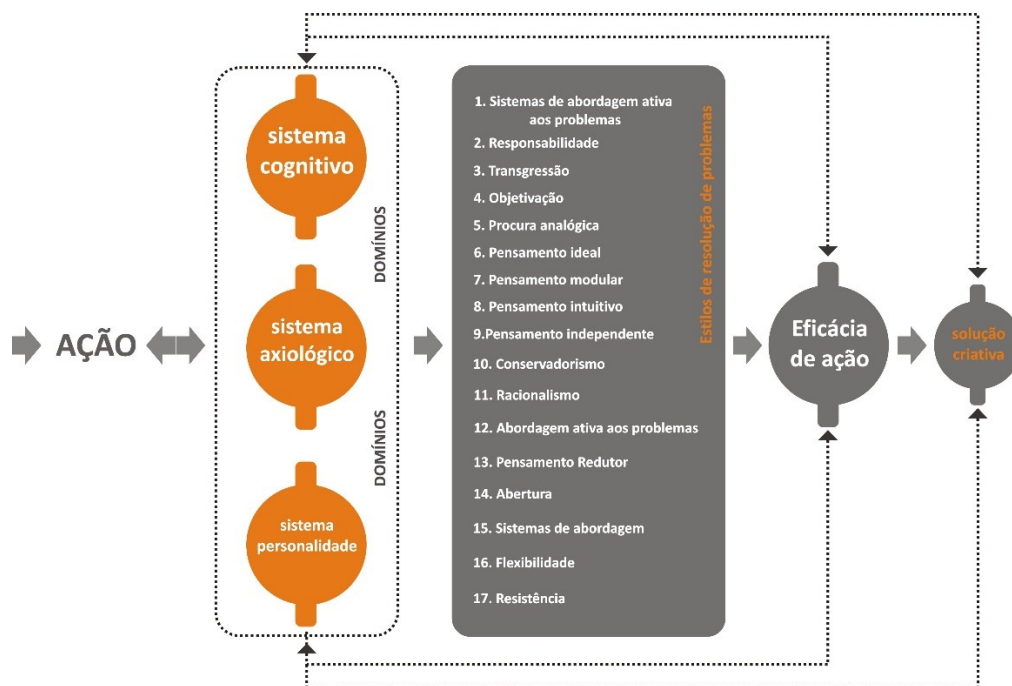


FIG. 85 - MODELO DO PROCESSO DE RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS, VISTO PELO DOMÍNIO COGNITIVO, AXIOLÓGICO E PERSONALIDADE. FONTE: ADAPTADO DE STRZALECKI (2000, P.251).

Na construção de um modelo geral de verificação da criatividade, no estudo sobre o papel dos fatores psicológicos no comportamento dos cientistas e designers, Strzalecki (ibid. p.246) baseou-se nas regras heurísticas de Scandura (1977) e decompôs as 144 heurísticas em 17, que demonstraram ser transversais e mais ocorrentes e que designou como “meta-rules or styles of

solving problems”. Os estilos definidos por Stzalecki, descreveram os seguintes campos heurísticos:

- . Sistemas Ativos de Abordagem aos Problemas que estão relacionados à análise do problema,
- . Responsabilidade é o modo prudente de perceber os problemas e o desejo de fazer as corretas e fundamentais decisões. Assegura a capacidade de fazer abordagens não convencionais e diferenciadas;
- . Transgressão representa a capacidade para ir mais longe, ou seja, transcender a estrutura imposta pelo problema;
- . Objetivação significa a atitude racional perante os problemas, procurando coerência e lógica. A objetivação representa o interesse na aplicação de conhecimentos variados;
- . Procura analógica demonstra a preocupação com a resolução dos problemas, procurando partes da solução a outros sistemas que se adequam. Este processo pode colaborar na ação de descoberta não intencionada;
- . Pensamento ideal tem a ver com a capacidade de fazer uma previsão de forma detalhada da solução do problema;
- . Pensamento modular corresponde à interiorização do problema discretamente pela reflexão das partes por graus de importância;
- . Pensamento intuitivo significa a habilidade para encontrar a solução sem utilizar exaustivas análises ou procura extensa de dados;
- . Pensamento independente demonstra uma desatenção assumida sobre os limites do problema (irreverência), assim como a não aceitação das regras;
- . Conservadorismo tem a ver com a tendência para escolher métodos já testados e experimentados. É uma forma fácil de resolver os problemas;
- . Racionalismo é semelhante à objetivação e define-se como um olhar para o problema com cuidado e rigor;
- . Abordagem ativa aos problemas demonstra a boa vontade para ver o problema com abertura flexível em relação às abordagens não convencionais;
- . Pensamento redutor focaliza-se na redução da área desconhecida do problema, procurando elementos que são familiares e resolúveis;

- . Abertura representa a facilidade em adquirir novas informações;
- . Abordagem sistémica é uma perspetiva holística, que é manifestada pela abordagem ao problema de forma multifacetada;
- . Flexibilidade demonstra a capacidade para reestruturar os problemas;
- . Persistência corresponde ao grau de envolvimento em relação ao problema.

Boden (2004) enumerou três modos simplificados de quantificar a criatividade e que se relacionam com as formas criativas de gerar algo pela combinação, pela exploração e pela transformação. Através da combinação, é analisada a destreza para se fazerem associações por analogias e a capacidade de se ligarem os elementos significantes do problema.

A combinação ao nível da conceção criativa pode acontecer, juntando elementos naturais e artificiais para criar uma situação. O resultado das combinações permite analisar a diferença do produto final em relação aos elementos base e aos produtos existentes no domínio (originalidade).

A exploração ou capacidade de proceder à prospeção e à procura de conteúdos, é um indicador que a criatividade não é um fenómeno de serendipidade, mas um processo construtivo e evolutivo. A exploração como ação criativa é verificada pela procura de informação, incubação e consecução. A criação pelo prisma da exploração baseia-se fundamentalmente nos conhecimentos da memória, nas inspirações e no processamento iterativo.

A transformação significa a capacidade de o indivíduo alterar o processo e as regras do jogo, para criar alternativas e torná-las inovadoras. Esta capacidade representa a estratégia para prosseguir por diferentes caminhos, abarcando um número de possibilidades mais abrangentes e variadas que podem ser utilizadas na fase de avaliação e tomada de decisões por recombinação, mutação, associação ou inversão e negação das ideias. A transformação é quantificável pelo grau de distanciamento que a ideia final apresenta em relação às ideias iniciais. Para ser considerada a transformação, tem de existir uma variação ao nível estrutural, geométrico, formal, funcional, partes constituintes, materiais, processos produtivos e pormenores técnicos.

Para ser considerado inovador, o produto não pode apenas ser diferenciado nos materiais ou na parte estrutural ou na alteração dos processos produtivos. A diferenciação também não necessita de contemplar todos estes fatores. O exemplo dos smartphones demonstra bem este aspeto, em que a transformação é verificada não tanto em termos de forma ou materiais, mas no nível de detalhes dos componentes (interface com o utilizador, softwares, botões, écrans). As

transformações aplicadas respeitam a utilização de várias câmaras multimédia, écrans que ocupam a forma total e arredondados nas extremidades (maior conforto), ligação por voz, etc.

Casakin (2007) apresentou onze características gerais que demonstram a performance criativa pela inovação, utilidade e adaptabilidade, fluência e beleza. As características enumeradas pelo autor relacionadas com a inovação são o valor, a elaboração, a inovação, a relação ao contexto, e os constrangimentos do problema, e com a utilidade e adaptabilidade são a funcionalidade, a produtividade, a flexibilidade, a praticidade. Relacionado com a fluência e a beleza refere-se à fluência e à estética. Nos resultados da investigação sobre as implicações que os usos das metáforas detêm na resolução do problema e na criatividade, Herman Casakin concluiu que a utilização das metáforas permite a recuperação dos conceitos abstratos de pontos remotos da nossa memória. A análise dos problemas é um bom contributo para a criatividade e inovação. A fluência (fator mais dominante) foi assinalada com desenvoltura para a exploração de alternativas e promoção do detalhe. A experiência multivariada capacita as representações conceptuais e abstratas do problema e aumenta a probabilidade de analisar os problemas em maior profundidade. A quantificação das variáveis das análises de Herman Casakin contou com a avaliação por júri de experts que utilizaram a escala de Likert, frequências e respostas diretas.

Casakin e Kreitler (2006) estabeleceram uma métrica para avaliação das variáveis no estudo de protocolo que corresponderam da seguinte forma em termos de elementos de avaliação:

- . Fluência A – o número de páginas desenhadas;
- . Fluência B – o número de unidades distintas de informação por hipóteses;
- . Flexibilidade – o número de alternativas de soluções;
- . Elaboração – o número de características ou atributos, verificados por uma relação de grandeza;
- . Funcionalidade e Praticidade A – verifica-se a clareza da função de cada componente de design (escala de Likert de 0-5);
- . Funcionalidade e Praticidade B - é definida pela eficiência da funcionalidade (escala de Likert de 0-5);
- . Funcionalidade e Praticidade C – realização de todos os planos do projeto (resposta fechada, sim ou não);
- . Funcionalidade e Praticidade D – Avalia o grau de execução produtiva (escala de Likert de 0-5);
- . Valor/Inovação – analisada pela comparação e diferenciação (escala de Likert de 0-5);

- . Cumprimento dos requisitos específicos do design (escala de Likert de 0-5);
- . Consideração dos constrangimentos (escala de Likert de 0-5);
- . Domínio de competências relacionadas com a estética na representação do design (escala de Likert de 0-5).

Das várias conclusões apresentadas, os autores identificaram que os estudantes de arquitetura têm dificuldade em explorar um grande número de soluções diferenciadas (fluência e flexibilidade). Apesar de desenvolverem mais os pormenores de solução, a inovação foi comprometida pela redução de possíveis soluções para as hipóteses lançadas.

Charyton, Merrill (2009), verificaram uma estrutura que engloba as variáveis descritas por Casakin e Kreitler, dizendo “(...) creative process is defined as using divergente thinking, convergente thinking, constraints satisfaction, problem solving and problem finding to create a design” (p.147)⁴⁰⁴. O seu método, CEDA (Creative Engineering Design Assessment) quantificou as variáveis pelas características que apresentamos no quadro 7.

0 - pensamento divergente	apresentação de 2 a 4 soluções diferentes para cada problema (flexibilidade)	quantidade de soluções
1 - pensamento convergente	desenvolvimento de uma solução para o problema (baixa fluência)	grau de elaboração do conceito
2 - satisfação dos constrangimentos	formas e materiais e novos elementos adicionados aos parâmetros do projeto para minorar os constrangimentos (consideração dos constrangimentos)	resposta aos requisitos do projeto
3 - procura do problema	identificação de outras utilizações (outras perspetivas / funcionalidades)	identificação de outros significantes (alternativas). criação de novos problemas
4 - procura da solução	solução dos problemas dados com a realização de uma nova configuração (cumprimento dos requisitos / + inovação)	criação de um novo domínio (nova estrutura para a solução)

Quadro 7 - Variáveis avaliadas no método CEDA (Creative Engineering Design Assessment) de Christine Charyton e John A. Merrill. Fonte: adaptado de Charyton e Merrill (2009, p.147).

⁴⁰⁴ Tradução livre do autor: “O processo criativo é definido pela utilização do pensamento divergente, pensamento convergente, satisfação das restrições, resolução dos problemas e a descoberta de problemas para criar um projeto” (Charyton, Merrill, 2009, p.147).

Para Maher (2011), a prestação criativa inclui os aspetos de novidade, valor, qualidade e surpresa e tipicidade. O reconhecimento destas características está exclusivamente agregado ao artefacto do processo criativo. A novidade é vista pela comparação com outros artefactos considerados potencialmente criativos no mesmo espaço temporal (Askland, Ostwald, Williams, 2010, p.4). O valor é um conceito exógeno ao produto resultante da criação, requerendo uma interpretação fundamentada na classificação dos artefactos e no contexto social e cultural. A qualidade é designada como a resposta aos requisitos do problema e abrange várias características como a qualidade material, resistência, funcionalidade, ergonomia, formal, estética, segurança (requisitos do problema). A surpresa é uma qualidade verificada ao nível do recetor como resposta emocional e é baseada na expectativa que é gerada para o conhecimento existente sobre os outros artefactos. A tipicidade demonstra a originalidade e a diferenciação.

Goldschmidt (2011, p.64) defendeu a flexibilidade como possivelmente o atributo mais importante da criatividade que significa a capacidade de alternância de trás-para-a-frente entre o pensamento divergente e pensamento convergente. Sarkar e Chakrabarti (2007), verificando a prestação ao nível do produto de design, mencionaram a novidade e a praticidade que Sternberg e Lubart (1999) tinham reclamado como novo (inesperado, original) e o apropriado (utilidade, praticidade, adaptação e resposta aos constrangimentos do projeto).

Encontramos nos modelos de quantificação da criatividade três referências (ver figura 86) distintas, que dividem a análise praxiológica ao nível cognitivo em que se avalia a prestação da pessoa e do processo de resolução do problema ao nível do resultado transcrito no produto criativo e no ambiente envolvente, como demonstrou Gabriela Goldshmidt. No enquadramento sobre as formas de quantificar a criatividade, verificamos uma convergência de utilização dos critérios que tiveram origem em Guilford e Torrance e que inspiraram a descoberta de novas métricas. Apesar de encontrarmos um quadro teórico muito relevante na tipologia das métricas e nas metodologias para a quantificação da criatividade, temos em consideração as três razões pertinentes apresentadas por Casakin (2006, p.3), que demonstrou preocupação na consecução de trabalhos que têm por objetivo a quantificação da performance criativa ao nível do agente criativo e do resultado sob a forma de produto criativo. A primeira preocupação indica a constituição da estrutura orgânica do quadro de avaliadores (não sendo fácil decidir quais os avaliadores a seleccionar), a segunda respeita à avaliação que, contrariamente aos métodos científicos, é subjetiva, considerando-se o controlo da avaliação e o processo para estabelecer a credibilidade necessária também controversos. A complexidade da avaliação dos processos e dos artefactos criativos abrangendo o campo de análise das ciências humanas, onde se estudam o

processamento mental de ideação e iteração, não possibilitam resultados absolutos. O que se pode objetivar destes estudos é apenas um engrandecimento do conhecimento sobre a ação performativa e criativa através de uma melhor percepção das características constituintes e os hábitos e comportamentos cognitivos.



Fig. 86 - Síntese do universo geral dos critérios de quantificação da ação criativa.

3.5. A Análise do Design Thinking

“What you need to know about the problem only becomes apparent as you are trying to solve it”

(MacCornac, 1976, apud. Cross, 2006, p.32).⁴⁰⁵

O design thinking, visto num enquadramento de processo introspectivo mental de pensar os problemas para propor soluções, estrutura-se pelo princípio de que os problemas projetuais e as soluções são explorados paralelamente (Cross, 2006; Lawson, 2006, apud. Kröper et al., 2011) no conceito de coevolução, do espaço do problema e espaço solução (Dorst e Cross, 2001). O design thinking está relacionado com a ação de estruturação do conhecimento sob várias perspetivas e domínios, com o processo de avaliação e tomada de decisões.

Kröper et al. (2001) apresentaram, no seu estudo, um modelo de design thinking baseado nas fases descritas por Plattner, Meinel e Weinberg (2009)⁴⁰⁶. A ação de compreensão desenvolve-se com base nos conhecimentos gerais, as bases ou primeiros princípios (Gero, 2011) que constituem a percepção do problema do projeto, organização dos objetivos, requisitos e constrangimentos do problema, (Plattner, Meinel e Weinberg, 2009). A observação permite a

⁴⁰⁵ Tradução livre do autor: “O que precisa de saber sobre o problema só aparece evidente quando o tenta resolver” (MacCornac, 1976, apud. Cross, 2006, p.32).

⁴⁰⁶ Ver figura 40.

identificação dos requisitos do problema (fase embrionária), focando o pensamento para o que é entendido como relevante para a descoberta de soluções. A síntese parte da capacidade de gerar a segmentação, reduzir a quantidade de informação e hierarquizar o tipo de informação obtida que, numa primeira fase, é muito confusa e desordenada. O design thinking, nesta fase, comporta-se como um elemento autorregulador para garantir o processo de ideação num determinado contexto. Na fase de ideação, o design thinking é focalizado na criação de conceitos baseados primeiramente num tipo de pensamento divergente, com conceitos pouco estruturados (preliminares), mas que são identificados como ignições para iniciar o processo iterativo. Assim, o design thinking, na primeira fase do processo, conjuga mutuamente os tipos de raciocínio abstrato e racional, responsáveis pelos pensamentos flexíveis, generalizados e proposicionais, e foca-se numa estratégia de hipotetização diversificada.

Paralelamente, poder-se-á mencionar que o pensamento racional, direcionado para aspetos de viabilização, não é totalmente esquecido na fase divergente. É difícil executar o exercício de abstração e gerenciamento de ideias, sem que exista uma ação avaliadora e decisória em cada proposição. Diríamos que conseguimos níveis de abstração, mas nunca uma abstração total, porque esta é uma característica intrínseca cognitiva que não é facilmente separável.

Técnicas de brainstorming, writestorming, jogo de metáforas e analogias efetivam um processo menos focado nas condicionantes (constrangimentos) e nos requisitos do problema. Ainda assim, grande parte das vezes, o cérebro (parte racional) não se liberta do espírito crítico e quantificador das ideias.

Brown e Wyatt (2010) compararam o design thinking a uma ferramenta de apoio para responder a problemas complexos. Para Tim Brown e Jocelyn Wyatt, a origem do design thinking está ligada à mudança de paradigma do tipo de problemas que o design passou a enfrentar, dando como exemplo a IDEO⁴⁰⁷ que, a partir de 2001, passou a integrar problemas de design que não se cingiam ao design de produto, mas a questões de organização, análise, experimentação de conceitos de modificação de comportamentos do utilizador, aumento de produtividade nos serviços, estudos de mercados, etc. A prática convencional de resolução dos problemas começou a centrar-se no processo e não no problema ou na solução.

A atenção do design expande-se para o modo de “pensar o design”, separado em três espaços de criação, que são o espaço da inspiração (oportunidades), ideação (geração) e a implementação

⁴⁰⁷ IDEO é uma companhia global de design estabelecida desde de 1991 e fundada por David Kelley, Bill Moggridge e Mike Nuttall. Ver a história da empresa em <https://www.ideo.com/eu>.

(viabilização). O ponto de viragem do design thinking é que o processo não passa a ser visto de dentro para fora, mas de fora para dentro, começando pela observação do mundo e das experiências diárias vividas pelas comunidades, as suas necessidades e o modo como interagem e resolvem os problemas (paradigma holístico emergente). O design thinking envolve a multidisciplinaridade e vários stakeholders, por forma a garantir uma divergência e multivalência no processo.

Em 2008, a IDEO apresentou, a pedido da Fundação Bill e Melinda Gates, a codificação do processo de design thinking (Brown e Wyatt, 2010, p.34) que consistiu na realização de um “kit” de ferramentas “Human Centered Design” que é uma meta-metodologia que ajuda as empresas a pensar no seu próprio método de pensamento para resolver os problemas de design. A compreensão das pessoas e respetivas necessidades são a base do processo para projetar sobre as suas perspetivas e as suas ideias. O Human Centered Design coloca-se na posição do utilizador, percebendo quais as necessidades, as dificuldades, as motivações, os interesses e as ideias. Este fator é fundamental para compreender os valores e para assertivamente responder de acordo com esses valores.

O “User Centered Design” é a forma como se pensa e como se faz o design baseado no “Learning on the Fly” ou aprendizagem no campo, observando e sentindo as necessidades reais, percebendo as oportunidades do que são os desejos das pessoas e o meio envolvente em que estão envolvidas essas necessidades. A criação de várias ideias (na ideação) permitem o despertar de novas realidades que ainda não foram pensadas. Isto deve-se ao enquadramento do User Centred Design que se centra nos fenómenos reais e nas necessidades que ainda não estão bem resolvidas em termos de soluções existentes. A IDEO apresentou ainda a magnitude da utilização dos modelos e protótipos⁴⁰⁸, no processo de design thinking, podendo validar uma hipótese junto dos utilizadores, tirar uma dúvida técnica, ensaios, comportamentos de interação, integração, testes de usabilidade, etc. No User Centred Design, todos os intervenientes fazem parte do processo da solução.

Kröper et al. (2011) referenciam que o “(...) design thinking process models cannot be more than a framework of suggestions that help design teams to go through their own learning and

⁴⁰⁸ Lim, Stolterman, Tenenberg (2008), refletiram sobre o papel dos protótipos nos campos do Human Computer Interaction e no Design, fundamentalmente no papel avaliador, gerador, permitindo os designers a refletir no método e na ação, enquanto exploram.

creativity process” (p.98)⁴⁰⁹. Como abordou Cross (2006), os métodos utilizados para analisar o design thinking são vários, podendo ser verificados através das entrevistas, os métodos e os procedimentos utilizados para projetar, a observação pelos estudos de caso, focados na concepção de um projeto, e os estudos de protocolo, onde são solicitadas tarefas de design sob uma determinada regulamentação e com grupos diferenciados de controlo e experiência, para verificar a diferenciação comparando-se os resultados obtidos, com a hipótese traçada.

A reflexão e teorização é uma análise teórica de prospeção literária e de reflexão conclusiva sobre a temática explorada, e os ensaios e as simulações têm sido utilizados em várias investigações, simulando o comportamento humano com sistemas de inteligência artificial. (Gero e Maher, 2005; Saunders, Gero, 2001; Cross, 2006).

Bryan Lawson dedicou um capítulo ao design thinking e descreveu-o como um tipo de pensar ligado ao “reasoning”, ou seja, um ato autoconsciente que controla e direciona o pensamento projetual. Este ato consciente é o pensamento reflexivo que promove o problem-solving (Schön, 1983), pensando estratégias para desempenhar o processo de procura por indução e conclusão.

No design thinking, existem dois tipos de pareceres mentais, o pensamento convergente que controla uma direção mais racional através do pensamento regrático e dedutivo e o pensamento divergente que permite extrapolar para o imaginário e o irreal (Tschimmel, 2010). Dependendo do tipo de problema existente, os níveis de utilização dos tipos de pensamento são variáveis, podendo recair mais numa questão técnica ou numa questão mais concetual.

Brown (2009) demonstrou ainda um exemplo de design thinking gerado pela IDEO para a Shimano⁴¹⁰. A estratégia foi determinante quando juntaram cientistas, designers, comerciais e engenheiros na exploração do estado do mercado do ciclismo e das pessoas que andam de bicicleta. Na investigação, apontaram um vasto conjunto de constrangimentos que nada tinha a ver com as bicicletas, mas com a psicologia dos ciclistas, fundamentalmente com a complexidade daqueles com mais idade. A exploração vista pelo design thinking centrou-se no utilizador, mostrando uma oportunidade de encontro de mercado por explorar. Segundo o autor, o resultado constou da execução de novas peças para as bicicletas e a concepção de novos projetos de bicicletas, coordenada com uma estratégia de vendas, informações, etc. Deste exemplo,

⁴⁰⁹ Tradução livre do autor: “(...) Os modelos de processos de design thinking não podem ser mais do que uma estrutura de sugestões, que ajudam as equipas de projeto a passar pelo seu próprio processo de aprendizagem e criatividade” (Kröper et al., 2011, p.98).

⁴¹⁰ Fabricante japonesa de componentes e bicicletas.

compreendemos que o design thinking é especificamente um meta-processo de exploração, que contém o processo de design tradicional focado na solução.

O design thinking define-se pela identificação dos constrangimentos, e segundo Brown (2009) e Plattner et al. (2012), estes podem ser distintos e analisados pelos critérios da exequibilidade, se é possível de conceber, se é viável, demonstrando se o projeto faz sentido existir economicamente, pelo tipo de necessidades, sustentabilidade do investimento, se responde ao mercado.

Meinel e Leifer (2012) apresentaram o modelo de “Foray: Hunter-Gatherer”, baseado nas suas formas de pensar, intervir e testar para garantir o sucesso da inovação. O modelo defende que para inovar é necessário que existam a função do caçador e a recolha de caçadores, ou seja a procura de boas ideias. O modelo, focando-se nas ações, atividades e movimentos para “caçar”, baseia-se em três grandes questões, o que fazer no momento, o que se aprende quando se explora e como se descobre o desconhecido num espaço que não é familiar? A característica do “caçar”, a grande ideia de design, significa ver o problema em todas as suas dimensões e percepções pelos indícios relevantes, e encontrar o problema por outros referenciais. A incerteza de quais os conceitos que permitem resolver verdadeiramente um problema e a forma de chegar a uma conclusão são fatores que exigem uma metodologia e uma prática que faça superar esses constrangimentos intrínsecos do projeto.

O sentido de “caça” é o grande motivo para que o projeto seja ou não um bom projeto a conceber, justificando a sua razão de ser. Existem projetos que não têm lugar no espaço das oportunidades porque não são verdadeiramente necessários, ou estão desfasados temporalmente num espaço que ainda não é compreensível pelos utilizadores ou porque estão afastados dos princípios ontológicos de determinadas culturas, correspondendo a fracassos por alienação de valores. O design thinking pela sua natureza multidisciplinar integra os grupos de caçadores que exploram diferentes abordagens de cunho científico, em prol de se garantir o crescer⁴¹¹. Goldschmidt (2011) explicou o design thinking, referindo “Design Thinking is a method for designing products, systems, services and experiences, taught today in design as well as business schools. It is based on problem finding through observation, teamwork, and

⁴¹¹ Meinel e Leifer (2012, p.10) utilizaram a terminologia Crescere para explicar o significado da palavra criação, dizendo “The term creation is derived from the Latin verb “crescere” which means growing or prospering. And creations, ideas, inventions and innovations can only grow and prosper if they are being constantly nourished and if they have the space to grow”. Tradução livre do autor: “O termo criação deriva do verbo latino “crescere”, que significa crescer ou prosperar. As criações, ideias, invenções e inovações só podem crescer e prosperar se estiverem a ser constantemente alimentadas e se tiverem espaço para crescer”.

continuous prototyping, with the single most important goal of innovating” (p.29)⁴¹². O design thinking não é mais que um “template” de referência com sugestões que ajudam a estruturar o propósito dos projetos e a formular melhor o conhecimento em torno do processo de solução dos problemas.

3.6. A Análise do Conceito

O conceito de design é uma imagem mental que pode existir sob a forma interiorizada visual, ou seja, a concepção de uma narrativa que corresponde à primeira ideia de solução genérica do problema, e uma imagem exteriorizada⁴¹³, através da produção de signos desenvolvidos na memória ou no campo de abstração.

Dorta e Lesage (2007) focaram a sua investigação na aplicação de uma ferramenta híbrida (Híbrido Ideation Space, HIS) digital e analógica, desenvolvida para aumentar a capacidade de criação dos designers aprendizes, possibilitada pelo desenvolvimento da conversa reflexiva contínua. Para os autores, o conceito, ou concepção de soluções projetuais, corresponde à ideação, referindo:

Designers need qualitative and imprecise external visualizations to interact with them to make design decisions (Visser, 2006). Making sketches and physical models is an interaction, a conversation. (...) the construction of internal or external representations with these kinds of materials and tools is considered cognitive artefacts of design (Visser 2006). When the designer does not have the experience to mentally visualize and resolve design problems, or when the problem is too complex, these cognitive artefacts are essentials to the ideation process. (p.123).⁴¹⁴

⁴¹² Tradução livre do autor: “Design Thinking é um método para projetar produtos, sistemas, serviços e experiências, ensinado hoje em design, bem como escolas de negócios. Baseia-se na descoberta de problemas por meio de observação, trabalho em equipe e prototipagem contínua, com o objetivo mais importante de inovar”.

⁴¹³ Alguns autores referem as ferramentas do design para expressarem a exteriorização mental dos conceitos, como por exemplo Goldschmidt (1991, 1994, 1998, 2003), defendeu que os esboços são extensões da imagem mental, ou Dorta (2008) que da mesma forma defendeu o papel do desenho ou dos mock-ups como formas de exteriorização. Dorta (2005, p.821) abordou que “The correction of the mental image with the psychomotor operation produces physical image, the drawing. This is possible through a closed network composed of the drawing, sight, the mental image and the hand (Lasseaw, 1980), According to Furness, the creative process is improved when the three processes (visual, mental and psychomotor) are active”.

⁴¹⁴ Tradução livre do autor: “Os designers precisam de visualizações externas qualitativas e imprecisas para interagir com elas para tomar decisões de design (Visser, 2006). Fazer esboços e modelos físicos é uma interação, uma conversa. (...) a construção de representações internas ou externas com esses tipos de materiais e ferramentas é considerada artefactos cognitivos do design (Visser 2006). Quando o designer não tem experiência para

A materialização de um conceito sob uma forma representativa é relevante para promover a interação dialogal e consequentemente desencadear a evolução do conceito com a ação de enquadramento e reenquadramento. O Oxford Dictionary⁴¹⁵ apresenta o significado da palavra conceito como uma ideia abstrata; um plano ou intenção; uma ideia ou inovação para colaborar nas vendas; um modelo produzido para testar a viabilidade das características inovadoras; uma ideia ou imagem mental que corresponde a alguma entidade ou classe de entidades distintas, ou as suas características essenciais.

Considerando o conceito como uma ideia abstrata em design, o mesmo começa com a especificação do problema e o delineamento dos requisitos para que as ideias iniciais se foquem nos objetivos centrais. Poder-se-á dizer que a ideação e a formulação dos conceitos no processo de design são direcionadas pela necessidade de obtenção de respostas concretas para o problema. Apesar de o conceito partir de um processo divergente, não deixa de ser isento de objetividade e racionalidade porque a construção mental não se liberta das condições que são impostas pelo problema inicial. Para os autores, a geração das soluções surge após estas primeiras fases, o que designa um ponto de partida focalizado, mas, ainda assim, com um vasto campo de ação para a criação.

A constituição do briefing a que chamamos briefing pessoal (concebido pelo designer), é uma definição de pontos-chave que determinam as intenções do projeto e que demarcam os interesses e as decisões do designer. É no enquadramento do binómio, problema e interpretação do problema, que se formam as pré-imagens ou os modelos mentais que dão origem ao elemento de iniciação das técnicas de exploração do pensamento divergente como o brainstorming, brainwriting, brainskecthing, pool and collective notebook, etc. A atividade cognitiva do designer na procura da ideia não é alheia aos constituintes do problema e, por isso, não se pode afirmar que a geração do conceito seja totalmente abstrata. Os conceitos são numa primeira fase, mal definidos e inconsistentes, mas estão alocados a objetivos traçados desde os primeiros momentos em que o designer se debate como o problema.

Na formulação do conceito, a preocupação reside em torno dos aspetos gerais da forma, questões funcionais muito genéricas, muitas vezes associadas à usabilidade. As questões de detalhe, como aspetos técnicos, produção, custos, materiais e mercado, são verificados

visualizar mentalmente e resolver problemas de design, ou quando o problema é complexo demais, esses artefactos cognitivos são essenciais para o processo de ideação” (Dorta e Lesage, 2007, p.123).

⁴¹⁵ Em <http://en.oxforddictionaries.com/definition/concept>

posteriormente numa fase mais convergente de desenvolvimento. A conceção do conceito combina implicitamente os fatores externos que estão indissociados das características base do problema e os fatores internos relacionados com a cultura, a interpretação, o engenho, a curiosidade, a memória visual, a capacidade associativa ou analógica, as vivências e a criatividade, como se pode ver na figura 87.

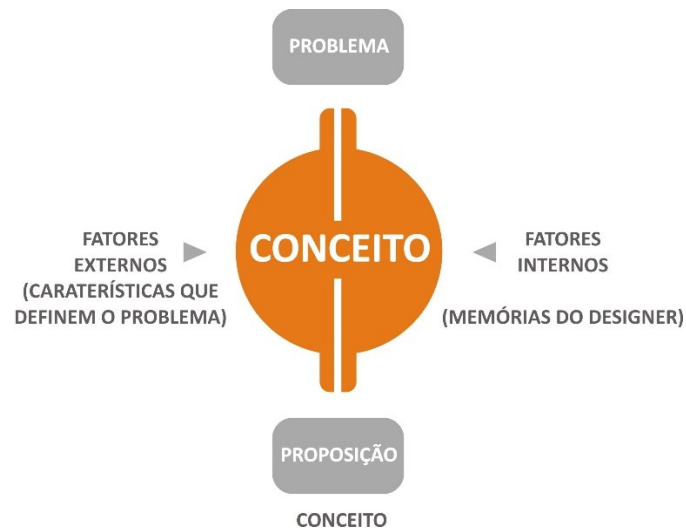


Fig. 87 - Conceção do conceito. Fonte: o autor.

A análise do conceito compreende as subfases de verificação e seleção das alternativas por uma comparação. Esta é uma fase significativamente convergente que relaciona os fatores externos e internos mais detalhados para analisar a viabilidade dos conceitos. As características do problema passam a ser vistas como requisitos do projeto e respeitam normas legais, questões mercadológicas, requisitos formais, funcionais, técnicos e produtivos, procurando-se respostas assertivas em relação aos pormenores que promovem a viabilidade das alternativas, como a seleção das ideias com maior destaque pela inovação que representam, as ideias que parecem melhor responder aos sistemas conhecidos (na memória visual), as que têm maior potencial para o cumprimento das necessidades dos usuários e, principalmente, as que demonstram maior integridade e possibilidade de evolução.

Uma só alternativa pode construir o conceito, mas, frequentemente, é possível selecionar várias alternativas, combinando-as num novo conceito. Este fenómeno deve-se ao facto que, quando são lançadas possibilidades nas técnicas como o brainstorming, não existem quaisquer preocupações com a viabilidade, dado que as ideias tendem a responder diferentemente às características do problema. A análise e a combinação das soluções para formar conceitos

completos (Kamrani e Salhieh, 2002) são estratégias que são realizadas intuitivamente quando existem poucas alternativas. Os quadros matrix de identificação de alternativas são eficazes para uma produção e exteriorização das ideias que estão convertidas num conjunto de símbolos tácitos. A análise e avaliação dos conceitos são verificadas por duas perspetivas, a comparação entre soluções propostas e avaliação prospetiva realizada por pessoas convidadas para o efeito⁴¹⁶. A tomada de decisão reflete-se num esboço mental do conceito que assume o teor preliminar.

O produto de design⁴¹⁷ não é o conceito inicial materializado na sua plenitude. O produto do design é o resultado da sintetização, do detalhamento e do escrutínio proporcionado pela constante confrontação dos constrangimentos e dos requisitos. O conceito preliminar é uma ‘semente’ necessária para poder germinar como solução forte ou ser abandonada e substituída por outra mais promissora. Mesmo na fase de prototipagem e produção, os ajustes aos conceitos finais são feitos de modo a garantirem a economia de produção e dos materiais, gerenciamento do lucro, detalhes de qualidade e segurança e pormenores técnicos que não foram identificados nas fases anteriores. Yilmaz (2010, p.9), referindo Ward and Finke (1995), descreveu que “During the conceptual stage, past knowledge, describe a reproductive thinking, by Wertheimer (1959), often leads the designer down familiar paths. Rarely, creative ideas are begun from scratch, but they are often a mixture of old end new ideas (Ward and Finke, 1995)”⁴¹⁸.

Muitas são as decisões que se tomam na fase de estruturação do conceito e, para alguns designers experientes, a fase concetual antecipa vários aspetos da fase de desenvolvimento, porque são capazes de combinar a proposição das ideias com a reflexão genérica de fatores que avaliam da forma imediata a performance das ideias em formato de triagem. É por este motivo que os designers experientes não investem muito tempo na conceção de muitas soluções, na fase concetual, mas investem esforços no desenvolvimento das soluções que lhes parecem ser mais eficazes na resposta aos problemas. A análise do conceito para verificação dos objetivos e dos

⁴¹⁶ Podem ser utilizados membros de equipa com pertença a outras áreas, amostras de usuários, pessoal da produção.

⁴¹⁷ Referimo-nos ao produto de design não com um produto físico, mas como um resultado que pode ser um espaço interior, uma solução para o melhor desempenho de um sistema, um serviço, o conceito.

⁴¹⁸ Tradução livre do autor: “Durante o estágio de criação do conceito, o conhecimento passado, descreve um pensamento reprodutivo, de Wertheimer (1959), que muitas vezes leva o designer a percorrer caminhos familiares. Raramente, as ideias criativas são iniciadas do zero, e muitas vezes são uma mistura de velhas e novas ideias (Ward e Finke, 1995)” (Yilmaz, 2010, p.9).

requisitos propostos e a listagem dos constrangimentos hipoteticamente identificados tem uma enorme influência sobre as fases consequentes e sobre o resultado do produto.

Quando o designer se prende ao conceito, mesmo sabendo que na fase de desenvolvimento ou na fase de detalhe implicará problemas sucessivos porque abrirá portas à descoberta de novos constrangimentos, não demonstra um bom design. Um bom resultado do projeto é inversamente proporcional à redução gradual dos constrangimentos, num processo evolutivo em que se vão encontrando as soluções. O tempo dedicado à análise mais aprofundada das características do conceito encaminha o processo com um menor volume de indecisões e permite reduzir substancialmente o número de constrangimentos projetuais. No entanto, o excessivo racionalismo de respostas a todos os problemas também tem repercussões na geração de possibilidades criativas por fechar demasiado as hipóteses. Cabe ao designer perceber como garantir as preocupações mais técnicas do projeto, não descurando os fatores relacionados com a estética e o simbolismo da forma, a cor, os materiais e a identidade da marca em que está a trabalhar. Em detrimento de um projeto poder perder algum destes pontos salientados, por vezes tem de se fazer cedências, reduzindo um ou outro fator em relação ao que seria desejado. A capacidade de adaptação a estas cedências, chama-se flexibilidade ou capacidade de ver a solução por diferentes percursos.

Conclusões Intermédias

O conceito de modelação deve ser entendido como um processo de representação de uma realidade que foi outrora um conceito abstrato.

Existem vários tipos de modelação, como a modelação mental, modelação física por desenhos, modelos e maquetes, prototipagem, modelações virtuais e digitais geradas com a colaboração dos meios informáticos. Cada tipo de modelação tem um método específico de processamento mental e de modus operandi e podem ser vistos como processos que os indivíduos utilizam para exteriorizar as imagens que geram sobre uma determinada situação. A representação é o veículo que transforma a imagem abstrata num signo concreto. As “design tools” ou ferramentas de design são os instrumentos que possibilitam a representação das imagens pré-concebidas.

Acreditamos que cada forma de representação e respetivos instrumentos têm um propósito e um valor no desenvolvimento do projeto. Porém, cremos igualmente que podem ser melhor conjugadas, dando lugar a novos princípios de reflexão. Um fenómeno inegável é o crescente aumento dos instrumentos digitais de produção que mudaram o paradigma de projeto (Oxman,

2006) e o conceito de modelar (processo de representar). Este paradigma despertou a investigação centrada no efeito das ferramentas no processo criativo.

Segundo concluímos, poucas investigações dedicam a análise centrada no processo em si e no procedimento mental que dele deriva. Quanto a utilidade dos sistemas digitais na fase de ideação, tem sido uma matéria controversa, verificando-se que existe um significativo ceticismo que apenas reconhece as desvantagens (Yeoh, 2010), mas também um dogmatismo, como podemos presenciar nos trabalhos de Zellner (1999) e Dunn (2007).

Na arquitetura, o benefício da aplicação dos meios digitais foi evidente nos trabalhos de Zaha Hadid e Frank Gery e veio revolucionar a forma de fazer a arquitetura (sistemas paramétricos de modelação), trazendo maior dinamismo às formas e à composição.

Os modelos, sejam analógicos ou digitais, são relevantes na ação de reflexão do projeto, porque têm uma missão operativa, formativa, constitutiva, simbólica, avaliativa e preditiva. Um processo mental sem a produção dos modelos é um processo fechado, pouco dialogal e experimental. Tendo em conta que o design não é visto hoje, como apenas uma relação de problem solving / problem solution, e que é um sistema emergente onde todos os fatores interagem, a atenção para as formas de modelação no design e os princípios que dela derivam é fundamental para dinamizar o processo projetual.

Referências Bibliográficas

Abreu, D. D. S. D. D. (2016). Modelo material à semelhança para teste do design no tempo, no espaço e na biologia. Universidade da Beira Interior, 2016. Tese de Doutoramento em Engenharia de Gestão Industrial. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.6/4187>.

Acuna, A., Sosa R. (2011). The complementary role of representations in Design creativity: sketches and models. Design Creativity 2010, Springer, pp. 265-270.1.

Almendra, R.A. (2010). Decision Making in the Conceptual Phase of Design Process: a descriptive study contributing for the strategic adequacy and overall quality of design outcomes. Tese de Doutoramento apresentada na Faculdade de Arquitectura da Universidade de Lisboa.

Alves, F. J. L., Braga, F. J. S., São Simão, M., de Lemos Neto, R. J., Duarte, T. M. G. P. (2001). PROTOCLICK-Prototipagem Rápida. Porto: Protoclick, INEGI.

Asanowicz, A (2002). Hybrid design environment, connecting the real and the virtual-design e-ducation, in 20th eCAADe Conference Proceedings, Warsaw (Poland), pp. 572-576.

Boden, M. A. (2004). The creative mind: Myths and mechanisms. Psychology Press.

Brown, T., Wyatt, J. (2010). Design thinking for social innovation. Development Outreach, 12(1), 29-43.

Bürdek, B. E. (2005). Design: History, theory and practice of product design. Walter de Gruyter.

Cannaerts, C. (2009). Models of / Models for Architecture: Physical and Digital Modelling in Early Design Stages. Available in: http://papers.cumincad.org/data/works/att/eacaade2009_111.content.pdf. Last access: 9.04. 2016.

Casakin, H. (2007). Factors of metaphors in design problem-solving: Implications for design creativity. International Journal of Design 1(2): 21-33.

- Casakin, H., Kreitler, S. (2006). Evaluating Creativity in Design Problem Solving. College of Judea and Samaria, Department of Architecture, Ariel, Israel, 2Tel Aviv University, Department of Psychology, Tel Aviv, Israel. Design Research Society International Conference in Lisbon. IADE, 2006. Consultado [10 Mar. 2015]. Disponível em: http://www.iade.pt/drs2006/wonderground/proceedings/fullpapers/DRS2006_0083.pdf
- Casaus, A, Fargas, J., Papuzian, P (1993). Hybrid design environments e a research program on creative collaboration and communication, in eCAADe Conference Proceedings, Eindhoven (The Netherlands), pp. 2-11.
- Charyton, C. and J. A. Merrill (2009). Assessing general creativity and creative engineering design in first year engineering students. *Journal of engineering education* 98(2): 145-156.
- Chusilp, P., Jin, Y. (2006). Impact of mental iteration on concept generation. *Journal of Mechanical Design*, 128(1), 14-25.
- Consalez, L. (2001). Maquetes. La Representación del Espacio em el Proyecto Arquitectónico. Editorial Gustavo Gili, S.L, Barcelona.
- Coughlan, P., Suri, J. F., Canales, K. (2007). Prototypes as (design) tools for behavioral and organizational change: A design-based approach to help organizations change work behaviors. *The journal of applied behavioral science*, 43(1), 122-134.
- Cross, N. (2006). *Designerly ways of knowing*. Springer London.
- Csikszentmihalyi, M: 1988: *Society, culture, and person: a system view of creativity*, in RJ Sternberg (ed.), *The Nature of Creativity, Contemporary Psychological Perspectives*, Cambridge University Press, pp. 325-339.
- D'Souza, N. S. (2011). The metaphor of an ensemble: design creativity as skill integration. In *Design Creativity 2010* (pp. 281-288). Springer, London.
- De Bono, E. (1985). *Thinking hats*. Little, Brown and Company, London.
- Do, E. Y. (2001). VR sketchpad in *Proceedings of the CAAD Futures Conference, Computer Aided Architectural Design Futures*, Eindhoven pp 161-172
- Dorst, K., Cross, N. (2001). Creativity in the design process: co-evolution of problem–solution. *Design studies*, 22(5), 425-437.
- Dorta, T. (2008). Design flow and ideation. *International Journal of Architectural Computing*, 6(3), 299-316.
- Dorta, T., Pérez, E. (2006). Hybrid modelling revaluing manual action for 3D modelling. *Synthetic Landscapes [Proceedings of the 25th Annual Conference of the Association for Computer-Aided Design in Architecture]* pp. 392-402.
- Dorta, T., Perez, E., Lesage, A. (2008). The ideation gap: hybrid tools, design flow and practice. *Design studies*, 29(2), 121-141.
- Duarte, J., Celani, G., Pupo, R. (2012). Inserting computational technologies in architectural curricula. *Computational Design Methods and Technologies: Applications in CAD, CAM and CAE Education*, 390-411.
- Dunn, N. (2014). *Architectural modelmaking*. Laurence King.
- Echenique, M. (1970) *Models: A Discussion*, ' *Architectural Research e Teaching*, May, pp. 25-30,
- Fernandes, R. M. (2010). Design, informação e desenvolvimento: um contributo metodológico para la exploração do "potencial informativo do produto" como factor de percursos de rápida "mudança emergente" orientada para o desenvolvimento. Tese de Doutoramento em Ciências Sociais da Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias de la Información, Departamento de Periodismo III. Disponível em: <http://eprints.ucm.es/12198/>.
- Ferreira, ANA M. (2007). *Evolução do Conceito e da Prática do Design*, Prova complementar à dissertação para obtenção do Grau de Doutor em Eng. De Produção, UBI, Covilhã.
- Gero, J. S. (2011). Future directions for design creativity research. In *Design creativity 2010* (pp. 15-22). Springer, London.
- Goel, V. (1992). Ill-Structured Representations for Ill-Structured Problems. *Proceedings of the Fourteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society*.

- Goel, Vinod (1995). *Sketches of Thought*. Cambridge: M.I.T. Press.
- Goldschmidt, G. (1991). The dialectics of sketching. *Creativity research journal*, Taylor e Francis, 4(2),
- Goldschmidt, G. (2011). *Better, Not Catchier: Design Creativity Research in the Service of Value*. *Design Creativity 2010*, Springer: 29-33.
- Gomes, A. M. R. D. F., dos Santos, V. A. M. (2016). O Espaço Inter-relacional dos Modelos e dos Protótipos no Processo Criativo em Design. *e-Revista LOGO*, 5(1), 1-22.
- Greenhalgh, S. D. (2009). *Rapid prototyping in design education: a comparative study of rapid prototyping and traditional model construction*. Utah State University.
- Guilford, J. P., Hoepfner, R. (1971) - *The analysis of intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Guilford, Joy Paul (1994) - *La creatividad: pasado, presente y futuro*. In *Creatividad y educación*. In *Creatividad y educación* (pp. 9-23). Editorial Paidós, SAICF.
- Gül, L. F., Maher, M. L. (2006). The impact of virtual environments on design collaboration. In *24th eCAADe Conference Proceedings* (pp. 74-83).
- Gürsoy, B. (2010). *The Cognitive Aspects of Model Making in Architectural Design*. Master Thesis of Architecture, Middle East Technical University, Architecture Department. Ankara, Turquia, 2010, Available in: <http://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12611677/index.pdf>. Last access: 2016.06.18.
- Hartmann, B. (2009). *Gaining design insight through interaction prototyping tools* (Doctoral dissertation, Stanford University). Disponível em: <http://hci.stanford.edu/publications/2009/hartmann-diss.pdf>.
- Harvard, Å. (2004). "Prototyping spoken here"-artifacts and knowledge production in design. *Working papers in art and design*.
- Houde, S., Hill, C. (1997). What do Prototypes Prototype? In M. Helander, T.K. Landauer and P. Prabhu, eds., *Handbook of Human-Computer Interaction*. Elsevier Science BV.
- Ibrahim, R., Rahimian, F. P. (2010). Comparison of CAD and manual sketching tools for teaching architectural design. *Automation in Construction*, 19(8), 978-987.
- Kamrani, A. K., Sa'ed, M. S. (2002). *Product design for modularity*. Springer Science e Business Media.
- Karagiorgi, Y., Symeou, L. (2005). Translating constructivism into instructional design: Potential and limitations. *Journal of Educational Technology e Society*, 8(1).
- Kim, M., Maher, M. L. (2005). Comparison of designers using a tangible user interface and a graphical user interface and the impact on spatial cognition. *Proc. Human Behavior in Design*, 5.
- Kirsh, D., Maglio, P. (1994). On distinguishing epistemic from pragmatic action. *Cognitive science*, 18(4), 513-549.
- Lawson, B. (2004). Schemata, gambits and precedent: some factors in design expertise. *Design studies*, 25(5), 443-457.
- Lawson, B. (2006). *How designers think: the design process demystified*. Routledge.
- Levet, F., Granier, X., Schlick, C. (2006, July). 3D sketching with profile curves. In *International Symposium on Smart Graphics* (pp. 114-125). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Lim, Y. K., Stolterman, E., Tenenberg, J. (2008). The anatomy of prototypes: Prototypes as filters, prototypes as manifestations of design ideas. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 15(2), 7.
- Maher, M. L., Merrick, K. A., Macindoe, O. W. (2005). Can designs themselves be creative. *Computational and Cognitive Models of Creative Design VI*, 111-126.
- Manzini, Ezio (1993). *A Matéria da Invenção*. Centro Português de Design: Lisboa.
- Martins, J. P. (2001). Daciano da Costa designer. Em *Côrte-Real*, E., *The Triumph of Design* (pp.78-89). Lisboa: Livros horizonte.
- Meinel, C., Leifer, L. (2012). *Design thinking research*. In *Design Thinking Research* (pp. 1-11). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Mitchell, W. J. (1975). *The Theoretical Foundation of Computer-Aided Architectural Design*. *Environment and Planning B*, 2 (2), pp. 127-150.
- Moggridge, B. (2007). *Designing Interactions*. Cambridge MA: MIT Press.

- Oxman, R. (2006). Theory and design in the first digital age. *Design studies*, 27(3), 229-265.
- Oxman, R. (2008). Digital architecture as a challenge for design pedagogy: theory, knowledge, models and medium. *Design studies*, 29(2), 99-120.
- Parra, P. (2007). Design simbiótico: cultura projectual, sistemas biológicos e sistemas tecnológicos. Tese de doutoramento em Design de Equipamento pela Universidade de Lisboa, Faculdade de Belas-Artes. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10451/2407>
- Plattner, H., Meinel, C., Weinberg, U. (2009). *Design thinking*. Landsberg am Lech: Mi-Fachverlag.
- Rigelsford, J. (2003). Rapid prototyping process. *Assembly Automation*, 23(4).
- Rodrigues, I. M. D. (2007). Estratégias de desenho no projecto de design: um estudo sobre o uso do desenho como recurso instrumental e criativo ao serviço do pensamento visual do designer de equipamento. Tese de doutoramento em Design de Equipamento na Faculdade de Belas Artes de Lisboa. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10451/663>
- Rosochowski, A., Matuszak, A. (2000). Rapid tooling: the state of the art. *Journal of materials processing technology*, 106(1-3), 191-198.
- Sarkar, P., Chakrabarti, A. (2007). Development of a method for assessing design creativity. *Guidelines for a Decision Support Method Adapted to NPD Processes*.
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: how professionals think in action* (p.1983). New York: Basic Books.
- Sharif, R., Maarof, S. (2014). Model making as a cognitive tool for the beginners. *Stedex*, 6, pp. 117-122.
- Snodgrass, A., Coyne, R. (1996). Is designing hermeneutical? *Architectural Theory Review*, 2(1), 65-97. Available in: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13264829609478304>. Last access 12.05.2017.
- Sosa, R., Gero, J. S. (2005). Social models of creativity. In *Proceedings of the International Conference of Computational and Cognitive Models of Creative Design VI* (pp. 19-44).
- Strzalecki, A. (2000). Creativity in design: General model and its verification. *Technological forecasting and social change*, 64(2-3), 241-260.
- Suwa, M., Purcell, T., Gero, J. (1998). Macroscopic analysis of design processes based on a scheme for coding designers' cognitive actions. *Design studies*, 19(4), 455-483.
- Suwa, M., Tversky, B. (1997). What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis. *Design studies*, 18(4), 385-403.
- Svensson, P. (2003). Interdisciplinary design research. *Design Research: Methods and Perspectives*, 193-200.
- Torrance, E. P. (1981) - Creative teaching makes a difference. In J. C. Gowan, J. Khatena, e E. P. Torrance (Eds.), *Creativity: its educational implications* (2nd ed., pp. 99-108). Dubuque, IA: Kendall/Hunt.
- Treffinger, D. J. (1980). *Encouraging creative learning for the gifted and talented: A handbook of methods and techniques*. National/State Leadership Training Institute on the Gifted and the Talented: Ventura County Superintendent of Schools Office.
- Tschimmel, K. (2010). Sapiens e Demens no Pensamento Criativo do Design. Tese de Doutoramento em Design, Universidade de Aveiro, 2010, Departamento de Comunicação e Arte. Disponível em: <http://ria.ua.pt/bitstream/10773/1270/1/2010000838>. Pdf.
- Tschimmel, K. (2011). Design as a perception-in-action process. In *Design Creativity 2010* (pp. 223-230). Springer, London.
- Tseng, W. S., Ball, L. J. (2011). How Uncertainty Helps Sketch Interpretation in a Design Task. In *Design Creativity 2010* (pp. 257-264). Springer, London.
- Underwood, M. (2005). Inside the Voice of Charles and Ray Eames. Disponível em <http://www.eamesoice.com/wp-content/uploads/2012/02/INSIDE-THEOFFICE-OF-CHARLES-AND-RAY-EAMES.pdf>
- Urban K.K. (1995). Creativity-A component approach model. A paper presented at the 11th World Conference on the Education for the Gifted and Talented, Hong Kong.
- Vocialta, F. (2015). Model Architecture. Master Thesis in Architecture, École Polytechnique Fédérale de Lausanne. Available in: http://archivesma.epfl.ch/2015/091/vocialta_enonce/francesca_vocialta_enonce.pdf/

- Wallas, G (1926). *The Art of Thought*. Hartcourt, New York.
- Walther, J., Robertson, B., Radcliffe, D. (2007). Avoiding the potential negative influence of CAD tools on the formation of students' creativity. Department of Computer Science and Software Engineering, The University of Melbourne.
- Wang, H. H., Chan, J. H. (2011). An approach to measuring metaphoricity of creative design. In *Design creativity 2010* (pp. 89-96). Springer, London.
- Williams, A., Gu, N., Askland, H. H. (2011). Virtuality—Offering Opportunities for Creativity? In *Design Creativity 2010* (pp. 183-190). Springer, London.
- Yeoh, K. C. (2002). A study on the Influences of Computer Usage on Idea Formation in Graphic Design Students. Dissertation submitted to the Tech University, Texas, Degree of Doctor of Philosophy in Fine Arts. Disponível em: <https://ttu-ir.tdl.org/ttu-ir/handle/2346/18064>.
- Yeoh, K. C. (2006) - Recommendations for Design Educators and Students Who Embrace Computer Technology. *International Journal of the Arts in Society*, 1, 167-182.
- Zellner P. (1999) *Hybrid space: new forms in digital architecture*. Thames and Hudson, London.
- Zhu, Y., Dorta, T., De Paoli, G. (2007). A Comparing Study of the influence of CAAD Tools to Conceptual Architecture Design Phase. *Digital Thinking, Proceedings of EuroPIA*, 11, 1.

Capítulo IV

4. Metodologia e Método de Investigação

No presente estudo, a metodologia aplicada define-se por uma abordagem relativista de investigação social, onde se subentende, contrariamente a uma abordagem positivista, que a “Reality can be constructed only by means of a conceptual system, and hence there can be no objective reality because different cultures and societies have different conceptual systems”⁴¹⁹ Robson (2002, p.22). Sob a abordagem relativista, a interpretação da realidade é algo que não se define objetivamente e que não é absoluta nas conclusões, deixando margem para novas reformulações.

O resultado da interpretação do processo mental humano é subjetivo e pessoal, tanto da parte do observador como do participante, em que os interesses, conhecimentos, percepções e tomadas de decisão são atos diferenciados e específicos de cada indivíduo. Este é um princípio das ciências sociais humanas, no qual o objeto de análise observável é uma construção hermenêutica do foro da interpretação, descodificação e ação guiada pela capacidade cognitiva e criativa do indivíduo.

⁴¹⁹ Tradução livre do autor: “A realidade só pode ser construída por meio de um sistema conceitual e, portanto, não pode haver uma realidade objetiva, porque diferentes culturas e sociedades têm sistemas conceituais diferentes” (Robson (2002, p.22).

Robson (ibid. p.25) enumerou oito diretrizes relacionadas com a investigação sob uma abordagem relativista, que consiste nos seguintes trâmites:

- . Aceitar várias abordagens ou formas alternativas de ver e descrever o mundo, e não sob o conceito positivista de encontrar um valor justificado como verdadeiro ou falso;
- . Não existe o critério racional ao nível da aplicação de quadros teóricos e explicações convencionadas e instrumentalizadas;
- . A realidade é construída pelos participantes e quaisquer realidades externas que vão para lá do nosso entendimento, crença ou conceito, não são aplicadas;
- . A linguagem e os códigos representativos de como se representa e constrói o mundo são marcantes como objeto de estudo;
- . Deste modo, o significado do que se procura está no resultado da experiência e da compreensão do comportamento, sob um determinado contexto complexo e imprevisível;
- . O processo de investigação não é um processo protocolado previamente, mas construído em torno de hipóteses levantadas sobre o momento. Compreende-se o espaço de análise como alterável e mutável no decorrer da investigação;
- . A construção dos conceitos parte não de uma teoria específica, mas de dados que promovem uma nova teoria emergente.
- . As metodologias base são qualitativas no contexto de investigação, visto sob uma perspectiva hermenêutica.

Reichardt e Rallis (1994) defenderam que a ação do observador como detentor de conhecimentos, valores, princípios e hábitos, influencia sempre o produto observável. Apesar da inexistência da imparcialidade total, a construção da realidade verificável pela utilização de vários participantes resulta na obtenção de várias perspetivas (visão construtivista) que advêm da interpretação de várias formas de conhecimento⁴²⁰. A natureza do comportamento humano é subjetiva, marcada pela influência das capacidades preditivas, cognitivas, emotivas, organizativas, sensitivas e manipulativas. Por este motivo, a investigação na área do design é uma investigação

⁴²⁰ No processo de design, as formas de conhecimento aplicáveis na realização do problema são o conhecimento explícito em que se expõe o processo que se está a executar. O conhecimento implícito em que se demonstra a compreensão do processo através da utilização de estratégias definidas e o conhecimento tácito que se verifica pelo processo intuitivo com que se processa as tarefas de design representando os conhecimentos adquiridos que prevalecem no cérebro.

maioritariamente flexível que Colin Robson delineou como um projeto que deve ser desenvolvido na interação com o que se está a estudar, em que a análise e a coleta de dados são geradas paralelamente, moldando-se aos contextos durante o processo.

No entanto tal como apontou Almendra (2010), Johnson e Onwuegbuzie (2004), Chi (1997) e Cross (2006), na investigação em design, aplicam-se metodologias e métodos mistos, por serem mais completos e por relacionarem os dados mistos qualitativos e quantitativos. Almendra (2010), mencionou que “The design process is an uncovering of tacit understanding, and this hidden understanding is not something fixed, crystalline, frozen. It is processual, fluid, in incessant flux (...) understanding is always in process, and this process in unending” (p.102)⁴²¹. As características dos processos qualitativos implicam a indução (descoberta de padrões tipo), descoberta, exploração, geração de uma teoria e a geração de hipóteses. As características dos processos quantitativos respeitam a dedução (teste de uma teoria) e a hipótese, confirmação, explicação, coleção de dados e análise estatística.

A estratégia e os métodos na investigação em design dependem da questão central que é definida por um propósito, uma teoria, estratégia de amostragem e a criação de métodos (Robson, 2002, p.80). Johnson e Onwuegbuzie (2004, apud. Almendra, 2010, p.108) apresentaram 8 fases que compreendem os métodos mistos de investigação, como demonstrado na figura 88.

A questão de investigação é o elemento chave para a obtenção de respostas que procuram revelar uma nova realidade ou entendimento sobre o problema. Na construção da questão de investigação é necessário conhecer o verdadeiro problema e quais os elementos constituintes necessários para a compreensão do mesmo. O método decorre da noção de quais as técnicas utilizar para melhor compreender o problema e para obter os dados. O método está ligado à organização de como se processa a investigação e de como vão ser trabalhados os dados para garantir a obtenção de esclarecimentos. A estratégia na amostragem designa primeiro onde se vão procurar os dados e quem estará envolvido. A coleta de dados exige uma seleção de ações de investigação e a sua aplicação no espaço e no tempo, um processo de recolha e estratificação, segundo os objetivos traçados.

⁴²¹ Tradução livre do autor: “O processo de design é uma descoberta do entendimento tácito, e esse entendimento oculto não é algo fixo, cristalino, congelado. É processual, fluído e em fluxo constante (...) a compreensão está sempre em processo e esse processo é infinito” (Almendra, 2010, p.102).



FIG. 88 - PROCESSO DE INVESTIGAÇÃO MISTA (QUANTITATIVA E QUALITATIVA). FONTE: ADAPTADO DE ONWUEGBUZI (2004, P.22) E ALMENDRA (2010, P.111).

Robson (2002, p. 82) apresentou a razão que explica o sentido do bom projeto de investigação e que resulta da grande compatibilidade entre o propósito, a teoria, a questão de investigação, os métodos e as estratégias de amostragem. Os aspetos negativos são apontados como os elementos bloqueadores do processo e são designados pelos seguintes pontos:

- . Irrelevância da questão de investigação face ao propósito do estudo, o que obriga à sua reformulação;
- . A falta de conexão entre a questão de investigação e a teoria demonstrada na hipótese;
- . Quando os métodos ou a amostragem não fornecem respostas plausíveis, algo está errado no processo ou na recolha de dados e no tipo de questões. O autor recomenda a recolhas de dados adicionais, ou a extensão da amostra e a revisão da questão de investigação.

Por forma a colmatar estes problemas, a utilização de estudos piloto são importantes para antever, testar o estudo, assegurando maior fiabilidade do processo. Segundo Almendra (2010, p. 110), focando Greene et al. (1989, p.259), existem cinco bases de análise: o processo de triangulação ou convergência de dados, em que se aplicam várias técnicas de investigação e várias fontes de dados para explorar a informação por confronto entre as variáveis; a complementaridade que demonstram os resultados baseados noutros resultados provenientes de outros métodos; a iniciação para justificar esses dados, que resulta da descoberta de algumas contradições e que levam à reformulação das questões de investigação e várias fontes para explorar os dados por confronto entre as variáveis; a iniciação que resulta da descoberta de

algumas contradições e que levam à reformulação das questões de investigação; no desenvolvimento, utiliza-se os resultados de um método como referência para gerar os resultados do método utilizado; expansão abrange a utilização de vários métodos.

Nas estratégias dos métodos mistos (investigação fixa e flexível⁴²²), Robson (2002, p.87) frisou que, na investigação, não podem existir paralelamente as “fixed designs” e as “flexible designs”, mas dados sequenciados, e a utilização desses dados tem uma relação de “data correlation”, como designou Onwuegbuzie e Teddlie (2003, p. 363). A relação da aplicação do processo de recolha de dados qualitativos e quantitativos tem o propósito de se proceder a um estudo de avaliação para se perceber o resultado quantitativo da performance de um processo ou objeto, o impacto de uma mudança ou intervenção, compreender um fenómeno ou relação a outros similares. Nos processos de investigação mistos, os dados qualitativos podem ser convertidos em dados quantitativos e vice-versa, formando uma narrativa ou uma justificação dos resultados.

Dos processos associados, a nossa estratégia de investigação integrou os métodos da estratégia de investigação fixa experimental, que designa que o investigador age sobre o processo ativamente, realizando intervenções para gerar uma mudança de situação, da qual resulta uma mudança comportamental dos intervenientes do processo. As provocações de mudança são muitas vezes aplicadas através da manipulação de variáveis para verificar o seu efeito noutras variáveis (dependentes) que correspondem aos elementos centrais que determinam a questão de investigação. Robson (ibid. p. 88) designou as cinco características de estruturação de um processo experimental, como se pode ver na figura 89.

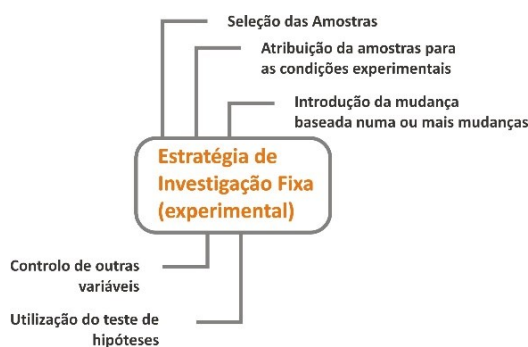


FIG. 89 – CARATERÍSTICAS ORGÂNICAS NA ESTRATÉGIA DE INVESTIGAÇÃO FIXA (EXPERIMENTAL). FONTE: ADAPTADO DE ROBSON (2002, P.88).

⁴²² A expressão “fixed and flexible research design” foi definida segundo diferentes autores como Robson (2002), Anastas e MacDonald (1994), representando os diferentes processos de investigação como a experimentação e os inquéritos por questionário que utilizam o processo estatístico (fixed designs) e as investigações das ciências sociais e humanas que utilizam um cariz qualitativo (flexible designs).

O autor integrou também o método de estratégia flexível de investigação com a aplicação do estudo de caso⁴²³ ou desenvolvimento intensivo de um pequeno número de casos que demarcam um problema específico. As características enumeradas por Colin Robson para este método são focalizadas num problema em particular, observável na figura 90.

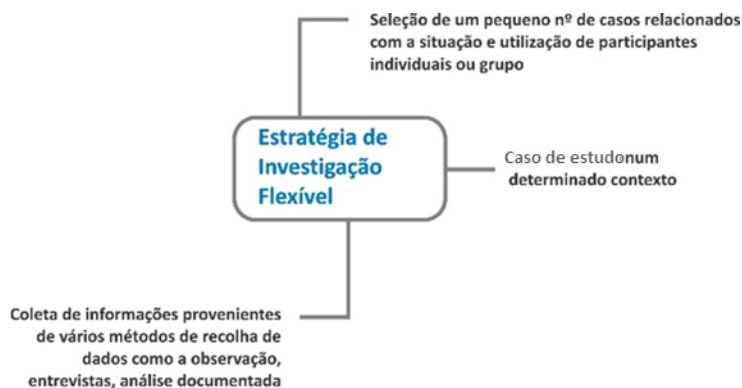


FIG. 90 - CARACTERÍSTICAS ORGÂNICAS DA ESTRATÉGIA DE INVESTIGAÇÃO FLEXÍVEL (ESTUDO DE CASO). FONTE: ADAPTADO DE ROBSON (2002, P..89).

Reunimos dois tipos de estratégias (abordagem híbrida) em que, numa primeira fase, recorreremos à estratégia flexível de exploração e uma segunda fase de experimentação para justificar sobre explanação do estudo (processo descritivo), baseado numa estratégia fixa, de teor quantitativo. Aplicando um método baseado no estudo controlado e aleatório na segunda fase (RCT), os participantes foram convidados de forma aleatória, formando três grupos com tratamento diferenciado pela utilização de duas amostras de controlo e uma de experiência, onde foi aplicado um novo método de processamento da fase de ideação, sujeita à utilização sinérgica dos meios digitais e analógicos. Tomando a segunda fase dos estudos como o método experimental, a estratégia envolve as características explicativas por Robson (2002, p. 110), como:

- . Atribuição de várias condições aos participantes (grupo de controlo e grupo de experiência);
- . Manipulação de uma ou mais variáveis independentes para compreender a diferenciação;

⁴²³ “Case study is a strategy for doing research which involves an empirical investigation of a particular contemporary phenomenon within its real-life context using multiple sources of evidence” Robert Yin (1989, apud. Robson, 2002, p.178). Tradução livre do autor “O caso de estudo é uma estratégia para fazer uma pesquisa que envolve uma investigação empírica de um fenómeno contemporâneo em particular no contexto da vida real utilizando múltiplas fontes de evidências”.

- . Medição do efeito sobre as variáveis dependentes através de processos estatísticos;
- . Controlo das variáveis para quantificar o efeito.

O tipo de investigação referindo um propósito particular representa uma pesquisa de avaliação, em que o propósito define-se pela avaliação sumativa do efeito de um modelo (teoria), aplicado ao processamento criativo no projeto de design. O sentido de investigação marcado pelo interesse na elaboração de um estudo prospetivo que deu origem a um modelo descritivo, pretende, sob uma abordagem educacional, tornar mais efetivo o ato de projetar numa perspetiva de atividade cognitiva e criativa dos discentes, futuros profissionais.

Deste modo, esta é uma investigação ativa⁴²⁴ em que se utiliza o método maioritariamente experimental, para avaliar os efeitos da aplicação do modelo alicerçado na aplicação sinérgica das modelações analógica e digital nos resultados criativos do projeto de design de produto. Por forma a limitar o objeto de análise, optámos por identificar o efeito do modelo nas fases iniciais do processo e nas fases prospetiva e generativa (processo de ideação). Um quadro de ações de investigação foi-se estruturando ao longo do processo, levado não só pela literatura consultada, como pela observação direta do meio em que se insere o contexto de investigação. A estrutura abreviada, assim como descrita nas figuras 91 e 92, apresenta uma composição dividida em sete fases, que complementam a metodologia mista qualitativa e quantitativa.

⁴²⁴ A referência da investigação ativa neste caso, representa a utilização de métodos sedimentados na experimentação para investigar a ação criativa no processo projetual. Os princípios da investigação são a observação de ações reais de projeção e a coleta de dados expressos por expressão verbal e numérica, por forma a garantir os dados qualitativos, que se transformam em quantitativos. Ao nível experimental, são analisados a ação cognitiva, exploração criativa e a tomada de decisões que configuram o processo coevolutivo e iterativo.

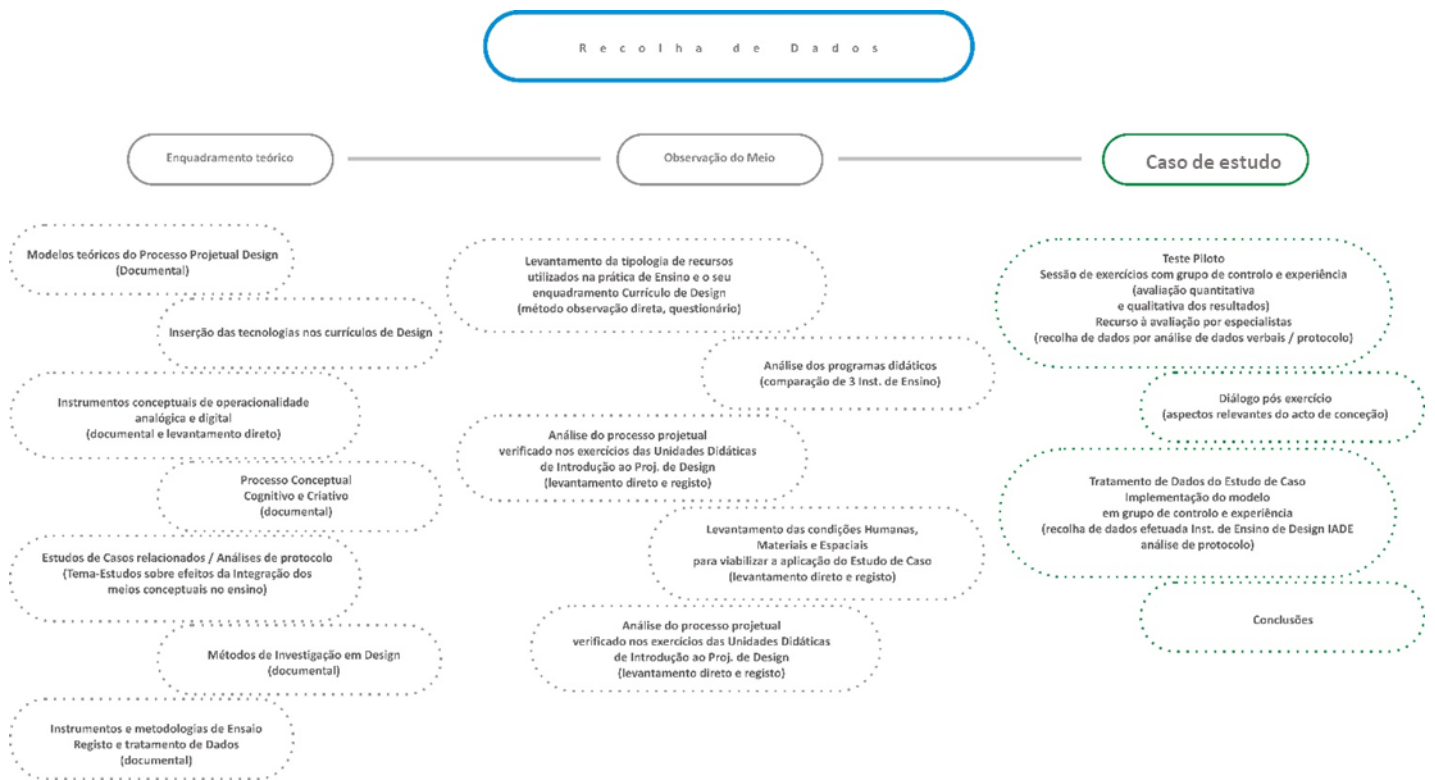


FIG. 92 – ENQUADRAMENTO DA RECOLHA DE DADOS. FONTE: O AUTOR.

A composição estrutural da metodologia mista seguiu as seguintes oito etapas, descritas por Johnson e Onwuegbuzie (2004, p.22), no modelo de investigação descrito na figura 93.



FIG. 93 - MODELO DA METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO MISTA ADAPTADO DE JOHNSON AND ONWUEGBUZIE (2004, P. 22) E ALMENDRA (2010, P.108)

A referência de tratamento de dados baseou-se no modelo dos estágios de conceptualização da análise de dados nas metodologias mista, descritas por Almendra (2010, p.110), focando Onwuegbuzie e Teddlie (2003, p.363), que apresentamos na figura 94.

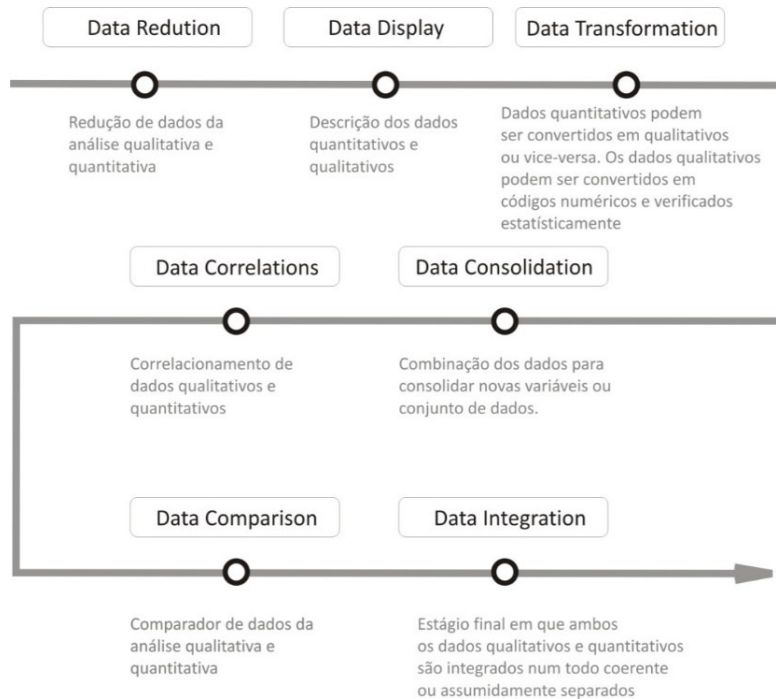


FIG. 94 - MODELO DA ANÁLISE DE DADOS RECOLHIDOS NA METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO MISTA ADAPTADO DE ONWUEGBUZIE AND TEDDLIE'S (2003, P. 36) E ALMENDRA (2010, P.110).

Na primeira fase, o estudo exploratório (Estado da Arte), tendo a finalidade de analisar a natureza do processo de design, na forma como se processa a ação criativa e os meios utilizados no processo projetual, contou com a recolha de informações baseado em dois processos:

. Recolha de dados literários (fase analítica) que integrou várias valências teóricas convergentes com as temáticas sobre os paradigmas de compreensão do processo projetual, o ato criativo, a influência dos meios analógicos e digitais na ação projetual, estudos de caso onde se ponderou a avaliação da prestação criativa, metodologia de avaliação na investigação de design, e métodos de tratamento de dados;

. Observação do meio marcado pelo interesse de construção da problemática a analisar, que consistiu na recolha de dados sobre os conteúdos programáticos curriculares de três instituições de ensino superior de design, ao nível nacional nos anos de 2014/15, para compreensão da forma de inserção dos meios analógicos e digitais nos programas e na estrutura curricular projetual e

como se aplicam os tipos de modelação nas áreas projetuais. O propósito do levantamento situacional das formas como estão inseridas as tipologias de representação nos currículos de design e o relatório de um exercício feito em aula, ajudaram-nos na estruturação das questões de investigação e na construção do objeto de análise que originou a tese “A utilização sinérgica das modelações analógica e digital, na fase de ideação do projeto de design, potencia aos resultados criativos”;

. Aplicação de um inquérito por questionário (análise quantitativa), para compreensão da forma como os discentes vêem a integração dos meios analógicos e digitais no processo projetual, compreendendo que tipo de funções são atribuídas a cada tipologia de modelação e em que fases do projeto são integradas e qual a importância e o significado dado às ferramentas de exteriorização no processo projetual. Na descoberta de padrões, pelo cruzamento de informações obtidas nas análises qualitativas⁴²⁵ e quantitativas⁴²⁶, definiu-se um quadro teórico para constituir o testar pela experimentação.

A segunda fase, de natureza mista, integrou o método de caso de estudo (flexible design) delineado pela aplicação de três condições por três grupos diferenciados, de controlo⁴²⁷ e de experiência. Intencionalmente, no desenho da experiência da condição híbrida (ver figura 95), a manipulação das variáveis independentes (nova condição metodológica) foi operacionalizada para verificar os efeitos nas variáveis dependentes afetas à quantificação do potencial dos resultados criativos. A recolha de dados do caso de estudo contou com a utilização do método “concurrent data”⁴²⁸, consistente no processo “verbal analysis” que derivou do método do protocolo verbal ou “think aloud method”. De uma forma genérica, os processos decorrentes do protocolo verbal assentam num relato pessoal do participante sobre o que está a fazer e como o está a executar, ou o que pretende fazer (Colin, 2002, p.367). Do processo, obtêm-se informações qualitativas e o método é introspetivo e descritivo, em que é verbalizado em voz alta o que se está a fazer.

⁴²⁵ Foram utilizadas a crítica literária, a observação do meio, direta pelo levantamento dos programas curriculares.

⁴²⁶ Utilizou-se o inquérito por questionário.

⁴²⁷ Os grupos de controlo responderam ao exercício com um processo igual ao que utilizam nas aulas projetuais, e só puderam utilizar o processo digital, e o processo analógico unicamente. O grupo de experiência utilizou uma mudança de situação ou da circunstância da forma de fazer a tarefa. Aplicou-se para este grupo a obrigatoriedade de cumprir uma metodologia com a aplicação dos meios digitais e analógicos em simultâneo na fase de ideação.

⁴²⁸ Método de recolha de dados em tempo real por utilização dos meios audiovisuais de gravação.



FIG. 95 - MODELO DA EXPERIÊNCIA, CASO DE ESTUDO. FONTE: O AUTOR.

O método da análise de dados verbais expresso por Chi (1997) foi aplicado na nossa investigação para a obtenção dos dados, por diferir no tipo de informações que são recolhidas, instruindo-se os participantes a não mencionarem o que estão a fazer, mas o que estão a pensar fazer e como, revelando a estratégia utilizada⁴²⁹. Poder-se-á dizer que é um processo mais interpretativo e que promove um diálogo interno do participante, revelando o que um processo normal de projeto de design detém ao nível de processamento cognitivo. O tipo de observação (percebendo-se que poderia afetar a prestação dos indivíduos, inibindo-os por estarem a ser observados) foi discreto não participante, em que a recolha de dados não teve a interação direta do observador e não foi observada em tempo real.

A avaliação das condições (analógico, digital, híbrido) sobre a ideação cumpriu as fases de recolha e registo dos protocolos verbais, com a respetiva codificação e segmentação, para ser possível trabalhá-los estatisticamente. Na segunda fase, contámos ainda com a apreciação de um quadro de júri, especialistas em design de produto, para avaliar o resultado da concetualização sob a forma de uma hipótese da ideia para um artefacto. A experimentação (através de exercícios individuais) foi realizada no contexto de uma situação real de estúdio de design, e registou as questões relacionadas com o processo, os métodos, (ver figura 96), as ferramentas, a forma de identificar o problema e encontrar a solução, quando o projeto é sujeito a variações estruturais dos modos de representação.

⁴²⁹ Autores como Van Someren, Barnard, Sandberg (1994) e Ericsson (1984) e Simon (1993), influenciaram este método.



FIG. 96 – IMAGENS DO ESTÚDIO PARA A EXPERIÊNCIA DA CONDIÇÃO HÍBRIDA NO 3D LAB IADE- UE. FONTE: O AUTOR

O briefing e a recolha dos dados, na análise de dados verbais na fase de ideação, focou-se na segmentação do processo de design descrito por Bubberly (2004, p.30, apud. Almendra, 2010, p.24) e o modelo integrado de Williams, Ostwald, Haugen (2010) que consistiu:

- . Exploração ou constituição dos primeiros princípios relacionados com a capacidade de analisar por memória visual outros elementos referências. É também a capacidade analógica de relacionar outros sistemas para gerar novos elementos de referência, e percepção dos constrangimentos do problema. A definição dos primeiros princípios são a base para a formação dos conceitos base;
- . Geração ou ação de criação é demonstrada pela capacidade de representar novos sistemas, utilizando táticas de pensar analogias, combinações, recombinações, metáforas, mutações. Esta abordagem demonstra também a capacidade de prever novas propriedades ou atributos projetuais por reflexão de antevisão, experimentação e descoberta;
- . Avaliação é interpretada como uma ação fundamental para que exista tomada de decisões e para gerar a dinâmica do processo coevolutivo de enquadramento dos problemas e das soluções;
- . Comunicação que é verificada pela capacidade de expressar explicitamente o conhecimento tácito. Este ponto revela, em parte, a fluência das inferências lançadas e que são responsáveis pela ação dialogal para a produção de respostas de solução. Sendo a análise de dados verbais focalizada na comparação do desempenho criativo no exercício projetual de design, utilizámos um conjunto de variáveis à semelhança do estudo efetuado por Ibrahim e Rahimian (2010), que constou na nossa investigação: os princípios ligados ao domínio cognitivo, intervenção prática ou *modus operandi* e o resultado do processo sob a forma de um produto conceptual. As variáveis independentes associadas aos princípios acima descritos são as três condições de processamento inteiramente analógico, digital, ou híbrido por desenhos modelos físicos e digitais.

4.1. Desenho de Investigação

“When studying creativity, we can study how creativity occurs focusing on the processes that produce creative designs and we can study what makes a design creative focusing on how we evaluate a design to determine if it is creative” (Maher, 2010, p.41).⁴³⁰

A nossa metodologia compreendeu, no primeiro momento metodológico, o método exploratório de recolha de informação pela crítica literária e pela observação do meio com a prospeção dos programas curriculares de três instituições de ensino superior de design, um relatório de um exercício efetuado em aula e o inquérito por questionário disseminado em quatro instituições de ensino superior de design nacionais e internacionais. Como abordado no subcapítulo anterior, o método de caso de estudo foi aplicado, no segundo momento metodológico, realizando-se exercícios experimentais documentados e elaborados a alunos do atual IADE-Universidade Europeia, em contexto individual num ambiente de estúdio. O segundo momento metodológico, descritivo, constituiu-se pela reunião dos dados quantitativos e qualitativos para compreender o efeito de uma nova metodologia implementada na fase de ideação do projeto. O terceiro momento metodológico, de teor quantitativo, procurou encontrar a validação dos resultados consistentes nas conclusões.

A quantificação do processo de ideação integrou a análise praxiológica (ver figura 97), baseado no “design thinking”, domínio cognitivo caracterizado pelo processo exploratório, generativo e operativo. No processo exploratório, o design constrói-se pelos primeiros princípios onde os participantes definem o que Schön e Higgins (1992) determinaram por “nomear” que representa a perceção do problema e o “enquadrar” dos critérios para resolver o problema. A previsão de um cenário é construída nesta fase e, por este motivo, optámos por analisar a capacidade de construção dos primeiros princípios, ou abordagem ao problema, onde se desenvolve a base das ideias, ainda que vagas, mas que iniciam o processo de resposta ao problema.

Para compreender o raciocínio de conjugação da memória longa e da memória curta, e não tendo sido permitido a utilização de quaisquer meios de informação externos como a internet, a constituição dos primeiros princípios e construção analógica na primeira fase do exercício foram significantes para a fase geradora. No processo gerador ou generativo, as variáveis da fluência e flexibilidade mental demonstram a capacidade de o indivíduo sintetizar o processo, consistindo

⁴³⁰ Tradução livre do autor “Ao estudar a criatividade, podemos estudar como a criatividade ocorre com foco nos processos que produzem projetos criativos e podemos estudar o que faz um criativo de design com foco em como avaliamos um design para determinar se ele é criativo” (Maher,2010, p.41).

na interpretação do que foi explorado na fase da construção dos primeiros princípios e nos conhecimentos implícitos.

O processo de geração é marcado pelas ações de renomear ou alterar as estratégias de ação, perante a dúvida da viabilidade da ideia, reenquadramento no encontrar novos problemas para obter uma maior amplitude de respostas ao problema, e o movimentar ou ação de redefinição de estratégias. No processo gerador ou generativo, a flexibilidade mental constitui o espaço do pensamento divergente, de geração de inferências várias de definição do problema e satisfação dos constrangimentos, sem uma preocupação assertiva e racional. A fluidez mental ou quantidade de elementos que contribuem para a geração é determinada numa relação do tempo. O processo operativo marca a destreza cognitiva que é verificada na ação de reflexão e avaliação do problema. Neste domínio, o pensamento convergente é mais evidente e o processo coevolutivo de constituição do enquadramento do problema e solução do problema é utilizado na procura da viabilização dos conceitos produzidos. Da integração de todas as variáveis ligadas ao processamento cognitivo na fase de ideação do produto, existe uma confluência que resulta num conceito final (proposição), e que, pela sua composição, merece uma avaliação externa por especialistas. O desenho da investigação mostra a sequência organizativa dos principais passos que integrámos nesta investigação, como se pode ver nas figuras 98, 99 e 100.

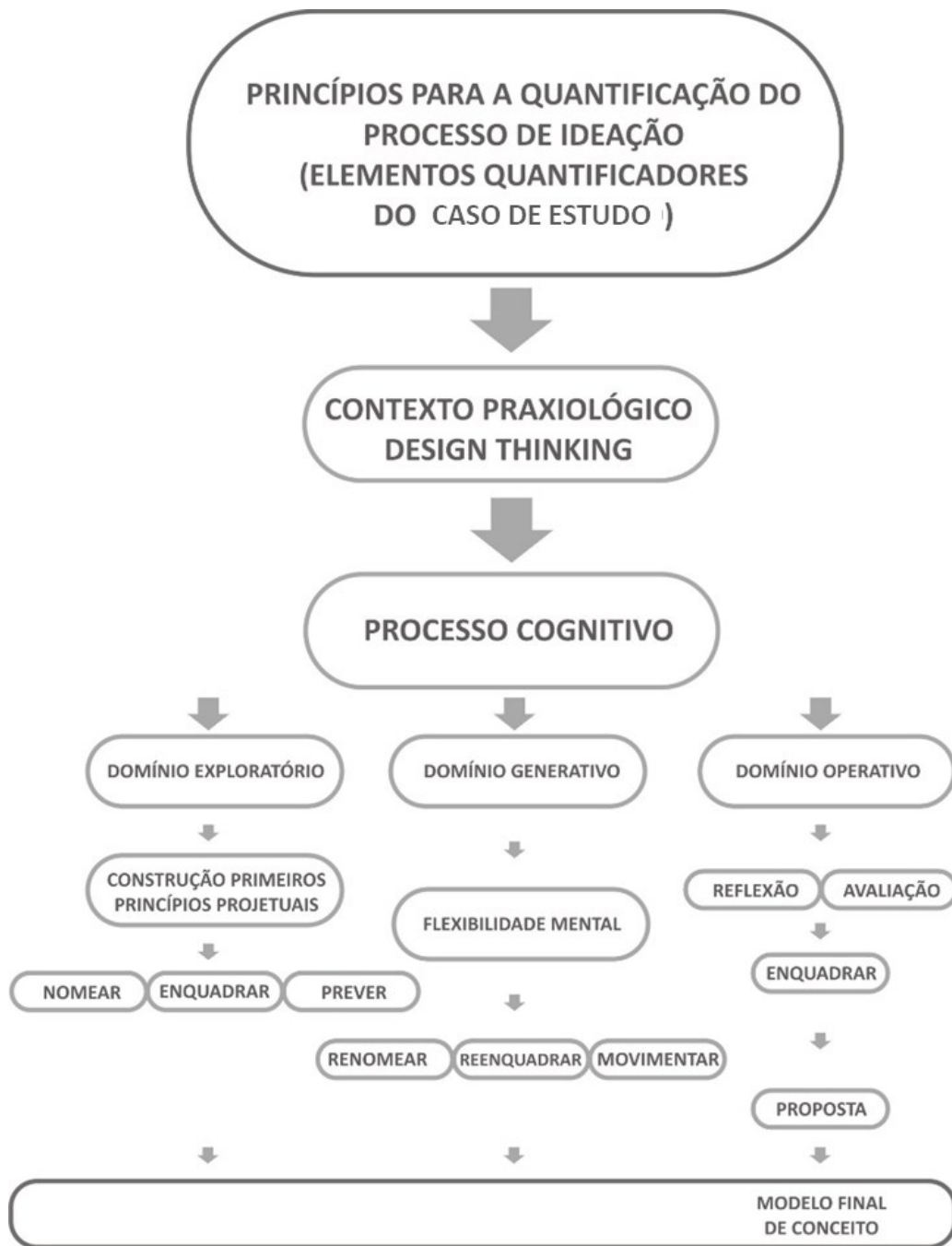


FIG. 97 – PRINCÍPIOS PARA A QUANTIFICAÇÃO DO PROCESSO DE IDEACÃO. FONTE: O AUTOR.

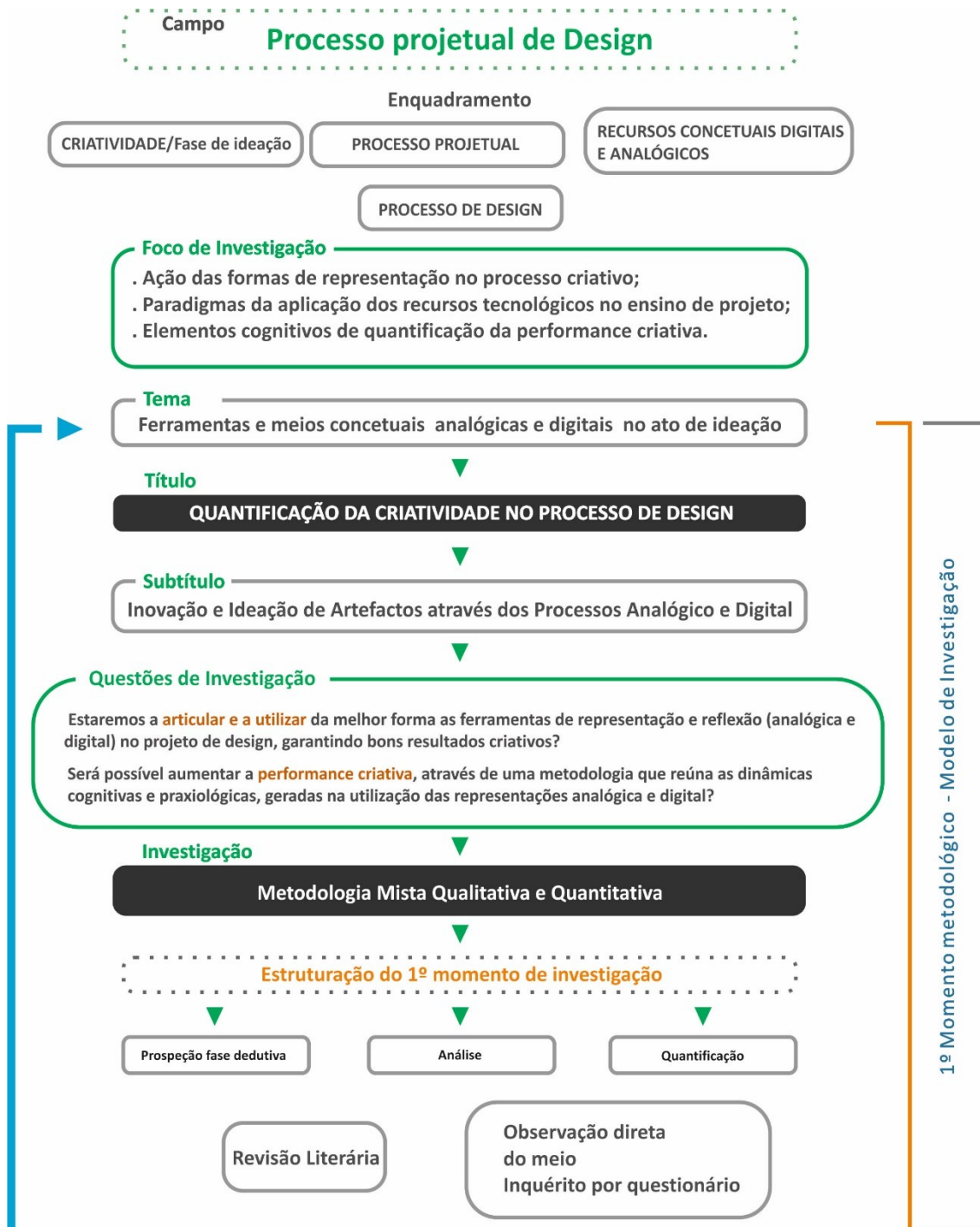


FIG. 98 – ORGANOGRAMA DA INVESTIGAÇÃO / FASE I. FONTE: O AUTOR.

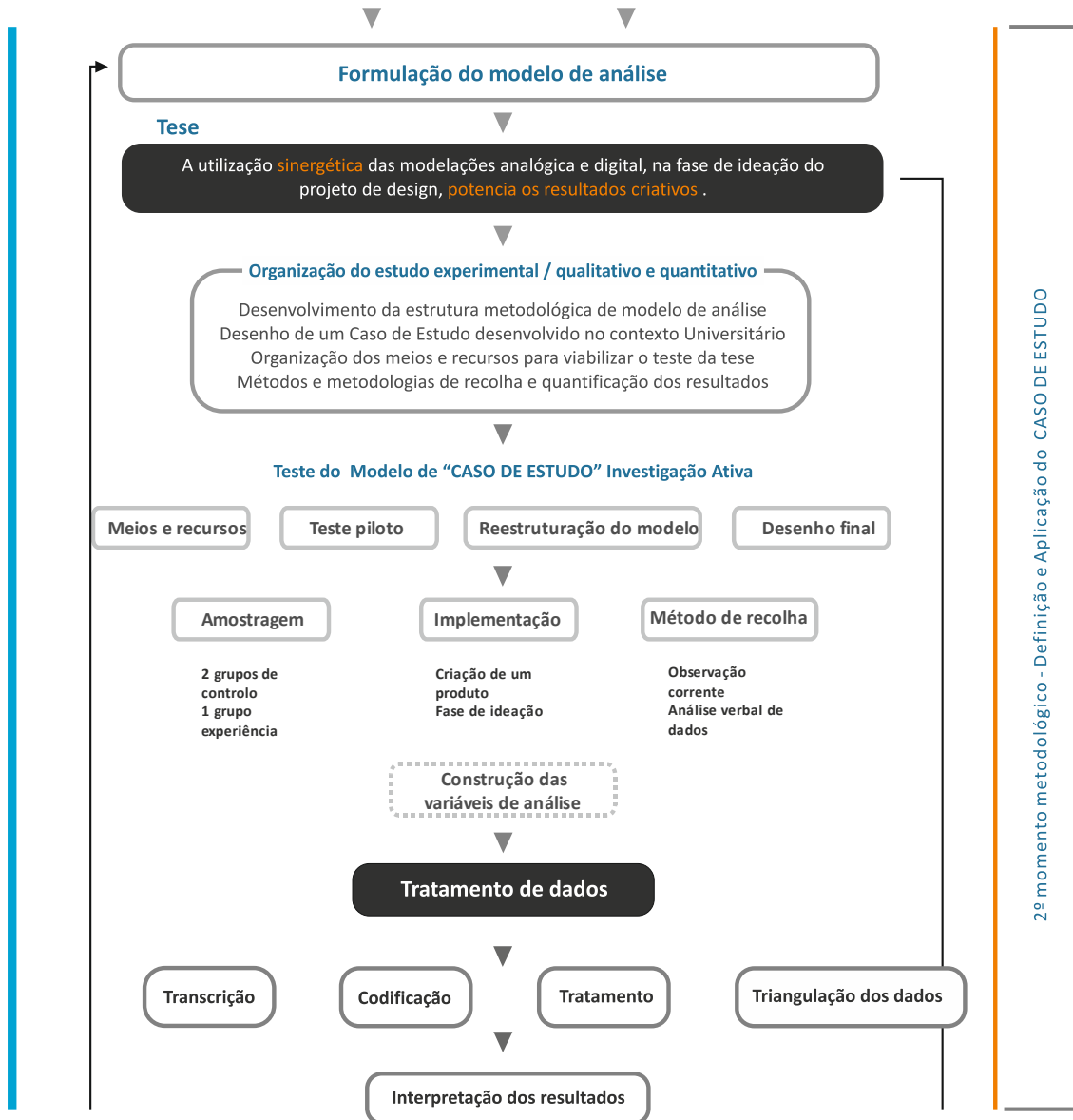


FIG. 99 – ORGANOGRAMA DA INVESTIGAÇÃO / FASE II. FONTE: O AUTOR.

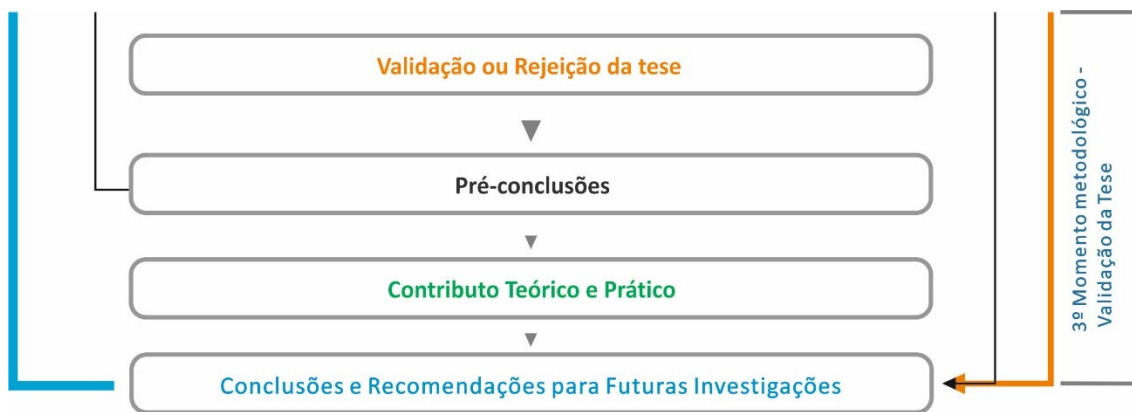


FIG. 100 – ORGANOGRAMA DA INVESTIGAÇÃO / FASE III. FONTE: O AUTOR.

4.2. Primeira e Segunda Fases - Instrumentos de recolha de dados

No presente estudo, três metodologias de recolha de dados foram aplicadas com instrumentos distintos, a revisão literária, observação do meio e caso de estudo.

Na primeira fase a observação do meio utilizou três instrumentos, para verificar o estado da arte integrando o mapeamento de programas curriculares afetos ao projeto de design de três instituições de ensino nacional como o IADE Creative University, ESAD Matosinhos e Faculdade de Arquitetura de Lisboa. O inquérito por questionário (segunda metodologia) foi aplicado, para verificar o enquadramento da forma como estão implementados os meios de representação externa no ensino projetual de design. Este instrumento foi disseminado no final do ano letivo de 2015/16 aos alunos do segundo e terceiros anos (ver subcapítulo 1.2), primeiro ciclo do curso de design. A recolha efetuou-se pela entrega do formulário em papel e em digital online pelo google forms. Os pontos essenciais do inquérito por questionário foram a compreensão da forma como são utilizados os diferentes meios de representação no projeto de design; compreender como os alunos interpretam funcionalmente as formas de representação; compreender como a estrutura de ensino relaciona a interdisciplinaridade das unidades curriculares analógica e digital no ensino de projeto; perceber se existe uma relação entre o grau de dificuldade de operacionalização dos tipos de modelação e a aplicabilidade no projeto.

O terceiro instrumento utilizou um exercício exploratório como investigação ativa num ambiente de aula nos anos de 2014/2015 e 2015/2016 com uma amostra de trinta e dois alunos do segundo ano do primeiro ciclo de estudos do IADE, dezassete foram validados. Neste ensaio, na unidade

curricular de Design de Produção, foi pedido que se aplicassem os meios analógicos e digitais em sinergia, para produção de uma estrutura para um abrigo para casos de emergência. Os resultados, sob a forma de dados quantitativos, foram obtidos na resposta a um pequeno relatório solicitado, para verificar como os alunos aplicaram os instrumentos de representação nas várias fases do projeto. Para o propósito da recolha destes dados, optou-se por utilizar o método “critical incident analysis”, identificando-se apenas as respostas mais efetivas e claras e que responderam na totalidade. O exercício exploratório conduziu-nos à formulação da orgânica contextual e estrutural do desenho de caso de estudo.

Na segunda fase, a terceira metodologia (modelo de caso de estudo) como experimentação individual, utilizou a análise de dados verbais para recolha dos dados de 24 estudantes do primeiro e segundo ciclos do curso de design do IADE-UE. Os participantes foram divididos em três grupos de análise com oito elementos, recebendo os dois primeiros grupos (grupo de controlo) um tipo de exercício com uma metodologia igual ao processo desenvolvido em aulas e o terceiro grupo (experiência) receberam o mesmo briefing, com a alteração da metodologia de utilização das ferramentas, sob uma sequência por nós definida (ver anexo 5 e 6). O tema proposto foi a criação de uma escova de dentes portátil para adultos, limitando-se o exercício à concetualização na fase de ideação e com um período de realização de 2h30. O método aplicado à recolha de dados foi o “concurrent protocol analysis”⁴³¹, uma recolha de dados direta e em tempo real. Os grandes objetivos foram perceber como os alunos utilizam os recursos concetuais na fase de ideação⁴³²; identificar e quantificar a ação dos recursos concetuais na tomada de decisões para encontrar as soluções dos problemas; compreender os elementos estratégicos responsáveis pelo desenvolvimento da reflexão quando são utilizados os meios analógicos, digitais ou híbridos; verificar se a utilização de ambas as formas de modelação (híbrida) na fase de ideação do processo de design torna mais efetiva a ação e os resultados criativos.

⁴³¹ Almendra (2010, pp. 119, 120) utilizou os dois métodos (concurrent e retrospective) e concluiu que o mais efetivo na verbalização, foi o concurrent data, por usar o short memory thinking, que é mais fiável em termos de originalidade de respostas.

⁴³² Este propósito deriva do conceito que as ferramentas têm uma forma de trabalho própria e dependem de um raciocínio diferenciado para funcionar e refletir através da sua aplicação no projeto.

4.2.1. Primeira Fase – Observação do Meio

4.2.1.1. Mapeamento dos Programas das Unidades Curriculares Afetas ao Projeto de Design

Por forma a compreender a articulação das formas de representação analógica e digital nos programas curriculares dos cursos de design nacional, desenvolvemos um levantamento dos planos curriculares (ver anexo 4) de três instituições de ensino superior de design, Faculdade de Arquitetura de Lisboa, IADE Creative University, ESAD Arte e Design Matosinhos em 2015/16. Da análise comparativa, verificámos que, apesar das designações terminológicas das unidades curriculares serem diferentes, à data prevalecia uma convergência de conteúdos ao nível das unidades curriculares afetas ao projeto.

Da análise comparativa, pudemos identificar que as UC's que integram os meios de representação analógica, como o desenho de esboço, bidimensional e tridimensional, existem associadas ao primeiro ano de estudos e a introdução aos meios de representação digital assumem maioritariamente uma vertente bidimensional⁴³³ no primeiro ano de estudo e uma vertente tridimensional no segundo ano. No segundo e terceiros anos do primeiro ciclo de licenciatura, a realidade 3D encontra-se nos programas das UC's de Modelação Digital 3D e os meios analógicos nos programas das UC's de Projeto, visto que os programas abordam aspetos relacionados com a metodologia e os processos projetuais. A tipologia de representação mista, segundo nos apercebemos, era aplicada na UC de teor prático laboratorial.

Focando-nos na área do Desenho e da representação por modelos físicos e na área de modelação 2D e 3D digital, a análise dos conteúdos programáticos permitiu-nos verificar a abordagem formativa dos discentes e verificar se existe a interdisciplinaridade de UC's e perceber que contextos cognitivos estão implícitos nos conteúdos das UC's de modelação analógica, digital e nas UC's de Projeto de Design (figura 101). Concluímos ainda que as UC's de Desenho e Modelos (analógico) trabalham mais os aspetos gerenciadores, maior hipotetização e flexibilidade e, por este motivo, são determinantes no processo mais exploratório com a formulação de conceitos com maior ambiguidade e abstração (pensamento divergente).

⁴³³ Foram verificados os sistemas operativos e a introdução aos conceitos básicos de softwares de edição 2D.

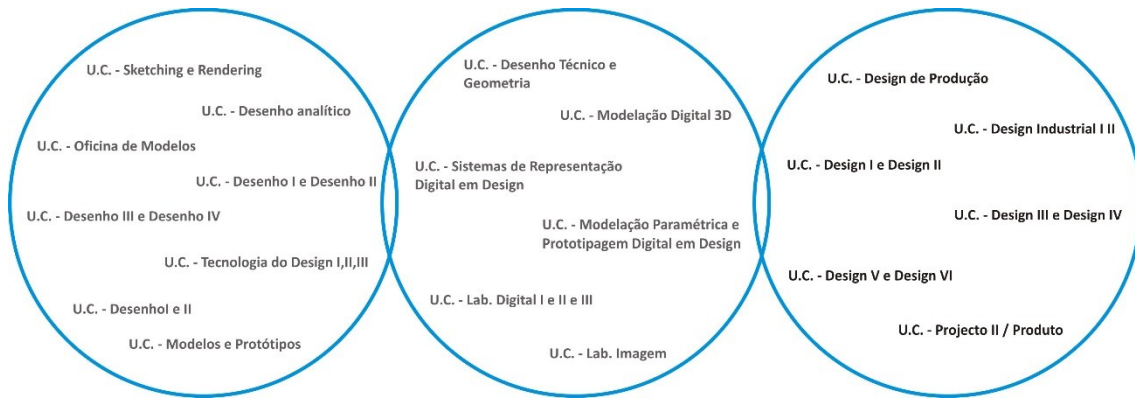


FIG. 101 – LEVANTAMENTO DAS ESTRUTURAS PROGRAMÁTICAS DE TRÊS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR DE DESIGN. SÍNTESE POR ÁREAS ANALÓGICA, DIGITAL E PROJETO. FONTE: O AUTOR.

As UC's de modelação 2D e 3D digital aplicam conteúdos mais ligados ao lado mais racional do pensamento (convergente) e a preocupação é mais formativa pelo conhecimento das ferramentas em si e a sua aplicação em exercícios onde o foco é o domínio do conhecimento do potencial dos softwares. Os programas realçam a relação espacial dos objetos, a apresentação e a simulação aproximada real (modelos icónicos de Mitchel, 1975). As UC's projetuais demonstraram aplicar mais os contextos da modelação analógica nas fases de estruturação do problema e geração de soluções (fase de pesquisa e ideação) do que nas fases de objetivação, concretização e apresentação, onde se aplica mais a modelação digital. Neste quadro de análise, pudemos concluir que não existe a interdisciplinaridade combinando os conteúdos das várias UC's afetas à UC de projeto, tal como tinham abordado Duarte et al. (2012). Os conteúdos específicos de cada UC são pouco relacionados com outras UC's. Verificámos também que a utilização dos meios analógicos e digitais são introduzidos no planeamento dos projetos, de forma distinta, em que, na fase de ideação, utilizam-se maioritariamente os meios analógicos e, nas fases desenvolvimento técnico e apresentação, são aplicados os meios digitais, sendo mais efetiva no terceiro ano por existir um maior domínio das ferramentas.

4.2.1.2. Inquérito por Questionário (Metodologia Qualitativa e Quantitativa)

Sob o título “Formas de Representação e Reflexão no Projeto de Design”, o inquérito por questionário incidu principalmente na compreensão da forma como são integradas as

modelações analógica e digital no processo projetual em design⁴³⁴, o que significa as formas de concetualização para os discentes, em relação à sua aplicação no ato cognitivo e criativo e, por último, perceber se a dificuldade sentida na ação de modelar influencia a decisão de escolha dos instrumentos para conceber os momentos do projeto. Através do inquérito por questionário, pudemos ainda constatar o estado de arte do ensino em relação à adaptação dos diferentes meios concetuais no projeto e compreender como é feita a interação com os novos meios de tecnológicos de representação. Os principais objetivos estruturados no desenho do questionário consubstanciam-se com os seguintes requisitos:

- . Identificar os meios analógicos e digitais nas suas características e na função, nas várias fases do projeto;
- . Compreender o grau de importância atribuída aos tipos de modelações no âmbito de cada fase do projeto;
- . Perceber se existe articulação interdisciplinar entre as unidades de modelação analógica e digital e a unidade projetual;
- . Compreender o que os alunos pensam sobre o atual processo de representação no projeto. Se o mesmo responde às necessidades projetuais, em termos de descrição fidelizada;
- . Perceber quais os momentos onde existem as maiores dificuldades e se as mesmas têm alguma relação com a condição da decisão da aplicação dos meios representativos.

O método de disseminação do inquérito por questionário (FRRPD) respeitou o formato em papel e digital e, das respostas obtidas, concluímos que a adesão de respostas do formato digital foi muito diminuta⁴³⁵. A significativa representatividade, conseguiu-se através da disponibilização direta do questionário em papel no IADE. Um pré-teste do questionário foi experimentado num ambiente de sala de aula com cinco alunos, para se obter o feedback sobre a compreensão e a pertinência das questões.

O desenho do inquérito por questionário (FRRPD) foi estruturado com uma breve síntese justificativa do contexto e das intenções do documento e da investigação em curso, solicitando a

⁴³⁴ A disseminação dos inquéritos por questionário foi feita no fim de cada semestre curricular para poder formalizar as questões, com base no percurso projetual que os discentes fizeram.

⁴³⁵ A faculdade de Arquitetura de Lisboa, o Polytechnic of Bari- dICAR (Industrial Design) e a Universidad Europea Madrid receberam o formulário em formato digital e o total de respostas correspondeu a apenas 15%. No entanto, segundo as questões que pretendemos responder, as respostas dos participantes estrangeiros serviram para compreender se existiram diferenças acentuadas.

maior seriedade nas respostas proporcionadas. No caso da disseminação em papel, houve a necessidade de, em cada disseminação, realizar a explicação dos procedimentos de resposta, com especial atenção para os pormenores, como as respostas múltiplas e as condicionadas ao número específico de opções. No inquérito proporcionado no Google Forms, as condições foram programadas no template de modo a condicionar corretamente o preenchimento. O formato do inquérito foi médio, com 33 questões ordenadas numa sequência aleatória e espaçada em seis páginas para não criar desmotivação. Algumas informações relevantes foram escritas em Maiúsculas e a **Bold** para não serem esquecidas.

A estrutura do Inquérito por questionário (FRRPD) foi dividida em seções relacionadas com diferentes perspetivas do processo projetual (ver anexo 7), despistando, na primeira fase, a opinião dos discentes sobre as formas de modelação e a relação com as fases de concetualização e quantificação da utilização, verificação do grau de convergência da relação do grau de dificuldade e a decisão de escolha do tipo de modelação a aplicar⁴³⁶. Na segunda seção, as questões centraram-se na análise da interdisciplinaridade para verificação da sinergia dos diferentes tipos de modelações. A terceira seção, apresentada apenas a 51 discentes do IADE, correspondeu a uma abordagem qualitativa de perceção de como os discentes veem a introdução da aplicação das novas tecnologias de produção digital (CNC'S, Impressoras de corte a laser e 3D printer's). Contámos ainda com a utilização de questões abertas e fechadas (Colin, 2002, pp. 227-267) e questões de escolha simples e múltipla. As escalas utilizadas foram a Likert e a escala Thurstone (Cunha, 2007).

A análise e tratamento dos dados inscritos no questionário em papel foram transferidos para um template gerado no Google Forms, para transformar a informação em dados digitais. Como interessaram apenas as médias resultantes da análise das variáveis e algumas comparações entre grupos de discentes, utilizámos o programa Excel com o enquadramento gráfico.

Os resultados obtidos no inquérito por questionário (FRRPD) foram provenientes de 200 inquéritos válidos e distribuídos segundo a figura 102.

⁴³⁶ Esta questão foi influenciada pelo trabalho de Chakrabarti (2011) que referenciou a desmotivação como influenciadora e influenciada pelo conhecimento e pela flexibilidade. A motivação é descrita pela quantidade de esforço e tempo que se dispensa para organizar e criar. A motivação é descrita por afetar as fases do design thinking process (Kröper, Lindberg e Meinel, 2010, p.10).

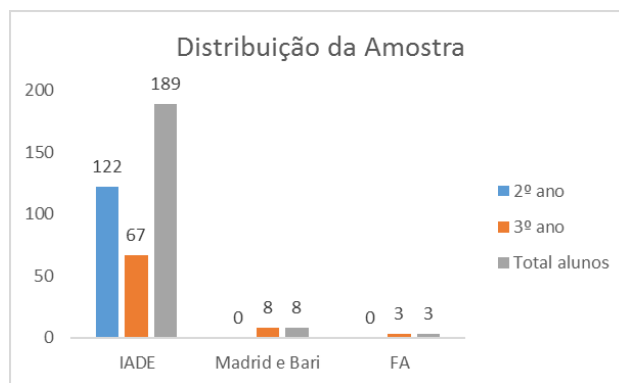


FIG. 102 – DISTRIBUIÇÃO DA AMOSTRA

Ao nível dos dados demográficos, 62% correspondeu ao sexo feminino e 38% ao masculino e as idades foram compreendidas entre os 18 e 29 anos de idade, apresentando um maior índice no intervalo compreendido entre os 19 e 21 anos. A questão 8 com resposta múltipla (ver em anexo 7), onde se procurou saber qual a forma de modelação mais útil para a fase concetual ou de criação de ideias, mostrou os seguintes resultados:

- . 143 (44,65% alunos) respostas mencionaram a representação por desenho de esboço;
- . 115 (32,55% alunos) respostas mencionaram a representação por modelos e maquetes;
- . 42 (14,3% alunos) respostas mencionaram a representação por modelos digitais 3D;
- . 26 (8,5% alunos) respostas mencionaram a representação por desenhos técnicos cotados CAD.

Este resultado indicou que 77,20% de alunos focam a modelação analógica como a forma de modelação mais útil para a fase concetual e 22,80% a modelação digital (ver figura 103). Fazendo a comparação entre os alunos do 2º ano essencialmente o 3º ano, verificámos que os alunos do 2º ano apontaram a representação por modelos e maquetes a um nível mais elevado que o desenho por esboço. Cruzando a informação obtida com o mapeamento dos programas curriculares, concluímos que, de igual modo, a modelação analógica (cultura do desenho) é mais destacada nos programas de projeto de design do 2º e essencialmente nos 3º anos e, por este motivo, é também considerada a mais útil para o processo criativo, mas a representação por modelação digital que, ao nível do 3º ano deveria ter resultados mais elevados, apresentou resultados não muito superiores aos do 2º ano (ver figura 104).

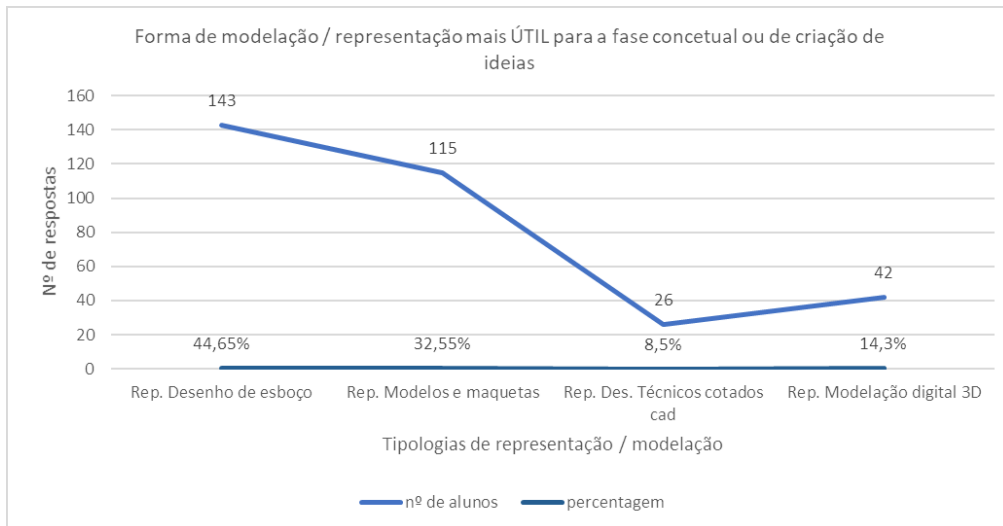


FIG. 103 – FORMAS DE MODELAÇÃO CONSIDERADAS MAIS ÚTEIS PARA A FASE DE CONCEPTUAL

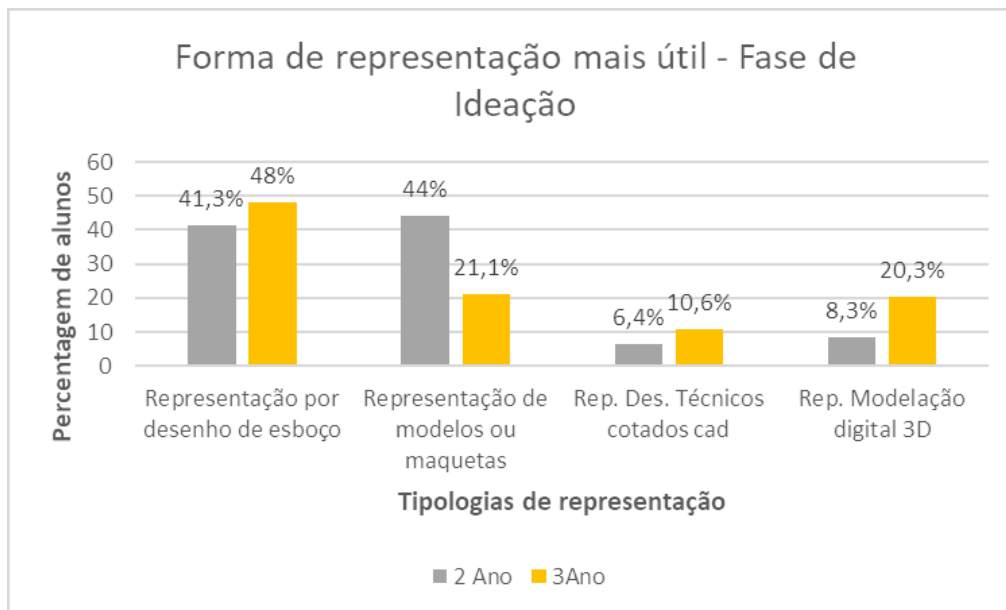


FIG. 104 – FORMAS DE MODELAÇÃO CONSIDERADAS MAIS ÚTEIS PARA A FASE DE CONCEPTUAL. ANÁLISE COMPARATIVA 2º E 3º ANOS.

Visto que existe um maior domínio e experiência das ferramentas digitais, colocamos a questão se serão os programas projetuais que não integram os meios concetuais ou se as ferramentas e os conhecimentos adquiridos não permitem a utilização destes meios nas fases concetuais do projeto? Ao nível dos alunos estrangeiros, verificou-se que a modelação por desenhos de esboço é considerada a mais útil; no entanto, os valores apresentados para a modelação tridimensional 3D surgem com maior destaque. A questão 9 de resposta múltipla teve como objetivo conhecer o grau de relevância das várias tipologias de modelação para o processo de criação, tendo-se

chegado à conclusão de que as representações por desenhos de esboço e por modelos e maquetes são consideradas as mais importantes. A modelação digital foi também indicada como importante (ver figura 105), o que nos leva a concluir que se estabelece um paradoxo, que reforça as anteriores hipóteses em relação aos programas de ensino e ao domínio das ferramentas.

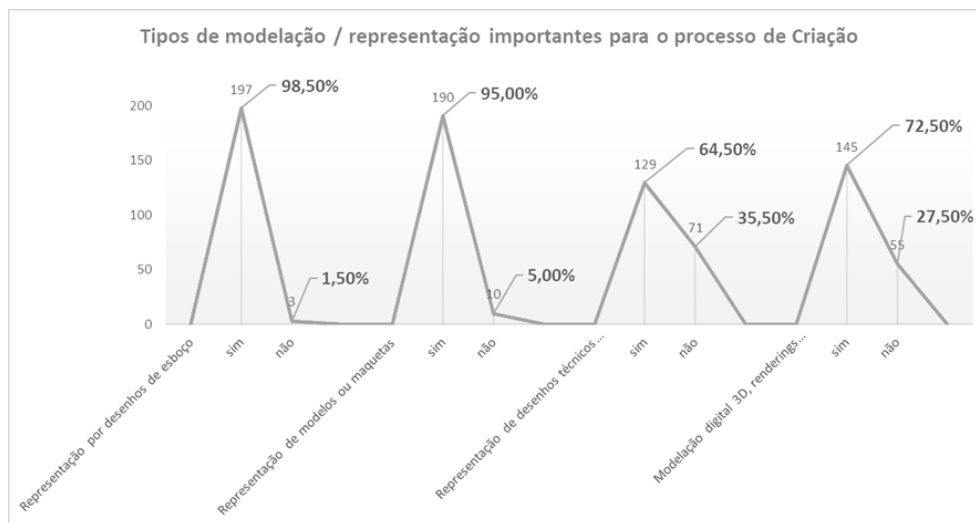


FIG. 105 – FORMAS DE MODELAÇÃO CONSIDERADAS MAIS IMPORTANTES PARA O PROCESSO DE CRIAÇÃO.

Os alunos responderam perante o processo que habitualmente utilizam no projeto, pelo que os meios digitais não são vistos como úteis, mas são considerados importantes, como se pode ver na (figura 106). Nas respostas abertas a esta questão, seleccionámos as seguintes que demonstram a perceção dos alunos:

. “A representação por desenhos de esboço e a representação dos modelos e maquetes agregam uma maior facilidade de expressão e explicação das ideias em curso. São formas experimentais úteis na fase inicial do processo e garantem uma melhor perceção do que se está a desenvolver”;

. “Os esboços ajudam a representar rapidamente uma ideia, deste modo são úteis na fase de criação e contribuem para uma perceção visual melhorada”;

. “A representação de modelos ou maquetes permite uma perspetiva mais real do que é idealizado, estar em contato com o produto e perceber as transformações necessárias ao projeto. Através da representação dos modelos, existe a perceção do objeto em termos espaciais e expressa funcionalidade”;

. “A representação de desenhos técnicos cotados em CAD e a modelação digital 3D são aplicáveis na fase final do projeto e permitem uma perspetiva mais real do que é idealizado”;

. “O esboço gera a ideia, os modelos e maquetes solidificam-nas, a modelação 3D dá uma ideia mais definida do resultado final”.

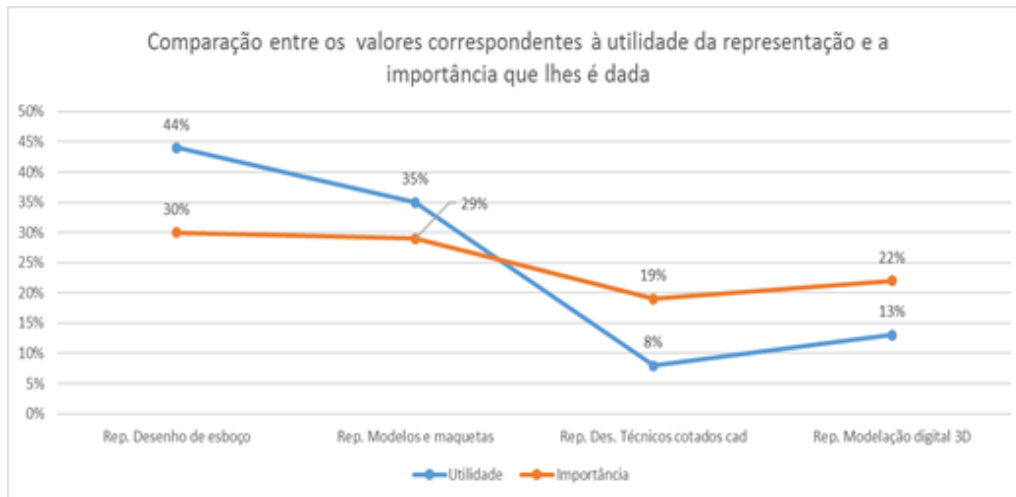


FIG. 106 – FORMAS DE MODELAÇÃO CONSIDERADAS MAIS IMPORTANTES E ÚTEIS PARA O PROCESSO DE CRIAÇÃO. RELAÇÃO ENTRE A UTILIDADE E A IMPORTÂNCIA.

Como pudemos constatar, as respostas separam especificamente as formas de modelação.

Dos 43 discentes com formação extracurricular em cursos de modelação 3D (CAD, 3D Max, Cinema 4D, Cátia, Solidworks, outros), 51% responderam a modelação por desenhos de esboço como o material mais útil para o processo criativo e 33% a representação por modelos e maquetes. Os restantes 16% mencionaram a modelação digital. Estas respostas definem o princípio de que, mesmo existindo o domínio das ferramentas digitais, estas não são utilizadas habitualmente na fase de criação.

Após a receção dos primeiros resultados quisemos saber como os alunos quantificaram a utilização das modelações analógicas e digitais nos projetos que executaram no 2º e 3º anos. A questão 11 referente à quantificação da utilização dos diferentes tipos de modelação, representou uma amostra de 41 alunos do 2º ano e 10 do 3º, e utilizou-se a escala de Likert sob uma métrica por intervalos de 0% a 25%, 26% a 50%, 51% a 75%, 76% a 100%. Dos resultados obtidos, concluímos que os alunos descreveram a modelação analógica como a tipologia mais aplicada nos projetos; principalmente os alunos do 2º ano, em que 36,6% dos alunos inquiridos respondeu utilizar esta forma de modelação na escala entre (51% a 75%) e 53,6% assinalaram (76% a 100%). A modelação digital foi utilizada segundo 42,8% dos alunos do 3º ano, como 51% a 75% e 19% respondeu 76% a 100%, o que representa uma subida em relação ao 2º ano, que

obteve valores inferiores: 4,8% dos alunos inquiridos respondeu 51% a 75% e 4,8% respondeu de 76% a 100% (ver figuras 107 e 108).

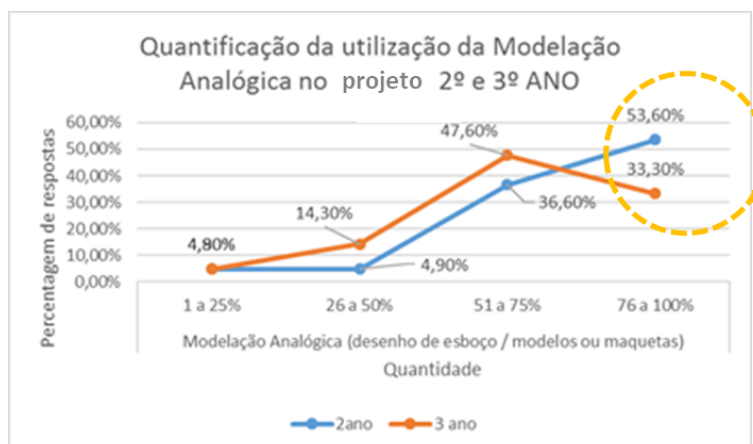


FIG. 107 – QUANTIFICAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DA MODELAÇÃO ANALÓGICA NO PROJETO.

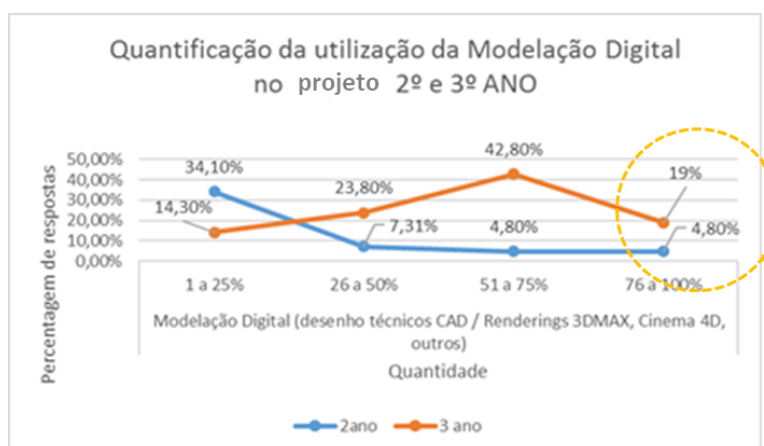


FIG. 108 – QUANTIFICAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DA MODELAÇÃO DIGITAL NO PROJETO.

Percentualmente, os alunos do 3º ano utilizaram de uma forma mais equilibrada as modelações analógica e digital no projeto, ainda assim 80,9% das respostas deram o valor de mais de 50% de utilização analógico e 61,8% de respostas referem-se a mais de 50% de utilização do digital. Os alunos do 2º ano demonstraram valores muito baixos de utilização da modelação digital, sendo que 9,6% respondeu utilizar mais de 50% este tipo de modelação. É assinalável que 48,8% dos alunos do 2º ano (41 alunos) responderam que não utilizam a modelação digital nos projetos. Na questão 12, pretendeu compreender-se em que fases do processo projetual os discentes aplicaram as diferentes formas de representação (esboços, produção de modelos e maquetes, representação digital por desenhos técnicos cotados e modelação digital 3D). As fases que constituem o processo projetual foram divididas em seis fases: a investigação e análise, a geração de hipóteses, a experimentação de ideias, a avaliação de ideias, a projeção técnica, e

apresentação do produto. A modelação por representação por desenhos de esboço foi descrita pelos alunos como associada à geração de hipóteses (31%), seguida da investigação e análise (27%) e experimentação das ideias (21%). A modelação pela produção de modelos e maquetas foi associada à experimentação de ideias (27%), avaliação das ideias (23%) e projeção técnica (19%). A representação por desenhos técnicos cotados em CAD foi associada à projeção técnica (55%), apresentação do produto (18%) e avaliação das ideias (9%). A representação 3D, modelação e rendering foi associada à apresentação do produto (54%), projeção técnica (24%) e experimentação de ideias e avaliação (9%), como podemos ver na figura 109.

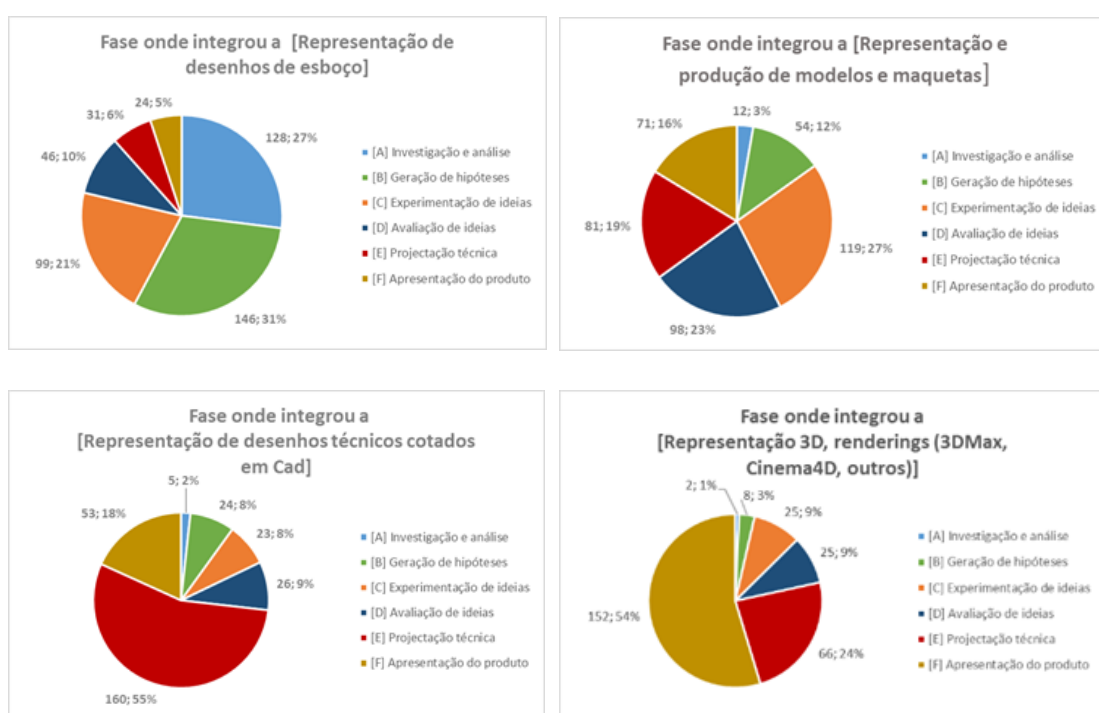


FIG. 109—GRÁFICOS DA INTEGRAÇÃO DOS TIPOS DE REPRESENTAÇÃO NAS FASES DO PROJETO

Entre os alunos do 2º e 3º anos nacionais e os alunos estrangeiros, não houve diferenciação nas respostas.

A conclusão dos resultados a esta questão determinou que a modelação por desenhos de esboço está associada à geração de hipóteses e experimentação de ideias (fase de ideação), e também associada à fase de investigação e análise ligada ao registo dos primeiros princípios do projeto. Este tipo de desenhos utiliza os registos de memória que colaboram com a constituição das pré-ideias.

A representação por modelos e maquetes foi associada à experimentação e avaliação das ideias, mostrando que é uma forma de representação útil para a fase posterior de estabelecimento das ideias pré-definidas. A função atribuída à representação por modelos e maquetes nas fases de experimentação e avaliação das ideias tem uma característica exploratória de teste e de alavanca para a tomada de decisões projetuais. Nesta fase, prevalece o juízo crítico e o valor atribuído às hipóteses levantadas e verifica-se a viabilidade das proposições.

A representação por desenhos técnicos cotados CAD foi mencionada como parte integrante da fase de projeção técnica onde se apresentam a representação analítica enumerativa (número de peças constituintes que perfazem o todo do objeto) e onde se refinam os detalhes e se ajustam os componentes técnico/productivos. Os discentes também associaram a representação por desenhos técnicos à fase de apresentação do produto, depreendendo-se que, para os discentes, este tipo de representação tem a capacidade de explanação, simulação, e fundamentação do objeto num estado mais avançado da ideia gerada. A representação por desenhos técnicos cotados CAD incorpora as decisões métricas de escala e dimensão e a relação de proporcionalidade, para garantir a validação construtiva.

A tipologia da representação digital 3D foi integrada na apresentação do produto, relacionando-se com a representação do aspeto real, simulação perfeitas das formas, materiais, texturas, cores, brilhos, espaço envolvente.

Na questão 13, pretendeu quantificar-se o grau de dificuldade sentida nas diferentes fases do projeto, com o intuito de compreender se existe um relacionamento com a decisão de escolha (utilidade e importância atribuída). As conclusões ditaram que as fases mais difíceis são as fases de projeção técnica (19,4%), seguidas da fase de avaliação de ideias (18,64%) e da fase de experimentação e exploração de ideias (17,97%), como podemos ver na figura 110.

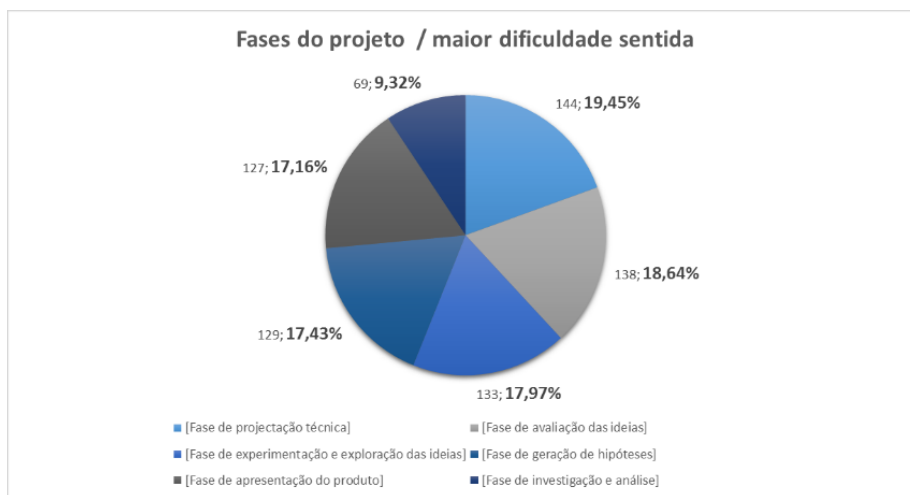


FIG. 110 – FASES DO PROJETO ONDE FOI SENTIDA MAIOR DIFICULDADE

Para quantificar estas percentagens, consideraram-se as médias dos parâmetros relacionados com a dificuldade média, elevada e muitíssimo elevada (ver figura 111). Comparando estes dados com a questão 11 sobre a quantificação da utilização dos tipos de modelações analógicas e digitais, concluímos que o 2º ano apresenta valores médios da dificuldade sentida na fase de projectação técnica e apresentação do produto, inferiores aos valores apresentados pelo 3º ano nas mesmas fases. Perante estes resultados, o 2º ano mostrou quase não ter utilizado os meios digitais, e o 3º ano utilizou-os, apresentando, no entanto, grandes dificuldades.

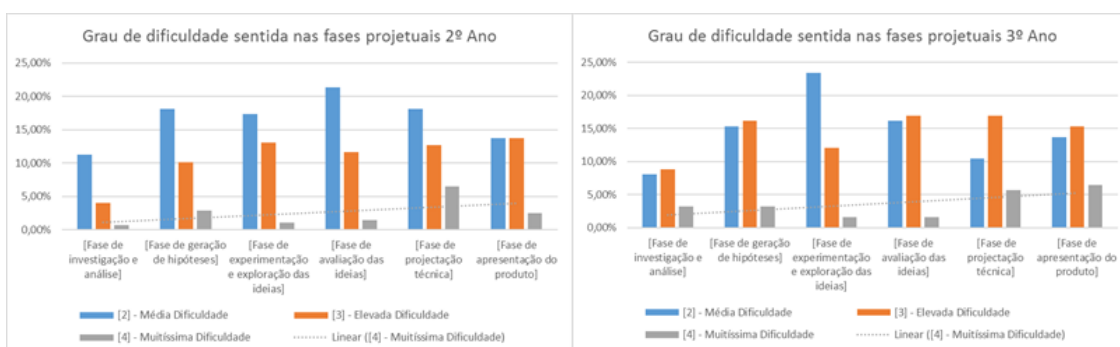


FIG. 111 – GRAU DE DIFICULDADE SENTIDA NAS FASES PROJETUAIS AO NÍVEL DO 2º E 3º ANOS.

Através da questão 15, pretendemos conhecer onde foram sentidas as maiores dificuldades na fase prática do projeto, enumerando nove tipos de representações específicas e que associámos às fases do projeto que os alunos identificaram. A representação digital do produto final (modelação 3D e renderings) foi apontada como a mais difícil, seguindo-se a representação digital

3D das formas e representação do esboço tridimensional (à mão), como as perspectivas e as explosões. Portanto, segundo as respostas obtidas, foi possível aferir a relação das modelações com as fases projetuais e o grau de dificuldade sentida no tipo de representação específica de cada forma de modelação, como se pode verificar na figura 112.

Desenho de esboço	Geração das hipóteses	●	Representação do esboço (à mão) tridimensional como as perspectivas
	Investigação e análise		
Modelos e maquetes	Experimentação das ideias	●	Representação dos modelos físicos finais (de execução)
	Avaliação das ideias		
Des. cotados CAD	Projeção técnica	●	Representação técnica perspectivada 3D CAD
	Apresentação do produto		
Mod. digital 3D	Apresentação do produto	●	Representação digital do produto final (mod. 3D renderings com materiais e ambiente)
	Projeção técnica		

FIG. 112 – RELAÇÃO DAS FASES PROJETUAIS E AS FORMAS DE REPRESENTAÇÃO POR GRAU DE DIFICULDADE.

Após estes dados, e verificando o gráfico correspondente às dificuldades sentidas na fase prática do projeto (figura 113), deparámo-nos com a existência de um problema que tem impacto para o ato projetual e que são os valores gerais de dificuldade relacionados com a representação ou exteriorização das ideias, através dos desenhos de esboço tridimensional à mão e a comunicação pela representação de projeção técnica e por modelação 3D das formas e renderings.

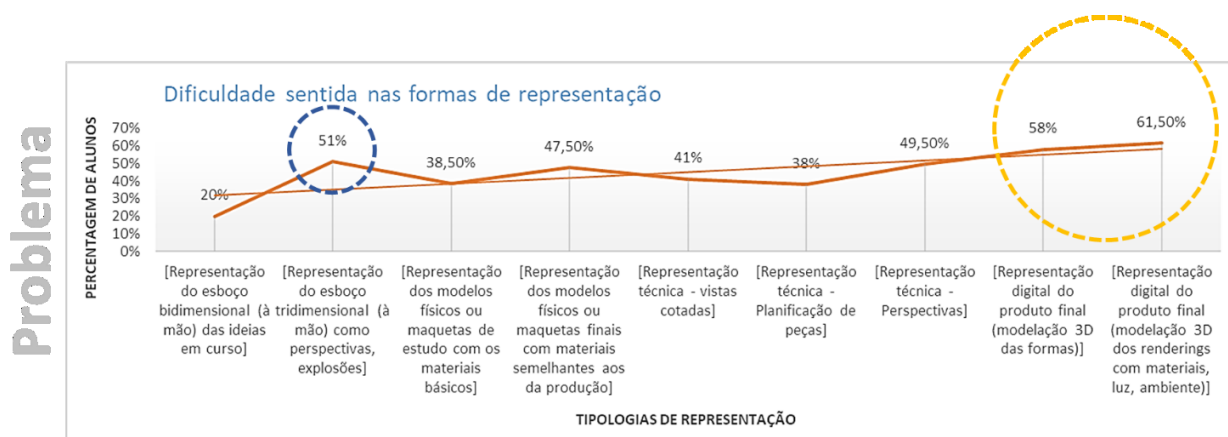


FIG. 113 – QUESTÃO PROBLEMÁTICA DAS DIFICULDADES SENTIDAS AO NÍVEL DAS FORMAS DE REPRESENTAÇÃO MAIS APLICADAS NO PROJETO.

Os valores apresentados são preocupantes porque incidem em pontos críticos do projeto e, no caso da representação do esboço tridimensional à mão, os alunos mencionaram que é a representação mais útil para a ação de criação. A disparidade de valores significa que o processo

reflexivo coevolutivo e iterativo são afetados. Como existem dificuldades na representação 3D e na comunicação, este facto representa um problema não só na explanação, como na autopromoção que influencia o desempenho. As condicionantes da capacidade de expressão por representação afetam o processo projetual, porque é através dos meios de representação que os designers comunicam com o “produto” da exteriorização do pensamento. Na questão 16, questionando sobre quais as ações projetuais que foram determinantes para o resultado criativo, a análise e a identificação do problema, a criação de alternativas, a seleção de soluções e a representação por desenho bidimensional e tridimensionais foram apontados como as mais determinantes (ver figura 114).

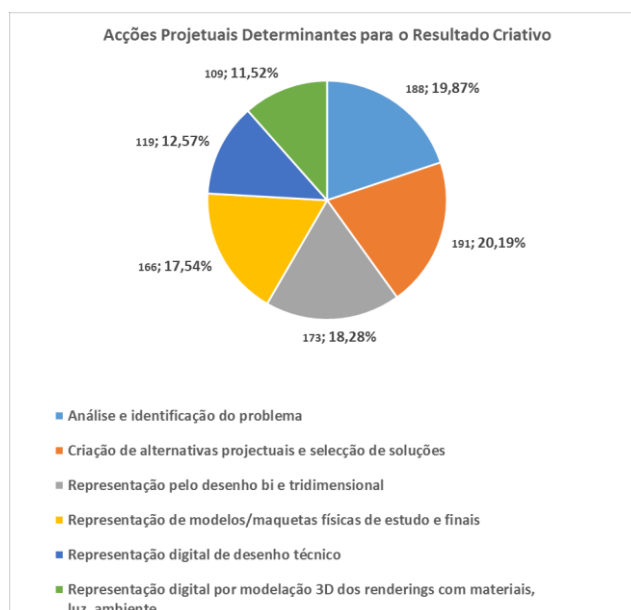


FIG. 114 – AÇÕES DETERMINANTES PARA O RESULTADO CRIATIVO DO PROJETO

Questionando os alunos sobre a boa articulação entre a modelação analógica e a modelação digital, $\frac{3}{4}$ dos alunos responderam positivamente, mas importa salientar que houve respostas à pergunta aberta que mostraram uma realidade diferente, como por exemplo:

. “Por existir pouco domínio dos softwares ao nível do 2º ano, existe pouca articulação efetiva entre a modelação analógica e digital”;

. “O processo analógico é mais encorajado ao nível das UC’s projetuais”;

. “O tipo de exercícios realizados nas UC’s de digital não se coaduna com os exercícios de projeto”.

Estas respostas são reforçadas com o gráfico correspondente à obtenção do maior número de soluções diferentes para o projeto, em que o processo analógico tem um peso de 90,34% das

respostas. O maior número de soluções diferentes corresponde à fluência e a flexibilidade designadas na representação por desenho e modelação por maquetes. A obtenção do maior desenvolvimento dos detalhes ou pormenores do projeto foi apontado na modelação por modelos e maquetes e o desenho (figuras 115 e 116) que corresponde à elaboração.

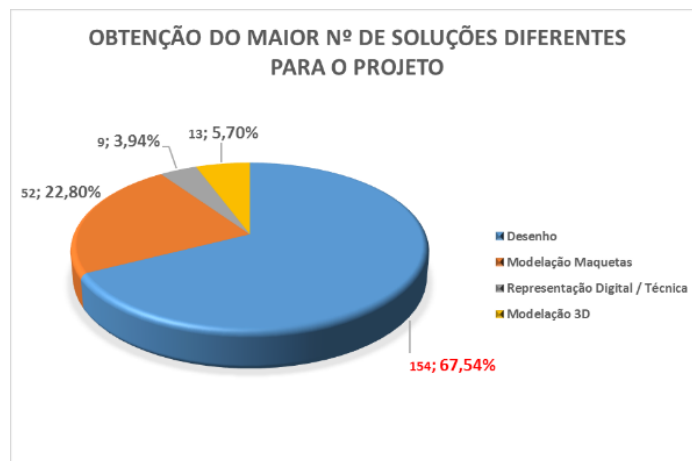


FIG. 115 - RESULTADO DAS FASES DO PROJETO RESPONSÁVEIS PELO MAIOR NÚMERO DE SOLUÇÕES

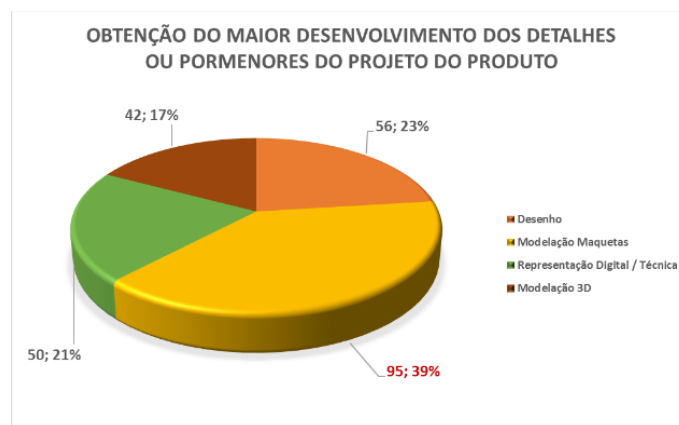


FIG. 116 - RESULTADO DAS FASES DO PROJETO RESPONSÁVEIS PELO MAIOR DETALHE.

A maior evidência da usabilidade/utilidade do produto que corresponde à praticidade (figura 117) foi definida na modelação por modelos e maquetes e a representação técnica digital (metrias) e a maior evidência de uma representação fidedigna (concordante com a imagem ou ideia final) foi designada na modelação digital (figura118) que corresponde à semelhança na descrição dos conceitos.

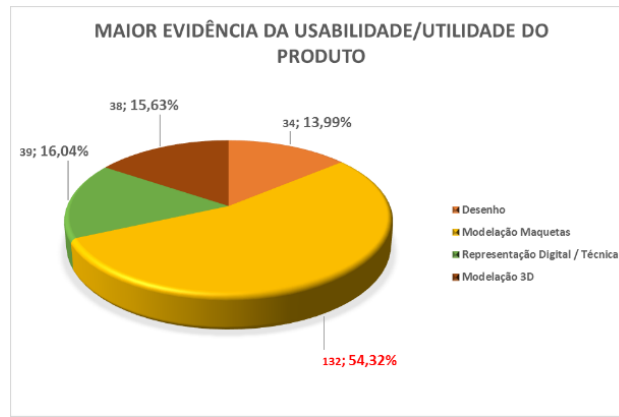


FIG. 117 - RESULTADO DAS FASES DO PROJETO RESPONSÁVEIS PELO MAIOR NÚMERO DE EVIDÊNCIAS RELACIONADAS COM A USABILIDADE

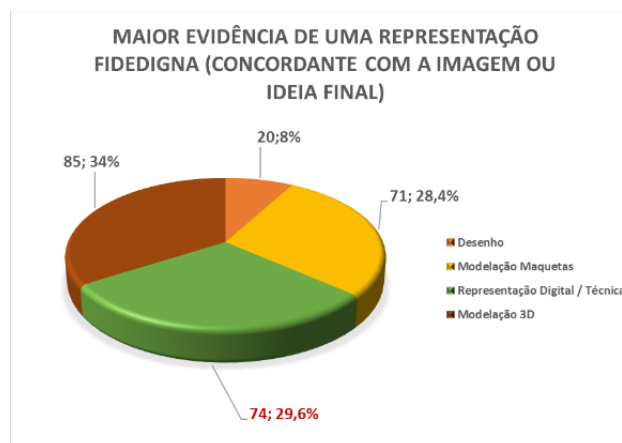


FIG. 118 - RESULTADO DAS FASES DO PROJETO RESPONSÁVEIS PELA REPRESENTAÇÃO FIDEDIGNA.

Concluimos que as quatro fases projetuais são associadas às ações de modelação do seguinte modo (quadro 8):

TIPOLOGIAS DE REPRESENTAÇÃO /MODELAÇÃO	FASES PROJETUAIS
DESENHO DE ESBOÇO	Fase da Geração das Hipóteses 137 ALUNOS (68,5%)
	Fase de Investigação e Análise 121 ALUNOS (60,5%)
REP. MODELOS E MAQUETES	Fase de Experimentação das Ideias 110 ALUNOS (55%)
	Fase de Avaliação das Ideias 95 ALUNOS (47,5%)
REP. DESENHOS TÉCNICOS COTADOS CAD	Fase de Projetação Técnica 149 ALUNOS (74,5%)
	Fase de Apresentação do Produto 49 ALUNOS (24,5%)
REP. DIGITAL 3D	Fase de Apresentação do Produto 146 ALUNOS (73%)
	Fase de Projetação Técnica 63 ALUNOS (31,5%)

QUADRO 8 – ASSOCIAÇÃO DAS FORMAS DE MODELAÇÃO ÀS FASES PROJETUAIS.

Com as cinco questões que adicionámos ao questionário inicial, e a que responderam 51 alunos dos 2º e 3º anos, tencionámos saber se os alunos veem as novas tecnologias (corte e gravação a laser, impressora 3D, CNC's) como um potenciador da descoberta de novas soluções projetuais. Nas respostas, 80% dos alunos afirmaram positivamente, considerando as novas tecnologias úteis para o desenvolvimento do projeto, mas apenas 2,5% respondeu que são imprescindíveis (ver figura 119).

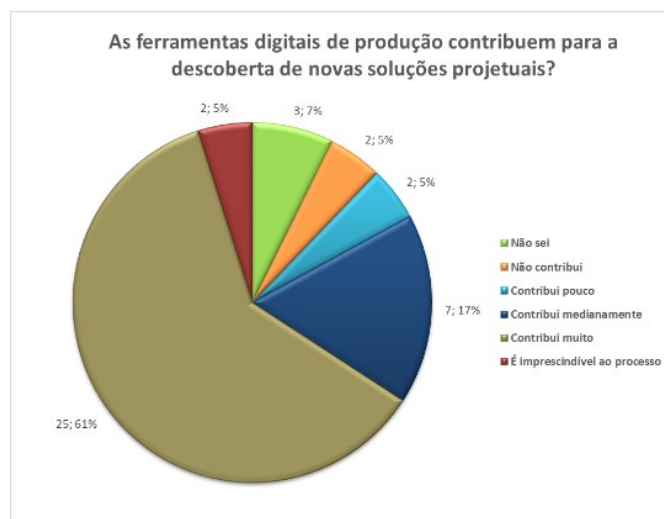


FIG. 119 – PERCENTAGEM DE ALUNOS QUE VERIFICAM A CONTRIBUIÇÃO DAS FERRAMENTAS DIGITAIS DE PRODUÇÃO (CNC'S, 3D PRINTERS, LASER CUTTERS).

Ao considerarem úteis as ferramentas tecnológicas digitais e que estes meios podem vir a melhorar o processo projetual, os discentes reconhecem um potencial nos novos instrumentos. Ainda assim, 20% tem dúvidas em relação ao benefício na utilização dos mesmos.

Segundo a observação direta e o conhecimento que detemos por ter coordenado o 3D LAB do IADE (Laboratório de Modelação e Prototipagem), vemos que a integração das novas tecnologias de produção ao nível dos programas de ensino de design exige ao corpo docente o conhecimento da operacionalidade com os sistemas. A própria forma de modelação e preparação de ficheiros é distinta para cada equipamento e a composição metodológica projetual tem de se adaptar a novas formas de raciocínio, integrando condicionantes e benefícios. Assim, como um marceneiro não trabalha um entalhe em madeira de pau-santo como trabalha em madeira de pinho devido às diferentes características dos materiais, um designer também não modela da mesma maneira um projeto que está pensado para ser realizado numa 3D printer ou numa CNC. Neste contexto, poder-se-á dizer que é exigível algum conhecimento mais técnico, que requer tempo e prática

para existir uma adaptação. A ligação destes novos instrumentos aos programas curriculares requer a formação dos docentes das áreas científicas projetuais. Podemos apontar que as condicionantes foram identificadas pela falta de interdisciplinaridade e pelo enraizamento dos processos tradicionais, com a prevalência de uma forte atitude “impermeável” quanto à aplicação dos meios tecnológicos de modelação digital tridimensional (Duarte et al., 2012).

Na última questão (aberta) realizada a todos os alunos (200), perguntámos o que mudaria para tornar os projetos mais criativos. Uma resposta mencionou a “(...) necessidade de uma maior articulação e envolvência entre a U.C de projeto e a U.C. de Representação digital”, e outra “Aumento da carga horária de Projeto e formação em workshops de processos de transformação para gerar uma maior liberdade na utilização de técnicas e processos”.

É indiscutível que os novos programas curriculares têm impreterivelmente que relacionar as valências tecnológicas e incorporar os novos meios de representação no desenvolvimento dos projetos para melhor responderem aos interesses dos formandos.

4.2.1.3. Experiência com um exercício em aula na U.C. de Design de Produção

O objetivo desta experiência, realizada no final dos anos letivos de 2014/15 e 2015/16, foi verificar como os alunos interagem com a modelação analógica e digital, quando estas são aplicadas na fase generativa do processo. Sob a investigação ativa, procurámos identificar aspetos cognitivos e de técnicas manipulativas quando a fase de ideação trabalha com os diferentes instrumentos, através da realização de um relatório.

Esta experiência surgiu na sequência da análise dos resultados obtidos no inquérito por questionário, na qual se verificou existir uma estrutura (hermética) e de separação dos meios de modelação por fases distintas do projeto. Compreendemos que os valores associados à utilização dos meios digitais 3D nas UC's de Projeto no 2º ano são baixos e os conhecimentos da representação tridimensional digital muito redutores.

A metodologia do exercício consistiu na criação de uma estrutura modular de apoio a situações de catástrofes (habitação), com chapa estampada e tubo metálico. O exercício foi individual, apresentado a duas turmas, e com uma amostra de 32 alunos. Em cada fase do exercício, foi pedido aos alunos que fizessem ensaios alternados de desenhos e modelação 3D digital e que respondessem a um pequeno relatório com um conjunto de questões abertas.

O objetivo central baseou-se nas seguintes questões:

. Como avalia a sua performance na fase projetual que desenvolveu?

. Quais as dificuldades sentidas e que fatores foram responsáveis?

. Como quantifica de 0 a 100% o seu trabalho, até chegar à solução?

Para o registo dos dados qualitativos obtidos nos relatórios, escolhemos 17 exercícios validados, visto que houve alunos que não responderam a todas as questões e outros que responderam fora do contexto.

A metodologia aplicada ao projeto consistiu na aplicação dos meios analógicos (esboços e maquetes) e desenhos digitais bidimensionais (modelação em Illustrator, Cad, Coreldraw, outros). Na última fase do projeto, foi pedido que os alunos tentassem realizar o conjunto dos módulos, num software 3D digital. Dos resultados, a quantificação da performance pessoal na fase de geração foi designada pelos alunos com 5,9% das respostas relativas a elevada performance e 58,8% relativas a boa performance. A fase de produção técnica apresentou valores inferiores como 0% na elevada performance e 29,4% na boa performance (ver figura 120).

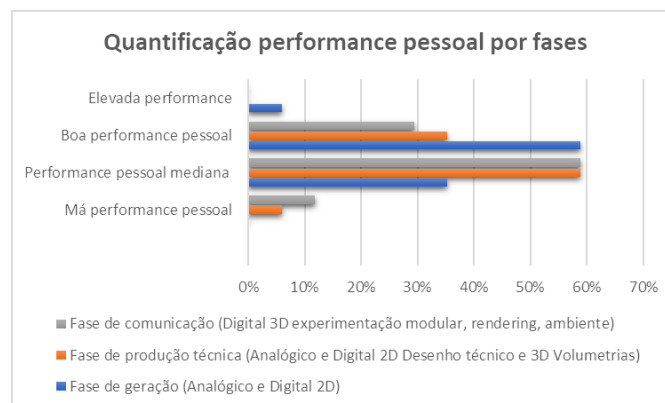


FIG. 120 – QUANTIFICAÇÃO DA PERFORMANCE PESSOAL NAS DIFERENTES FASES DO EXERCÍCIO EXPLORATÓRIO (EXCETUANDO A FASE DE PROSPEÇÃO E ANÁLISE).

Na fase de comunicação, é importante referenciar as respostas sobre a falta de domínio das ferramentas 3D digitais, dificuldade de modelação e utilização dos softwares e problemas com o tempo de execução. Ao referirem o grau de dificuldade sentida na fase de geração, os alunos apontaram muita dificuldade na fase de comunicação, com o valor mais elevado com 17,6% e alguma dificuldade com 71%. A menor dificuldade foi sentida na fase de produção técnica (41,3% dos alunos) e em relação às fases de geração e comunicação (11,8%). Na questão aberta, em que

se questionou quais os fatores responsáveis pelas dificuldades sentidas, o tempo foi a maior referência, seguido dos problemas sentidos na representação por modelação digital, nesta área, referindo ser bastante trabalhoso ou reconhecendo a falta de domínio tridimensional, dificuldade de utilização e gerenciamento nos softwares. No que respeita à quantificação pessoal do trabalho realizado, das 51 respostas, 15 não responderam, pelo que tomámos em consideração apenas alguns indicadores, como a fase de geração designada com 70% (cinco alunos em falta), a fase de comunicação com 60% (seis alunos em falta), a representação técnica com 67% (quatro alunos em falta).

A relação entre a modelação analógica e a relação digital utilizada em cada fase indicaram que nem todos os alunos utilizaram a forma de representação por desenho com os meios digitais. Assim, os resultados indicam que, na fase de geração, 84% dos alunos utilizaram a modelação analógica e 16% a digital. Na fase de produção técnica, 49% respondeu que utilizou a modelação analógica e 51% a digital e, na fase de comunicação, 38% respondeu a utilização dos meios analógicos e 62% a utilização dos meios digitais. Cruzando os três gráficos, concluímos que os alunos verificaram a sua melhor performance na fase de geração, onde utilizaram em grande escala os meios analógicos de representação, por estarem mais familiarizados com as técnicas e os processos analógicos. No entanto, apontaram a maior dificuldade (muita e alguma dificuldade), também na fase de geração (88,2% dos alunos) e na fase de comunicação (88,1%), com a utilização dos meios analógicos e digitais (ver figura 121).

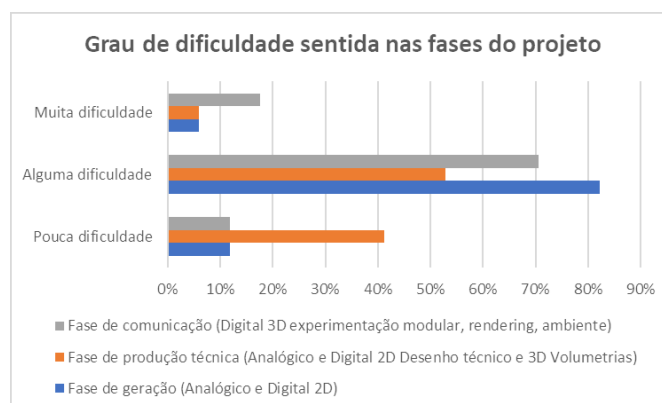


FIG. 121 – GRAU DE DIFICULDADE SENTIDA NAS FASES PROJETUAIS DO PROJETO EXPLORATÓRIO.

Concluímos que o problema reside na capacidade representativa em geral, seja pelo processo analógico ou digital, porque 84% dos alunos utilizou a modelação analógica na fase de geração, e 62% utilizou a modelação digital na fase de comunicação (ver figura 122). Pudemos constatar que

os alunos representaram mal através dos seus desenhos inexpressivos e pouco evolutivos⁴³⁷. Na questão aberta realizada neste relatório sobre quais os fatores responsáveis pela dificuldade sentida, os alunos responderam a dificuldade na geometria, nas questões técnicas de representação, na utilização dos softwares, principalmente na falta de prática.

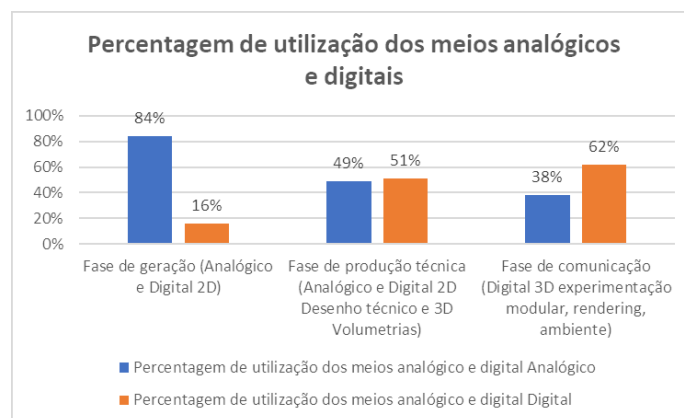


FIG. 122 - PERCENTAGEM DE UTILIZAÇÃO DOS MEIOS ANALÓGICOS E DIGITAIS NO EXERCÍCIO EXPLORATÓRIO.

4.2.2. Segunda Fase – Caso de estudo / Análise do Processo

4.2.2.1. Processo

⁴³⁷ A falta de capacidade técnica de representação e explanação foi demonstrada na investigação de Almendra (2010, p.31) e nos resultados do inquérito por questionário que disseminámos no âmbito desta investigação.

QUANTIFICAÇÃO DA CRIATIVIDADE NO PROCESSO DE DESIGN

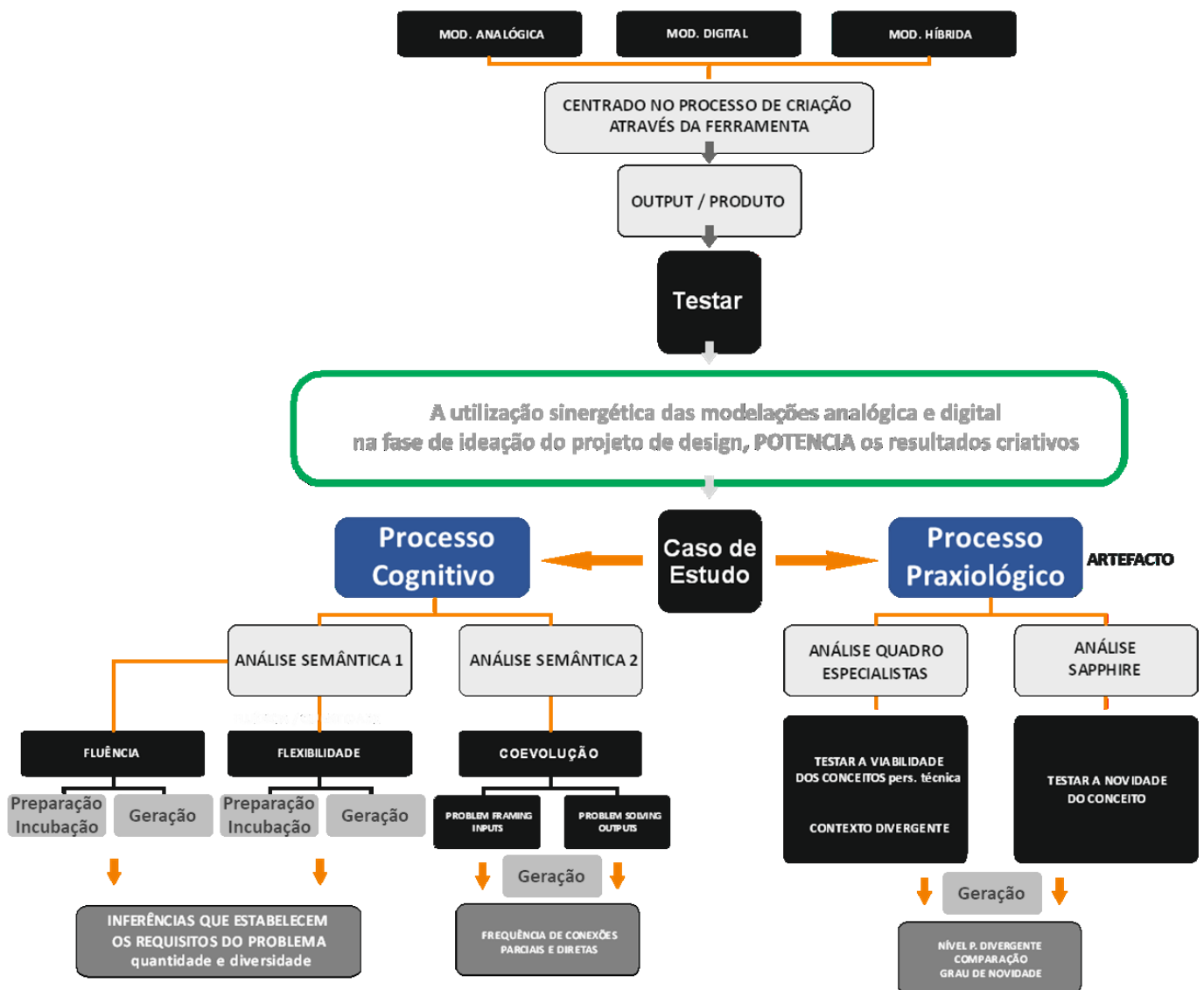


FIG. 123- ORGANOGAMA DOS CRITÉRIOS AVALIÁVEIS NO CASO DE ESTUDO.

A segunda fase da recolha de dados, exploratória⁴³⁸, sob uma metodologia mista qualitativa e quantitativa intervencionista, respeitou o a utilização do método de análise, de dados verbais⁴³⁹ (Chi, 1997), consistente na experimentação de um exercício individual, lançado no espaço

⁴³⁸ Na recolha de dados do tipo exploratória, procura-se saber o que dizem os dados. Segundo Robson (2002) nesta forma flexível de investigação, torna-se necessário explorar para compreender o que é explorado. Sob os dados quantitativos espera-se obter a validação da hipótese.

⁴³⁹ A análise de dados verbais é um método introspectivo que deriva do protocolo verbal, e privilegia a compreensão do processo cognitivo e a prática, analisando-se as verbalizações que explicam o pensamento (memória curta) enquanto se procede à realização de uma tarefa (Ericsson e Simon, 1993; Someren, Barnard, Sandberg, 1994; Tomitch, 2007; Yang, 2003).

universitário, a um grupo de experiência e dois grupos de controlo, sob uma observação não participante (Candy e Edmonds, 1996, Galle, 1996, Valkenburg e Dorst, 1998).

O grande objetivo da aplicação deste método foi verificar se a utilização sinérgica das modelações analógica e digital potenciam o resultado criativo, compreendendo como os designers formulam o problema e descobrem a solução, quando aplicam os meios analógicos e digitais na fase de ideação do projeto de design. Procurámos saber quais as estratégias utilizadas no processamento coevolutivo do espaço do enquadramento do problema e do espaço da solução, e que elementos cognitivos são responsáveis pelo processamento da criação das ideias.

Sob uma metodologia mista de observação dos dados qualitativos e quantificação estatística, prevaleceu na análise de caso de estudo a conversão dos dados qualitativos provenientes da recolha da análise verbal pelas frequências semânticas⁴⁴⁰ e a interrelação convertida em dados quantitativos, que geraram valores para as três condições ou experiências distintas. As duas primeiras experiências corresponderam ao estudo individual dos alunos (caso), efetuado com dois grupos de controlo (meio analógico e meio digital separadamente), e um grupo de experiência (meio analógico e meio digital em sinergia) em ambiente de estúdio. O caso de estudo centrou-se nas fases prospetiva e generativa (Fase A+B e C que representam o processo de ideação)⁴⁴¹ e relacionou as ações reflexiva e prática da ação de projetar.

A experiência teve por referência o estudo de Ibrahim e Rahimian (2010) em que os investigadores procuraram encontrar uma ferramenta que melhorasse a cognição e a comunicação entre os arquitetos na fase da cognição do design. Nas suas experiências, concluíram que o desenho por esboço, apesar de permitir produzir vários conceitos, é insuficiente e limitador quando os problemas de design são complexos, e as CAD tools foram identificadas como prejudiciais à ação de criação dos designers iniciantes. O estudo de Ibrahim e Rahimian foi relevante por terem determinado as vantagens e desvantagens dos processos analógicos e digitais, concluindo que as ferramentas têm de melhorar para melhor se adaptarem às necessidades do projeto.

⁴⁴⁰ A frequência semântica I e II é definida no contexto do nosso caso de estudo, como o processo de codificação que utilizámos para quantificar os dados verbalizados pelos participantes, ao nível das inferências ou deduções sobre os requisitos do problema (proferidas como heurísticas do design, semântica I) e a estruturação do enquadramento ou levantamento do problema e da proposição de solução (semântica II).

⁴⁴¹ A fase de prospeção e iluminação corresponderam à primeira fase do exercício com a definição primeiros princípios do projeto (definição dos requisitos e constrangimentos), e a fase C correspondeu ao processo gerador ou síntese onde se procedeu à criação.

Cross (1999) e Suwa e Tversky (1997) mencionaram que as ferramentas de representação externa são responsáveis por auxiliar a memória e por gerar ou condicionar o pensamento (Ibrahin e Rahimian, 2010, p.959). Na nossa opinião, são ferramentas de diálogo que proporcionam o processo coevolutivo responsável pela cognição e ideação.

No caso de estudo, não analisámos apenas o processamento abstrato ou divergente, porque interpretamos a ideação em design como uma cumplicidade entre o pensamento divergente e convergente (mais racional e preocupado com os aspetos da viabilização). Portanto, a recolha de dados incidiu tanto na fase prospetiva de constituição dos primeiros princípios, como na ação de exploração de uma proposição ou ideia. A metodologia da análise de dados verbais procurou encontrar, na verbalização do processo mental, a memória de arquivo, memória de trabalho e a memória sensorial que se liga ao processamento cognitivo e prático (ver figura 124).

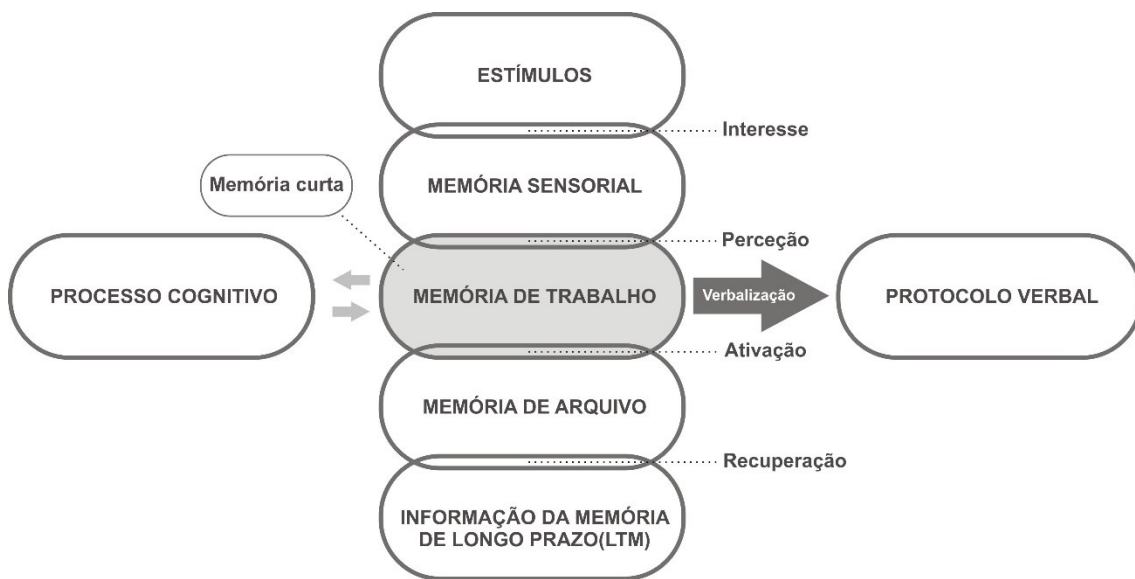


FIG. 124- MODELO DO SISTEMA COGNITIVO DE JASPER ET AL. (2004) ADAPTADO AO CASO DE ESTUDO DA INVESTIGAÇÃO. FONTE: ADAPTADO DE REIS, LÖBLER, BOLZAN (2013, p.4).

O tipo de protocolo utilizado foi introspectivo, em que a informação foi recolhida diretamente da memória de trabalho. Utilizámos este processo para ser mais fidedigno em relação ao modo como os participantes realizaram o processo cognitivo projetual, registando-se os momentos de decisão em tempo real e todas as ações como a metodologia, erros, pressões, dúvidas, motivações. Este estudo foi disseminado no final dos anos letivos de 2014/15 e 2015/16.

4.2.2.2. Amostragem e Critérios de Seleção dos Participantes

Para a análise experimental no protocolo de dados verbais, definimos três grupos de participantes⁴⁴², constituídos por oito elementos cada. Os alunos foram escolhidos aleatoriamente no IADE-Universidade Europeia, com a condição de serem alunos do terceiro ano do primeiro ciclo e três alunos do segundo ciclo de estudos. Os 24 participantes femininos e masculinos foram convidados a realizar a experiência, tendo sido questionados apenas se detinham domínio das representações e em que meio representativo sentiam melhor performance. A seleção dos alunos foi feita pela diversidade dos mesmos em diferentes turmas, para que pudéssemos abranger uma representatividade mais fidedigna em relação ao universo de alunos do IADE-UE.

As experiências tiveram um tempo máximo de 2h30, divididas em três fases, como se pode verificar no briefing nos anexos 5 e 6. A dimensão da amostra respeitou a característica dos recursos necessários⁴⁴³ e possíveis de utilizar, o volume de dados que os protocolos verbais geram e a quantidade de dados que os especialistas poderiam trabalhar (excessivos dados = exaustão = fracas avaliações).

4.2.2.3. Metodologia

Para a realização do caso de estudo, aplicámos a participação passiva do observador (Nardi, 1999). O processo de caso de estudo por análise de dados verbais seguiu similarmente os trâmites que Fugita (2009) delineou no artigo “A técnica introspectiva e interativa do Protocolo Verbal para observação do contexto sociocognitivo da indexação na catalogação de livros em bibliotecas universitárias: aplicação e análise” e que dividimos em três fases:

⁴⁴² Inicialmente contámos com 27 participantes que formalizaram o exercício, mas a recolha de dados revelou que duas gravações ficaram inviabilizadas pela falta de som e falhas na qualidade da imagem que impossibilitaram ver os conteúdos. Das vinte e cinco gravações viabilizadas, a primeira correspondeu ao estudo piloto.

⁴⁴³ Para cada experiência houve a necessidade de montar um estúdio de gravação no espaço 3D LAB do IADE- UE com a respetiva montagem dos equipamentos necessários, o que em média para uma experiência de 2h30 foram necessárias quatro horas (horário livre do 3D LAB) para proceder às gravações, sem interrupções.

. Fase de recolha de dados, em que se procedeu ao registo de dados (“concurrent data”) subdivididos em convite dos participantes, receção, apresentação e explicação da experiência, preenchimento de um formulário com o termo de participação do aluno, gravação da experiência e pós gravação, a explanação dos objetivos da investigação;

. Fase de tratamento de dados consistiu na transcrição integral dos dados dos protocolos verbais (ver quadros de codificação das análises semânticas nos anexos 8, 9 e 17) e codificação dos segmentos registados no processo que se dividiram em três partes: identificação dos primeiros princípios, introspeção analógica e momento geracional. Na fase de tratamento dos dados, procuraram-se os fenómenos recorrentes para estruturar as categorias e a segmentação baseou-se nas mudanças de contexto. Para facilitar a procura de informação, foram geradas anotações na codificação;

. Fase de codificação dos dados teve em conta as variáveis independentes relacionadas com a fluência, flexibilidade, enquadramento do problema e procura de respostas de solução e os ciclos de coevolução. As variáveis dependentes ligadas à tese deste estudo são os resultados cognitivos proporcionados no processo de ideação (quando sujeito às diferentes utilizações das tipologias de modelações) e a ideia materializada sob a forma de uma proposição de produto. Para codificar as variáveis independentes, foi criado um protocolo semântico I baseado em 14 elementos, que corresponderam às inferências (indução e juízos sobre os requisitos do problema) realizadas durante o processo.

A designação destes elementos advém de uma síntese que realizámos com base no trabalho de investigação de Yilmaz (2010), que identificou 210 evidências (heurísticas) no seu caso de estudo. Para a autora, a utilização do maior número de heurísticas do design promove as soluções inovadoras e a descoberta de características não sistemáticas, mas não quer dizer que tenha um efeito qualitativo direto nos resultados criativos. Para cada elemento da análise semântica I (análise da fluência e flexibilidade), foram definidos um conjunto de palavras significantes das inferências relacionadas com características do design de produto (ver anexo 8). Na transcrição dos protocolos verbais, foram assinaladas todas as inferências utilizadas em questões formadas, afirmações, dúvidas e decisões. Com este processo, conseguimos sinalizar a quantidade de vezes que o cérebro relaciona um dado que representa os requisitos do problema, como o tipo de fatores projetuais que são mais trabalhados cognitivamente para a construção de um conceito.

A flexibilidade como uma capacidade para a mudança de instruções ou contextos na procura de soluções determina-se, segundo Kim, Shin, Shin (2011), pelo maior número de diferentes

categorias encontradas. A variável da flexibilidade foi quantificada pelo valor correspondente às categorias de inferências diferentes, dentro do quadro semântica I.

As variáveis do enquadramento do problema (problem framing) e solução do problema (problem solution), verificadas na análise semântica II, foram expressas por Dorst e Cross (2001), e explicadas por Bonnardel e Zenasni (2010) como um processo cíclico de avanços e recuos que tem origem no questionamento sobre algo que levanta uma questão sobre o problema e que leva à tentativa de encontrar uma resposta. Cada vez que é levantado um problema, novos subproblemas são evidenciados até se garantirem algumas proposições que são posteriormente analisadas, testadas e refinadas (Zimmerman, 2003).

Para a quantificação do enquadramento do problema, verificámos as vezes que o aluno levanta um problema (input)⁴⁴⁴ ou atividades que são de descoberta como indagações e que têm por objetivo filtrar informações sobre o problema, constituindo um quadro de análise. A variável de procura de soluções (outputs) está associada (coevolutive) ao enquadramento do problema (inputs) e corresponde às vezes que existe uma decisão de alterar ou propor.

Para quantificar as variáveis do enquadramento do problema e da solução, gerámos uma nova tabela “semântica II”, que utilizou os 14 elementos aplicados na análise semântica I, e acrescentou mais seis elementos que estão ligados às características cognitivas do designer, como os conhecimentos de mecânica básica, amplitude analógica e cultura visual, previsão e expectativa que demonstra a capacidade de mudança de estado (colocando-se o designer na posição dos sentidos e dos gostos do utilizador), capacidade metodológica para a construção dos primeiros princípios e constrangimentos do problema, capacidade de ser versátil e fazer mudanças de ação quando se compreende que o percurso que se está a seguir não é eficaz (negação da fixação de Cross, 2006); tomada de decisão quando se toma a iniciativa de validar um determinado tipo de ações para dar continuidade ao processo de descoberta. A diferença das codificações da análise semântica I e análise semântica II, resulta no significado e na função que os elementos constituem no processo projetual. As inferências (análise semântica I) relacionadas com os requisitos do problema, são induções que têm por função a identificação de linhas guia que irão conduzir o projeto, como por exemplo: “Tenho de pensar os aspetos da higiene, segurança (...)”, “(...) a dimensão é relevante para garantir a estabilidade (...)”, ou “(...) tem de ser estético e apelativo para agradar (...)”. Este procedimento existe para garantir que não são esquecidos os pontos essenciais (requisitos do problema) do projeto e para avivar a memória.

⁴⁴⁴ Ver também o subcapítulo 5.3.6.

O significado dos constituintes da semântica II têm um propósito diferente, porque respeitam o procedimento do levantamento de questões que se pretendem responder, correspondendo ao levantamento de subproblemas e subsoluções, como por exemplo: “Como é que este componente pode funcionar, se tem uma forma irregular?”, “ (...) o excessivo número de componentes pode encarecer o produto?” ou “O que é que os utilizadores vão apreciar neste produto?”. Neste contexto, algumas afirmações / interrogações que os alunos realizam também podem ser conotadas (dado o teor da dúvida) como levantamentos de problemas, como por exemplo: “(...) a estrutura do objeto sendo feita deste modo, irá criar problemas de resistência ou talvez se consiga conferir mais resistência utilizando (...)”.

Os “inputs” funcionam como instrumentos desencadeadores de um raciocínio ou a visão de um problema. Os “outputs” são ideias de solução ou hipóteses para os problemas levantados. No nosso estudo, verificámos que não existe uma relação equilibrada entre os “inputs” e os “outputs” porque, no método de análise verbal, por vezes os participantes esquecem-se de verbalizar ou mantêm um pensamento tácito. O cérebro, porém, pensa a uma velocidade superior à verbalização e cria situações em que os alunos pensam os problemas, mas não evocam a resposta e colocam um subproblema conectado ou não ao problema anterior. Por este motivo quantificámos o número de vezes que é levantado um problema e são propostas soluções sem uma relação direta entre as condições.

Foram igualmente quantificadas as relações de coevolução (subcapítulo 5.3.), ou seja, a combinatoria dos enquadramentos (“inputs”) e as possíveis respostas (“outputs”). Verificámos que, na generalidade, os alunos elaboram o processo coevolutivo com um baixo índice de ciclos iterativos (Pahl e Beitz, 1984), porque não dedicam tempo ao detalhe da solução. O pensamento é também desordenado, voltando muitas vezes ao mesmo problema de forma não sequencial (backward).

4.2.2.4. Desenho das Experiências

Com o propósito, da compreensão da interação dos designers com os recursos concetuais no ato concetual do projeto e a análise comparativa do desempenho criativo, o desenho das experiências dividiu-se no exercício de controlo e exercício de experiência. Para a obtenção dos dados relacionados com o domínio cognitivo e a intervenção prática ou *modus operandi* sob a

forma de uma proposição de produto, desenhou-se o estudo individual com base na criação de uma solução inovadora para uma escova de dentes prática e portátil para adultos.

Para colaborar na estruturação do processo e visto que os alunos não puderam ter acesso à informação por internet (condicionante), tanto no exercício de controlo como o de experiência, foi solicitado aos alunos para cumprirem a realização do exercício em três fases, prospecção, desenvolvimento analógico (incubação) e concetualização (geração). Na primeira fase, pediu-se que os alunos respondessem a três questões, apresentando uma ideia dos principais requisitos que consideravam relevantes. Na segunda fase do briefing, os alunos abriram um saco de pano (opaco) com cinco objetos funcionais (caneta bic, gillete de barbear descartável, canivete suíço, fita métrica, mola para prender papeis). Este processo foi utilizado para todos os participantes, para permitir que cada aluno pudesse construir uma representação mental de hipóteses baseadas na memória LTM (Long Term Memory) e na STM (Short Term Memory), verificável na relação analógica. Na terceira fase, pediu-se que os alunos criassem a proposição sem grande preocupação de detalhe, visto que não aplicámos a variável da elaboração ao nosso estudo. Os briefings para os grupos de controlo e de experiência diferiram apenas na terceira fase (concetualização), pela necessidade de implementar uma metodologia de trabalho com uma alternância dos meios de representação, em que foi pedido que cumprissem escrupulosamente a ordem de trabalhos apresentada. Um requisito transversal a todas as experiências, foi a solicitação que os alunos comentassem os componentes do objeto, a formulação das volumetrias básicas, a estrutura funcional, a interação com o ser humano, e a explicação dos materiais. A ordem de trabalhos desenhada para a fase geracional da experiência híbrida (condição que responde à hipótese), contou com a seguinte sequência:

- . Introdução da modelação sob o processo analógico para realizar a tipologia de componentes necessários para a realização da ideia;
- . Aplicação da modelação digital para gerar volumetrias das ideias em curso;
- . Utilização de um dos processos para representar a funcionalidade da ideia definida;
- . Utilização da modelação analógica para representar materiais e texturas;
- . Aplicação da modelação digital para definir alguns atributos estéticos de acabamentos. Este item foi apenas realizado caso tivessem tempo para o realizar, sendo, portanto, facultativo. O desenho da ordem e a tipologia de tarefas foram realizadas de acordo com os resultados obtidos no inquérito por questionário.

4.2.2.5 Meios e Recursos para a Realização das Experiências

Para a realização do estudo do grupo de controlo sob a utilização do modo inteiramente analógico, criou-se um estúdio isolado com uma bancada de trabalho, uma caixa com as ferramentas necessárias e outra com os materiais⁴⁴⁵ passíveis de utilização. A câmara de vídeo foi colocada a uma distância significativa do participante para se tornar menos evasiva e passar despercebida. Neste ambiente de estúdio, os alunos (em geral) sentiram o espaço como seu, por não existirem quaisquer interferências externas.

Na recolha dos dados pelo processo digital, utilizou-se um outro estúdio isolado, com uma bancada com um computador e a colocação da câmara foi aplicada atrás do participante para não ser perceptível e para gravar as imagens em direto do monitor. Um espelho colocado ao lado do monitor permitiu visualizar o participante e o ambiente de trabalho, permitindo identificar melhor as expressões e as verbalizações no ato da transcrição de dados.

No grupo de experiência, dado que utilizou o método analógico e digital em simultâneo (híbrido), teve de ser concebida uma bancada dividida em duas áreas em ambiente de estúdio. Este estúdio exigiu mais equipamentos e espaço (ver figura 125) porque foram necessários um monitor virado para o participante e outro para a câmara, o que permitiu gravar ao mesmo tempo a ação manipulativa e a verbalização com a ajuda de microfone. A disposição das ferramentas e dos materiais foram colocados lateralmente ao participante para facilitar as operações.

Pudemos constatar que as composições dos estúdios foram relevantes para a obtenção dos dados, fundamentalmente porque uma elevada percentagem dos alunos participantes mencionou não ser afetada pela gravação. Este facto foi inclusivamente visível através do uso de alguns termos menos próprios que os alunos utilizaram durante o processo, o que é indicador de que estavam no seu ambiente. Este fenómeno foi registado no fim das gravações, num diálogo com os alunos que disseminámos após a realização das experiências.

⁴⁴⁵ Decidimos aplicar materiais fáceis de transformar, como as espumas de poliestireno, cartolinas, cartões, k-lines, para serem cortados, desbastados e assemblados com técnicas básicas e rápidas, que não afetassem o pensamento.



FIG. 125- PREPARAÇÃO DO ESTÚDIO PARA A EXPERIÊNCIA DA CONDIÇÃO HÍBRIDO (TESTE PILOTO) 3D LAB.

4.3. Segunda Fase – Caso de estudo / Análise do Artefacto

4.3.1. Estruturação

O resultado dos conceitos de cada fase experimental foi materializado por três formas distintas, que obrigaram à criação de uma terminologia comum, em termos de imagem, para poder apresentar a informação aos especialistas, que constituíram um quadro de avaliação combinada de especialistas (Baer e McKool, 2009; Amabile, 1993).

A fim de conseguir o objetivo de tornar igual a leitura do júri, utilizámos duas imagens para cada caso⁴⁴⁶, a primeira que corresponde ao produto final produzido pelo participante e a outra que desenhamos (ver figura 126) para demonstrar a funcionalidade, tendo por base a explicação dos alunos durante a verbalização. Os desenhos (rítmicos, subcapítulo 5.4.1) foram ainda reforçados com uma breve designação das características dos objetos criados.



FIG. 126- EXEMPLOS DE PROPOSIÇÕES REALIZADAS POR MODELAÇÃO DIGITAL E ANALÓGICA E RESPECTIVOS DESENHOS EXPLICATIVOS FEITOS PELO AUTOR PARA DEMOSTRAR O FUNCIONAMENTO DO CONCEITO AO QUADRO DE ESPECIALISTAS.

⁴⁴⁶ Utilizámos o Google Forms para enviar os formulários ao quadro de especialistas.

4.3.2. Constituição do Júri Externo

Para o efeito da avaliação do resultado dos conceitos apresentados em termos dos potenciais atributos⁴⁴⁷ e a possibilidade de poderem constituir um produto real, considerámos o método de avaliação combinada de especialistas para a constituição de um grupo de avaliadores⁴⁴⁸, designers industriais com mais de dez anos de experiência de trabalho na área e com trabalhos realizados em empresas nacionais, como por exemplo: Novo Design, Brandia, Alldreams, Pura Imagem, PLM, S.A., Centife, IST (Instituto Superior Técnico), Microsoft, REMG LDA (Renault), Modus Design, Simoldes. O convite foi formalizado por telefone e seguidamente foi enviado um e-mail a cada especialista com a explicação dos objetivos da investigação e a intenção da participação dos avaliadores. Após a confirmação da aceitação, enviámos um formulário dividido em três fases para os avaliadores responderem quando tivessem disponibilidade.

A conclusão do processo (recepção de todos os formulários) foi realizada em cinco meses, porque a dimensão do formulário e a disponibilidade dos especialistas foram dois fatores difíceis de gerir, mas que compensaram pelo esforço e a total adesão na participação dos especialistas.

4.3.3. Desenho do Formulário de Avaliação das Hipóteses pelo Quadro de Especialistas

O formulário concretizado no Google Forms, dividiu-se em dois momentos. O primeiro momento definiu-se pelo registo dos dados do avaliador como a identificação com o nome, idade, filiação (última empresa) e outras referências de empresas onde trabalhou. O segundo momento respeitou a apresentação dos 24 casos apresentados aleatoriamente, sem se divulgar se foram processados com meios analógicos, digitais ou híbridos. Para cada caso, seis respostas fechadas, obrigatórias, foram pedidas numa escala de Likert de um a cinco valores (“semantic differential scale”) com uma categorização das respostas diferenciada pelo tipo de atributos expressos (ver anexo 16, formulário de avaliação do artefacto pelos avaliadores). O último item de avaliação descreve a quantificação do potencial da ideia em relação à possibilidade de poder prosperar nas fases consequentes do projeto. A escala numérica foi utilizada, significando o valor um como

⁴⁴⁷ Foram verificados os atributos relacionados com a condição estrutural, funcional, usabilidade, interface, interação, aspetos técnicos. Conforme a disponibilidade dos avaliadores, a entrega dos formulários foi processada em três partes, dado a dimensão do formulário.

⁴⁴⁸ Várias foram as investigações que utilizaram o painel de júri para avaliação das variáveis ligadas à criatividade projetual, como Sarkar (2006), Linsey (2007), Justel (2008), Shah et al. (2001).

baixo potencial e cinco como alto potencial. Salientamos que não houve a necessidade, por parte dos avaliadores, de recorrerem a qualquer tipo de explicação relacionado com o formulário ou os casos. Para minimizar as dúvidas existentes sobre o conteúdo e a forma de responder ao formulário, fizemos um ensaio prévio com um professor do IADE-UE, detentor de uma experiência de ensino de 25 anos, na área de Design de Produção Industrial. Neste ensaio, verificámos através das suas indicações, algumas alterações a realizar, e decidimos dividir o formulário em três partes de informação (144 respostas a dividir por três grupos de informação). A resposta ao formulário exigiu, dos especialistas, concentração e tempo para analisar, compreender e atribuir um valor para cada parâmetro de quantificação dos 24 casos.

Salientamos que as questões baseadas no quadro de requisitos que os avaliadores quantificaram, refere-se a uma apreciação do espaço convergente da produção viável do conceito e que, por um método de relação e oposição, pudemos quantificar o espaço divergente que, segundo a crítica literária, é o tipo de pensamento mais responsável pela elaboração de hipóteses com potencial criativo.

4.3.4. Quantificação da Novidade do Conceito Produzido

Vários são os métodos utilizados para analisar a novidade dos resultados sob forma dos produtos ou conceitos. Sarkar e Chakrabarti (2007) desenvolveram o método SAPPPhIRE⁴⁴⁹ para analisar o grau da novidade, que ligaram à utilidade para avaliar a criatividade (ver o subcapítulo 5.5). O método SAPPPhIRE resulta de uma tabela onde são descritos vários componentes do produto (ver quadro 6) que devem ser comparáveis com outros produtos no domínio, para verificar o quanto são diferenciadores. O método da utilidade de Sarkar e Chakrabarti foi inspirado no conceito de Sternberg e Lubart (1999) e Mumford e Gardner (1994), verificando a apropriação e o valor social. Para os autores, a avaliação da criatividade resulta da fórmula $C \text{ (creativity)} = N \text{ (novelty)} \times U \text{ (usefulness)}$ e, comparativamente a outros tipos de testes, provaram que as suas metodologias são confiáveis.

Estando o nosso estudo centrado na fase de produção de ideias iniciais para testar as ações das modelações no processo de design, para verificar a quantificação do nível criativo das

⁴⁴⁹ SAPPPhIRE representa um método de quantificação do grau de novidade dos produtos através da avaliação comparativa com produtos do mesmo domínio. Avalia-se o S – Estado; A – ação; P – Fenómeno físico; I - Inputs; R - Órgãos; E- Efeito físico.

proposições, aplicámos, associado à metodologia de avaliação dos especialistas, o método SAPPPhIRE⁴⁵⁰.

Para comparar as ideias projetadas com o domínio existente, socorremo-nos de uma prospeção na internet sobre as várias tipologias de escovas de dentes portáteis. Verificámos existirem quatro segmentos de escovas diferenciadas, para o qual estabelecemos um quadro de análise do método SAAPhIRE, para definir as características de cada segmento e torná-los comparáveis com as 24 propostas feitas pelos alunos (ver anexos 10 e 12, código caso de estudo, método SAAPhIRE). A variável da utilidade não foi contemplada com a utilização da opinião do público, porque as ideias apresentadas foram conceitos prematuros, e não faria sentido serem avaliados por utilizadores, mas sim por especialistas numa visão mais detalhada. Na quantificação do grau de novidade atribuído aos conceitos realizados pelos alunos, utilizámos uma matriz de avaliação comparativa de cada critério do método SAPPPhIRE, para os quatro produtos que representam o segmento das escovas portáteis para adulto no domínio.

Conclusões Intermédias

Numa investigação do âmbito social e humano, de análise do processo cognitivo, não é esperado que os resultados sejam vistos como uma conclusão absoluta. O resultado da interpretação do processo mental é subjetivo, guiado pela ação e os conhecimentos do observador e dos participantes, assim como pelo ambiente onde são experienciados os estudos.

O tipo de metodologias aplicados a este tipo de investigações são métodos mistos de natureza qualitativa e quantitativa. Vários são os métodos utilizados para a recolha de dados e, geralmente, nos métodos experimentais, utilizam-se alguns para proceder à triangulação dos dados para comprovação estatística (quantitativa) ou apenas obter um parecer qualitativo fundamentado.

Os métodos comuns de recolha de dados têm vindo a ser reelaborados com o propósito de torná-los menos evasivos e mais confiáveis. Um exemplo é a aplicação do método “concurrent data” e o “retrospective data”, na recolha de dados da análise de protocolo verbal, que para muitos autores tem sido motivo de crítica. Os dois métodos não são perfeitos, no entanto, o “concurrent

⁴⁵⁰ Apesar do método ser utilizado a produtos finalizados, a composição das variáveis, estruturadas no método SAPPPhIRE, podem ser utilizadas na análise das proposições, porque os elementos constituintes das ideias, abrangem as variáveis da ação, partes, fenómeno físico, efeito físico, mudança de estado, inputs e órgãos.

data” consegue uma maior naturalidade do processo, porque os dados são extraídos no momento, não existindo a possibilidade de serem preparados antecipadamente (retrospective).

Nos métodos que utilizámos para a recolha de dados, o mapeamento dos programas das unidades curriculares afetas ao projeto de design em três instituições de ensino superior nacional, concluímos que as UC’s de teor analógico (como o desenho, modelação por modelos) apresentam, nos seus conteúdos, aspetos gerenciadores e mais focalizados para a exploração da ambiguidade e abstração, ou seja, os princípios do pensamento divergente. Na UC’S digitais, trabalham-se mais os contextos racionais, porque existe uma preocupação mais formativa que explora o pensamento convergente.

Nas fases de ideação, utilizam-se maioritariamente os meios analógicos e os contextos programáticos ainda inscrevem os hábitos de trabalho assentes na cultura do desenho e pelo desenho. Os resultados do inquérito por questionário, realizado a uma amostra de 200 alunos de duas instituições nacionais e duas internacionais, reforçaram as conclusões do mapeamento programático. O inquérito revelou ainda um aspeto crítico no âmbito do ensino projetual, na nossa opinião, se revela como um problema que merece atenção. O problema em causa é visto do seguinte modo:

Segundo as respostas dos alunos, a representação por desenho, sendo a forma de modelação utilizada na fase de ideação ou geração, é também considerada o meio onde se sente maior dificuldade por falta de experiência e hábitos do desenho (Almendra, 2010). A representação digital foi apontada como a mais difícil. Estes dados revelam que, existindo a dificuldade na utilização dos meios de representação, o processo de reflexão é comprometido⁴⁵¹, gerando-se um cenário menos propenso ao bom desempenho criativo (fig.112).

Os dados obtidos no inquérito por questionário foram cruzados com uma experiência realizada no âmbito de um exercício de aula. Foi confirmado que existe uma enorme dificuldade representativa a um nível geral, onde os alunos apontaram a falta de perceção geométrica, problemas na representação técnica e na utilização dos softwares, e falta de prática no uso dos softwares digitais.

No caso de estudo, criaram-se três condições (analógica, digital e híbrida), para se quantificar e comparar a variável dependente (potencial criativo) entre 24 casos que corresponderam a uma amostra aleatória de alunos participantes do IADE-UE. Foram definidas duas áreas de avaliação

⁴⁵¹ Segundo Tschimmel (2010, p.360), Goldschmidt (2003, p.82) defendeu que “(...) dificuldades na representação gráfica limitam a imaginação visual e espacial do designer (...)”.

das variáveis independentes que analisaram o processo criativo e o produto do processo criativo (artefacto). As variáveis independentes utilizadas foram decididas pelos contextos da sua aplicação num quadro de investigadores que pesquisámos (ver anexo 16), e sob a nossa estratégia, aplicámos a fluência, flexibilidade, coevolução, pensamento divergente e convergente e o grau de novidade. As conclusões da análise das variáveis foram apresentadas no subcapítulo I do capítulo V.

Referências Bibliográficas

- Almendra, R.A. (2010). Decision Making in the Conceptual Phase of Design Process: a descriptive study contributing for the strategic adequacy and overall quality of design outcomes. Tese de Doutoramento apresentada na Faculdade de Arquitectura da Universidade de Lisboa.
- Anastas J.W., MacDonald M.L. (1994). *Research Design for Social Work and the Human Sciences*. Lexington, New York
- Baer, J., & McKool, S. S. (2009). Assessing creativity using the consensual assessment technique. In *Handbook of research on assessment technologies, methods, and applications in higher education* (pp. 65-77). IGI Global.
- Bonnard, N., Zenasni, F. (2010). The impact of technology on creativity in design: an enhancement? *Creativity and innovation management*, 19(2), 180-191.
- Candy, L., e Edmonds, E. (1996). Creative design of the Lotus bicycle: implications for knowledge support systems research. *Design Studies*, 17(1), 71-90.
- Chi, M. T. (1997). Quantifying qualitative analyses of verbal data: A practical guide. *The journal of the learning sciences*, 6(3), 271-315.
- Cross, N. (1999). Natural intelligence in design¹. *Design studies*, 20(1), 25-39.
- Cross, N. (2006). *Designerly ways of knowing*. Springer London.
- Cunha, L. M. A. D. (2007). Modelos Rasch e Escalas de Likert e Thurstone na medição de atitudes. Dissertação de mestrado em probabilidades e estatística. Universidade de Lisboa da Faculdade de Ciências. Departamento de Estatística e Investigação Operacional.
- Duarte, J. P., Celani, G., Pupo, R. (2012). Inserting computational technologies in architectural curricula. In *Computational Design Methods and Technologies: Applications in CAD, CAM and CAE Education* (pp. 390-411). IGI Global.
- Ericsson, K. A., Simon, H. A. (1993). *Protocol analysis: Verbal reports as data*, Rev. the MIT Press.
- Fujita, M. S. L. (2009). A técnica introspectiva e interativa do protocolo verbal para observação do contexto sociocognitivo da indexação para catalogação de livros em bibliotecas universitárias: aplicação e análise. A indexação de livros: a percepção de catalogadores e usuários de bibliotecas universitárias. São Paulo: Cultura Acadêmica, 51-79.
- Galle, P. (1996). Design rationalization and the logic of design: a case study. *Design Studies*, 17(3), 253-275.
- Ibrahim, R., Rahimian, F. P. (2010). Comparison of CAD and manual sketching tools for teaching architectural design. *Automation in Construction*, 19(8), 978-987.
- Johnson, R. B., Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational researcher*, 33(7), 14-26.

- Kim, Y. S., Shin, J. H., Shin, Y. K. (2011). Conceptual Design and Cognitive Elements of Creativity: Toward Personalized Learning Supports for Design Creativity. In *Design Creativity 2010* (pp. 105-111). Springer London.
- Kröper, M., Fay, D., Lindberg, T., Meinel, C. (2010). Interrelations between Motivation, Creativity and Emotions in.
- Maher, M. L. (2011). Design creativity research: From the individual to the crowd. In *Design Creativity 2010* (pp. 41-47). Springer, London.
- Mitchell, W. J. (1975). The Theoretical Foundation of Computer-Aided Architectural Design. *Environment and Planning B*, 2 (2), pp. 127-150.
- Mumford, R. P., Gardner, R. (1994). In Robert J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity*. Cambridge: Cambridge University Pres.
- Nardi, M. I. A. (1999). A metáfora e a prática de leitura como evento social: instrumentos do pensar a Biblioteconomia do futuro. Tese (Doutorado em Lingüística Aplicada e Estudos da Linguagem) –Programa de Lingüística Aplicada e Estudos da Linguagem, Pontifícia Universidade Católica, São Paulo).
- Onwuegbuzie, A. J., Teddlie, C. (2003). A framework for analyzing data in mixed methods research. *Handbook of mixed methods in social and behavioral research*, 2, 397-430.
- Pahl, G., Beitz, W. (1984). *Engineering design, The design council*. London, Springer, 12, 221-226.
- Reichardt, C. S., Rallis, S. F. (1994). The Qualitative-Quantitative Debate: New Perspectives. *New directions for program evaluation*, 61, 1-98.
- Robson, C. (2002). *Real world research*. 2nd. Edition. Blackwell Publishing. Malden.
- Sarkar, P., Chakrabarti, A. (2011). Assessing design creativity. *Design Studies*, 32(4), 348-383. Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142694X11000111>.
- Schon, D. A., Wiggins, G. (1992). Kinds of seeing and their functions in designing. *Design studies*, 13(2), 135-156.
- Sternberg, R. J., Lubart, T. I. (1999). The concept of creativity: Prospects and paradigms. *Handbook of creativity*, 1, 3-15.
- Suwa, M., Tversky, B. (1997). What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis. *Design studies*, 18(4), 385-403.
- Tomitch, Lêda M. B. (2007). Desvelando o Processo de Compreensão Leitora: Protocolos Verbais na Pesquisa em Leitura. *Signo*, Santa Cruz do Sul, v. 32, n. 53, p. 42-53, dez. 2007. Disponível em: <<http://online.unisc.br/seer/index.php/signo/article/view/244>> Último acesso: 20 nov. 2014.
- Valkenburg, R., Dorst, K. (1998). The reflective practice of design teams. *Design studies*, 19(3), 249-271.
- Van Someren, M. W., Barnard, Y. F., Sandberg, J. A. C. (1994). The think aloud method: a practical approach to modelling cognitive.
- Van Someren, M. W., Barnard, Y. F., Sandberg, J. A. C. (1994). The think aloud method: a practical approach to modelling cognitive.
- Williams, A., Ostwald, M., Haugen, A. H. (2010). Assessing creativity in the context of architectural design education. *DRS 2010 proceedings*, Montreal, Canada.
- Yang M.W. (2003). Factors Affecting Students Getting into the Visual Communication Program: Empirical Evidence from Students in the Technological Universities/ Colleges in Taiwan. *Design Journal* 8(3):39–55.
- Yilmaz, S. (2010). *Design Heuristics*. A dissertation for degree of Doctor of Philosophy (Design Science) in The University of Michigan. Available in: <https://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/77845>.
- Zimmerman, E. (2003). Play as research: The iterative design process. *Design research: Methods and perspectives*, 2003, 176-184.

5. Avaliação dos Resultados das Experiências. Descrição do Processo Coevolutivo Responsável pelos Resultados Criativos do Processo de Design, quando sujeito à Utilização dos Meios Analógicos, Digitais e Híbridos.

(Introdução)

O método de caso de estudo, focado na prestação do processo criativo dos discentes, quando estão sujeitos às condições de projetar com os meios analógico (desenho de esboço e modelação física tridimensional), digital (modelação direta com um software 3D) ou meio híbrido (modelação analógica e digital em simultâneo), quantificou três variáveis independentes, que se ligam à ação do processo de design e duas variáveis independentes que correspondem à quantificação do artefacto. Ao nível do processo, analisámos a fluência, flexibilidade, e a coevolução do espaço problema e espaço solução. A primeira variável independente, a fluência, foi determinada pela quantidade de inferências proferidas pelos alunos participantes, em relação à constituição dos requisitos do problema⁴⁵². As inferências sobre os requisitos do problema, descrevem o futuro pensamento dirigido para um assunto específico como por exemplo, a usabilidade, produção, sustentabilidade, morfologia, etc. Os requisitos são “highlights” que constituem a orgânica do projeto e assinalam os campos de interesse ou que são obrigatórios (regulamentações), a ter em conta. A análise da fluência, permitiu-nos verificar o tipo de requisitos que são utilizados pelos alunos, na fase da ideação do projeto, assim como a quantidade de vezes que estes são proferidos (memória de trabalho). A flexibilidade foi analisada pela diferenciação entre categorias de inferências sobre os requisitos, definidos num quadro semântico. A coevolução foi determinada pela identificação das vezes que é pensado o enquadramento do problema e as vezes que se pensam as possíveis soluções. A análise da variável do pensamento divergente marcante no ato criativo, foi obtida na relação inversa da avaliação do pensamento convergente efetuada por um quadro de especialistas. A última variável, o grau de novidade foi aplicada com a intenção de comparar os resultados na fórmula, fluência + flexibilidade + coevolução + pensamento

⁴⁵² A constituição dos requisitos do problema faz-se durante todo o processo projetual de design e não apenas no início na fase de prospeção e análise. Cada vez que há um processo de descoberta, ele é ativado pelo gerenciamento dos requisitos do problema que funcionam como orientadores de um percurso mental para mais tarde enquadrar o problema e propôr uma solução. A descoberta dos constrangimentos resulta dos pré-entendimentos dos problemas.

divergente = resultado comparado com o grau de novidade. O grau de novidade foi calculado com base no método SAPPHERE.

5.1. Análise e Quantificação da Variável Independente Fluência

O conceito “fluência” em design, apresenta várias terminologias descritas por vários autores, mas todas elas referem-se a uma avaliação quantitativa de fatores, que tem por intenção, obter um resultado para provar algo. Tschimmel (2010) designou a fluência como a fluidez mental e mencionando Joy Paul Guilford, abordou que o psicólogo viu as pessoas criativas como as que produzem mais que as outras, fossem palavras, ideias, objetos, projetos. Para Katja Tschimmel, a fluidez mental, representa a capacidade do indivíduo em exprimir-se num dado período, por uma linguagem que pode ser verbal sobre uma determinada circunstância, expressões gráficas, ou quaisquer outras formas de exteriorização. Kim, Shin e Shin (2011) referindo o modelo de aprendizagem criativa de Treffinger (1980), disseram que a fluência consta de uma capacidade para se fazer múltiplas respostas para a mesma informação num limite de tempo (Guilford e Hoepfner, 1971). Urban (1995) quantificou a criatividade pelo maior número de ideias registadas e Casakin e Kreidler (2006), referiram a fluência como o número de respostas relevantes dadas num determinado contexto. Cross (2006) falou de persistência na procura ativa de informação.

O que podemos depreender das definições sobre a fluência e as metodologias de quantificação, aplicadas ao estudo da ação criativa, é que não existe uma fórmula única para a recolha de dados (ver subcapítulos 1.1.6.,2.,2.5.1.,3.3.7.) e a variável fluência pode ser analisada por diferentes condições, seja a quantidade de verbalizações, quantidade de soluções por um determinado tempo (Guilford e Hoepfner, 1971), número de páginas produzidas com ideias num determinado tempo e quantidade de hipóteses lançadas (Casakin e Kreidler, 2006). No nosso estudo, utilizámos o método da análise de verbalizações, num contexto de quantificação de inferências, sobre os requisitos do problema. Por forma a encontrar a confiabilidade do processo de codificação dos casos, estabelecemos uma tabela com quatorze áreas de inferências sobre o problema que chamámos de “Análise Semântica I”. A procura das inferências proferidas na verbalização dos alunos foi identificada por uma procura automática no software Word, utilizando as iniciais das semânticas (palavras baseadas nas heurísticas do design) que apresentamos no anexo 8. A recolha de dados teve em conta os dois momentos de execução do exercício (prospecção e geração) para a criação do conceito de uma escova de dentes portátil para adultos. Os dois momentos interligam-se na fase de ideação, mas foi a fase da geração que

determinou o resultado da quantificação, onde se utilizaram os meios analógicos, digitais ou híbridos (condições que comparamos no estudo). O resultado que pretendemos obter foi a identificação da condição mais produtiva mentalmente, calculada pela quantidade média de inferências produzidas no tempo (por minuto). Na procura do resultado, contabilizámos primeiro, o número de inferências produzidas na fase de prospeção⁴⁵³ e o número de inferências produzidas na fase de geração e os tempos para cada fase que determinou a fluência parcial. Tendo em conta que a avaliação é focalizada no efeito das condições sobre o resultado criativo, a fórmula que utilizámos foi a seguinte:

$$\frac{(\text{Quantidade de Inferências Fase Geração}) - (\text{Quantidade de Inferências Fase Prospeção})}{\text{Tempo utilizado Fase Geração}} = \text{Fluência Efetiva}^*$$

* A fluência efetiva neste estudo corresponde ao total de inferências (requisitos do problema) produzidas a mais ou menos na fase de geração, em relação à fase de prospeção e que resulta no número de inferências produzidas por minuto.

Os dados indicaram (anexo 19) que o grupo de controlo analógico foi o que apresentou o melhor resultado no total de inferências (783), com uma diferença mínima de 3 inferências em relação à condição híbrida (780) e a condição digital (533). As inferências totais por minuto, na condição analógica na fase de prospeção, foram de 3,02 e fase de geração de 0,92, na condição híbrida na fase de prospeção, foram de 2,08 e fase de geração de 0,80 e na condição digital na fase de prospeção foram de 1,82 e fase de geração de 0,68. Apesar dos valores das inferências totais por minuto serem mais elevados na condição analógica, a fluência efetiva mostrou que o número de inferências de diferença da fase da geração para a fase de prospeção foi muito inferior (69 inferências), comparativamente à condição Híbrida (368 inferências) (ver anexo 19). O resultado do índice de perda de inferências por minuto entre a fase de prospeção e geração, indicou que no grupo de controlo analógico houve um índice negativo de -14,63 inferências entre as fases de prospeção e geração, a condição digital teve o índice mais baixo de -10,55 e a condição híbrida, o valor de -11,70 inferências por minuto. Os valores da fluência efetiva, na fase de geração indicaram a condição mais produtiva, a condição híbrida, com o valor de 0,511 inferências por minuto, visto que a condição analógica teve um resultado de 0,149 inferências por minuto e a condição digital com 0,365. Se verificarmos o índice de tempo para as experiências, existe uma diferença acentuada entre as condições, mas todas responderam com menos tempo que o

⁴⁵³ Na fase de prospeção os alunos dedicaram-se a verbalizar os requisitos necessários para o seu projeto e lançaram pré-ideias com base na análise de cinco objetos por nós disponibilizados, evitando-se quaisquer contactos com a internet, porque interessou-nos verificar o conhecimento (pessoal).

estipulado para a execução do desafio (2h30). O total de alunos do grupo de controlo utilizou 9h42m53s, a condição digital, 10h45m50s e a mais demorada condição híbrida, 13h06m40s. A diferença de tempos não é invulgar, na medida que os processos digitais tal como foram abordados pelos alunos (inquérito por questionário), são meios onde os alunos sentem alguma dificuldade e é necessário tempo para a adaptação. O trabalho de investigação de Ferreira (2007) indicou que ao nível da quantificação da inovação, quando são implementadas novas tecnologias no sistema, requerem um tempo de adaptação e desenvolvimento, habitualmente expresso como processo de aprendizagem, até começarem a produzir resultados positivos. Apesar da condição híbrida ter realizado a experiência num maior período, o índice de aumento do número de inferências produzidas na fase de geração em relação à primeira fase de prospeção, foi mais elevada em relação às outras condições. O que demonstra uma tendência para existir maior fluência nesta condição (ver figura 127).

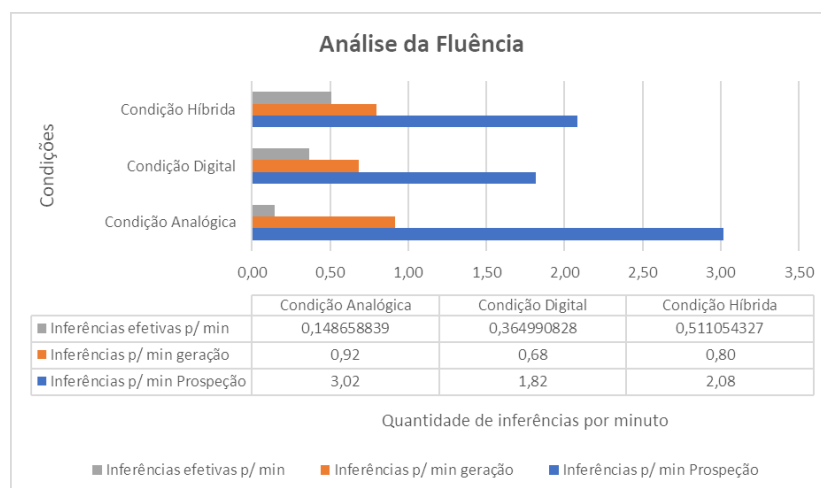


FIG. 127- ANÁLISE DA FLUÊNCIA NA FASE DE PROSPEÇÃO, GERAÇÃO E FLUÊNCIA EFETIVA DA FASE DE GERAÇÃO.

Na análise da fluência, concluímos que as inferências relacionadas com a morfologia (A3), dimensão (A4) e a flexibilidade formal (A6) foram as mais acentuadas (ver anexo 20). As inferências sobre a multifuncionalidade (A10), custos (A12), e o aspeto simbólico (A13) foram descritas com a menor fluência.

5.2. Análise e Quantificação da Variável Independente Flexibilidade

Tschimmel (2010) mencionou que a produção de ideias não depende apenas da quantidade de geração dos conceitos, mas das diferentes classes de categorias que compõem essas ideias. A

flexibilidade é também relacionada com a capacidade de adaptação às mudanças de instruções e a mudança do modo das categorias ou contextos (Urban, 1995). No nosso estudo, a flexibilidade foi verificada pela quantidade de variação das categorias de inferências produzidas em relação aos requisitos do problema.

As análises da flexibilidade na fase de prospeção indicam um total de inferências diferentes (2 fases) mais elevadas na condição analógica com um valor de 150 inferências para 122 inferências diferentes na condição digital e 143 inferências na condição híbrida. Verificámos que houve uma igualdade de valor na condição analógica (da fase de prospeção para a fase de geração), que representa que o processo não garantiu uma evolução, apresentando o mesmo número de inferências diferenciadas (75). A condição digital apresentou um valor inferior na fase de geração em relação ao realizado na fase de prospeção (62 para 60) e a condição híbrida apresentou um aumento dos 66 para as 77 inferências na fase de geração.

Se verificarmos os resultados centrados na fase de geração, as médias dos grupos assinalaram um valor médio de inferências diversas por grupo, mais elevado na condição híbrida (9,5) categorias de inferências diferentes, seguindo-se a condição analógica (9) e por último a condição digital (7,5). Na análise da flexibilidade, tal como a análise da fluência, pretendeu-se compreender o desempenho ao nível da fase de geração, tendo como referência a diversidade produzida na fase de prospeção e contabilizando-se a diferença entre as somas de inferências diversas na fase geracional e a fase de prospeção. O valor somatório dos grupos, indicou se as condições no processo geracional se diferenciaram ou mantiveram ao nível da flexibilidade do pensamento dos requisitos do problema (se houve verdadeiramente uma mudança de estado). Os dados revelaram que a diferenciação entre condições denotou uma mudança de estado para a condição híbrida com um valor somado de 11 inferências diferentes efetivas (híbrido), a única condição onde se verificou a maior mudança em relação ao estado inicial do exercício e que representa um pensamento mais abrangente e flexível. A condição analógica apresentou um valor de influência efetiva de inferências diferentes e a condição digital apresentou um valor de 7 categorias, ou seja, uma prestação mais baixa. Segundo Goldschmidt (2011, p.64), Kim e Maher (2005, p.234), Tschimmel (2011, p.101), a flexibilidade representando a capacidade de formular o pensamento divergente, quando apresenta um maior índice de diversidade, demonstra a capacidade de ver o problema por outras perspetivas e com uma maior probabilidade de assegurar o desenvolvimento dos conceitos. Através do gráfico (figura 128, ver anexo 8), podemos ver que na fase geracional a abordagem aos materiais (A2), morfologia (A3), flexibilidade formal (A6), foram os valores mais elevados obtidos pelas três condições e a multifuncionalidade (A10) não

foi sequer considerada. É de apontar que os alunos que executaram o exercício sob a condição da modelação digital, realizaram menores índices gerais de categorias de inferências, contrariamente ao que se seria de esperar, que, pelo menos, as categorias sobre os requisitos da morfologia, dimensão e flexibilidade formal fossem mais utilizadas (segundo as respostas dos alunos ao inquérito por questionário). Este resultado em parte, é visível nos registos das imagens dos protocolos verbais, percebendo-se que no processo digital os alunos conceberam um pensamento tácito maior porque ficam demasiado absorvidos em torno dos comandos dos softwares. Por outro lado, como o software (3D Max) colabora na composição geométrica, é também exigida uma menor necessidade de comentar os aspetos formais.

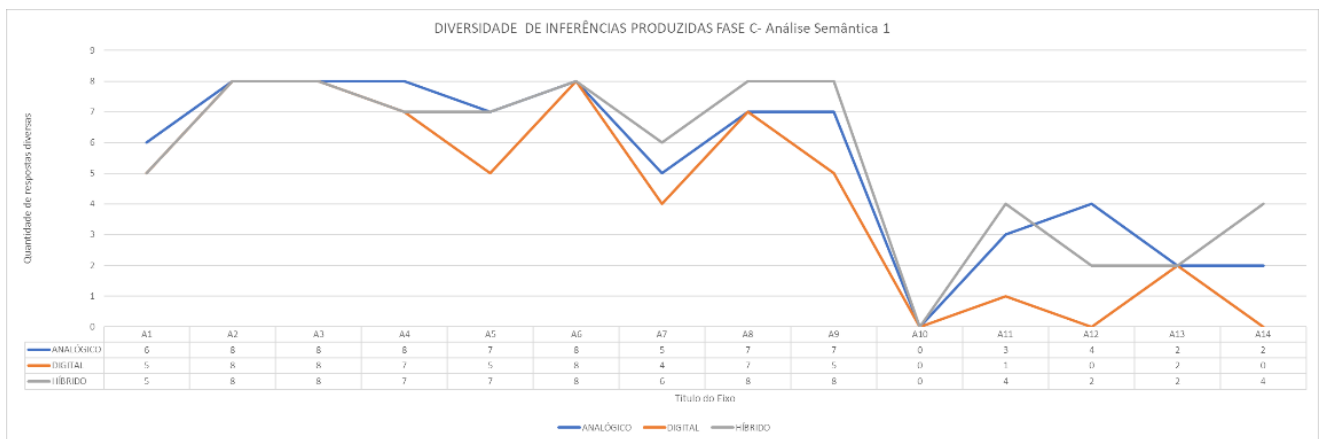


FIG. 128- GRÁFICO DA UTILIZAÇÃO DAS CATEGORIAS DE INFERÊNCIAS NAS CONDIÇÕES ANALÓGICA, DIGITAL E HÍBRIDA. FONTE: O AUTOR.

5.3. Análise e Quantificação da Variável Independente Coevolução

A coevolução como explicada nos subcapítulos (1.1.5, 1.2 e 1.2.3), consiste num conjunto de ações dinâmicas de desenvolvimento do projeto que se estabelecem pela constituição do espaço do problema e do espaço solução, responsáveis pelo ato da geração (Dorst e Cross, 2001). A coevolução é um processo reflexivo que, referido por Maher et al. (1996), parte da exploração simultânea da formulação do problema e a construção de hipóteses de solução e avaliação dos resultados. Intencionalmente o valor da coevolução pretende compreender o enquadramento e estruturação do problema que não pode ser compreendido isoladamente da solução e que corresponde aos emparelhamentos. Deste modo, os designers começam por delinear o espaço do problema com a realização de uma estrutura parcial, que é aplicada para encontrar soluções e subsoluções (ver figura 129). Como objetivo, os designers pretendem criar pares de soluções que vão evoluindo ao longo do processo, para constituir proposições fundamentadas na melhor performance de resposta aos requisitos do problema.

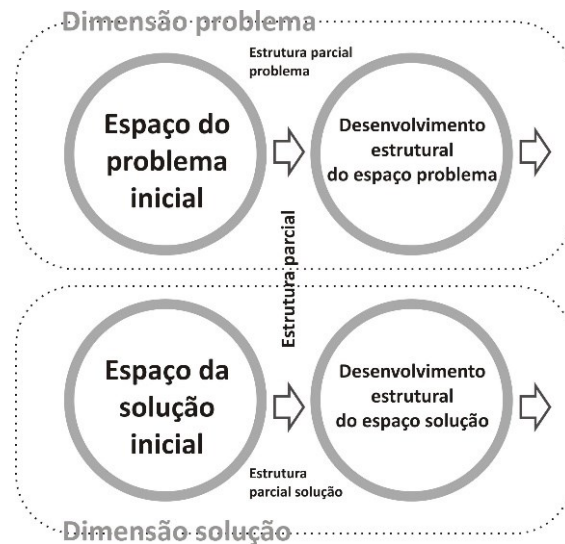


FIG. 129- GRÁFICO DA UTILIZAÇÃO DAS CATEGORIAS DE INFERÊNCIAS NAS CONDIÇÕES ANALÓGICA, DIGITAL E HÍBRIDA. FONTE: O AUTOR.

Dorst e Cross (2001) e Kim e Maher (2005) definiram a coevolução como “(...) creative design involves a period of exploration in wich both the formulation of the problem and ideas for its solution are development and refined together, wich constant iteration of analysis, synthesis and evaluation processes between the two spaces “(p.234).⁴⁵⁴

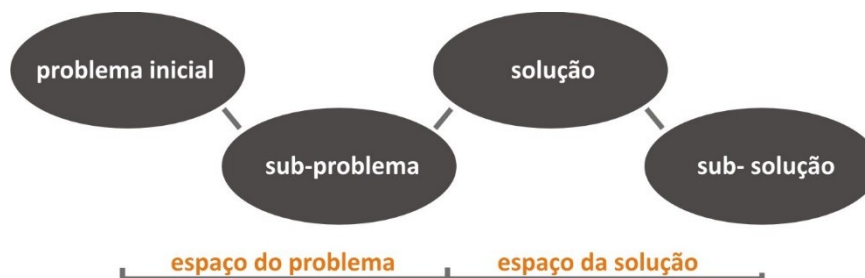


FIG. 130- PROCESSO COEVOLUTIVO. FONTE: O AUTOR

Cross (1997, p.73) sugeriu que o evento criativo no design não é tanto um “salto criativo” do problema para a solução, mas uma ponte que se gera entre os dois espaços. Nigel Cross indicou que existe um período de exploração em que os espaços do problema ou solução, evoluem e são instáveis até serem temporariamente fixados por uma ponte que identifica o emparelhamento do problema e da solução (figura 130). Quando estabelecido o par do problema e solução promove o evento criativo. Tendo em conta a definição da coevolução pelos autores

⁴⁵⁴ Tradução livre do autor: “O design criativo envolve um período de exploração em que tanto a formulação do problema como as ideias para a solução são desenvolvidas e refinadas paralelamente, consistindo na repetição do processo de análise, síntese e avaliação entre os dois espaços” (Kim e Maher, 2005, p.234).

mencionados, procedemos à sua análise, na fase de ideação por considerarmos a fase do projeto onde se realiza o maior número de proposições sobre os problemas e subproblemas e onde, de uma forma cognitiva e prática se operacionaliza o pensamento dedicado às propostas de solução. Neste princípio, podemos dizer que no estudo de protocolo que efetuámos com a recolha de dados verbais, os resultados correspondem a uma amostra representativa, do processo consciente da forma de pensar o problema e a construir algumas soluções, porque à grande velocidade a que são pensadas, muitas questões ou respostas não são explicitadas verbalmente. Por outro lado, o cérebro humano pensa uma estrutura aleatória de formulação dos espaços problema/solução, em que os emparelhamentos nem sempre são diretos sequencialmente. Kim e Maher (2005) mencionaram, “(...) with constant iteration of analysis, synthesis and evaluation process between the two spaces. According, a creative event occurs as the moment of insight at which a problem-solution pairs framed in a potentially resolvable form where the designer’s ability of framing, a design problem is emphasized as a key aspect of creativity” (p.234)⁴⁵⁵. A coevolução parte do princípio do framing e reframing descrito por Schön (1983), um sistema iterativo, muitas vezes paralelo de enquadramento do problema e solução, interligados. Neste sistema iterativo de procura ou reconhecimento do problema e das soluções, subproblemas e subsoluções num modo contínuo, iterativamente reproduz-se o processo até que haja o momento de satisfação, que permita a transição para novos passos do projeto (design moves de Gabriela Goldschmidt) que são as correlações ou pontes diretas e indiretas (ver figura 131). As correlações diretas são momentos coevolutivos que resultam na realização do enquadramento do problema de uma determinada categoria e em que o passo seguinte (move) promove não um subproblema respeitante, mas a solução para esse problema, mesmo que mais tarde, durante o processo projetual, possa ser equacionada de novo.

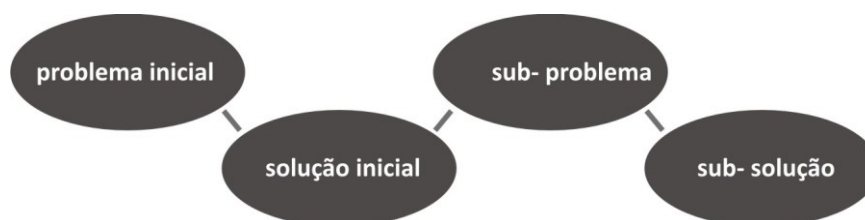


FIG. 131 - PROCESSO COEVOLUTIVO. FORMAS DE ABORDAGEM DO PROBLEMA, CORRELAÇÃO DIRETA.

⁴⁵⁵ Tradução livre do autor: “(...) com a constante iteração da análise, síntese e o processo de avaliação entre os dois espaços. De acordo, um evento criativo ocorre no momento de um insight, em que um problema-solução emparelha-se numa forma potencialmente resolúvel, onde a habilidade do projetista de enquadrar, um problema de design é enfatizado como um aspeto chave da criatividade” (Kim e Maher, 2005, p. 234).

As correlações indiretas (emparelhamentos parciais) realizam-se com o espaço do problema e o espaço da solução de forma fragmentada ou descontínua e estas correlações podem existir de dois modos. A primeira coevolução é realizada partindo-se do enquadramento do problema, com a projeção do problema seguida da projeção do subproblema e só depois o enquadramento da solução e subsolução (ver figura 132).



FIG. 132- PROCESSO COEVOLUTIVO. FORMAS DE ABORDAGEM DO PROBLEMA. CORRELAÇÃO INDIRECTA. FONTE: O AUTOR.

A segunda coevolução indireta é diferenciada na sequência, realizando-se o enquadramento do problema com vários problemas iniciais e que depois são respondidos aleatoriamente com o enquadramento da solução que pode também ser respondido em duas ou mais soluções e subsoluções associadas (ver figura 133).

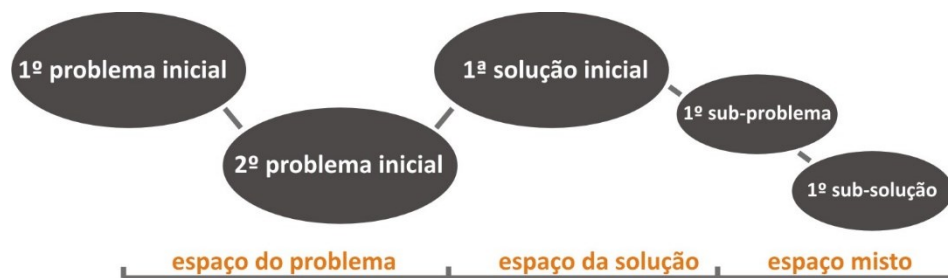


FIG. 133- PROCESSO COEVOLUTIVO. FORMAS DE ABORDAGEM DO PROBLEMA. 2ª CORRELAÇÃO INDIRECTA. FONTE: O AUTOR

Para quantificar a coevolução e a possibilidade potencial da geração dos momentos criativos (fase de geração) considerámos o valor total de emparelhamentos parciais (emparelhamentos de enquadramento do problema “inputs” que não estão sequencialmente ligados ao enquadramento da solução, outputs) e os emparelhamentos diretos que correspondem aos momentos em que foram realizados sequencialmente o enquadramento do problema, seguido

do enquadramento da solução. Os pares do enquadramento do problema e o enquadramento da solução, quando emparelhados, promovem os eventos criativos e a soma dos emparelhamentos parciais e totais, descrevem o potencial reflexivo e conseqüentemente criativo. A codificação dos casos, foi realizada através da quantificação do número de vezes que os alunos efetuaram a detecção ou o levantamento do problema e propuseram respostas de solução, inputs (inferências que são desencandadoras de um raciocínio/visão do problema) e outputs (quando é apresentada uma ideia de solução ou hipótese). A codificação foi sustentada pela categorização de vinte contextos de possíveis problemas e soluções (análise semântica II, ver o anexo 9), alicerçados na investigação de Yilmaz (2010), sobre as heurísticas do design. No processo de categorização das tipologias dos problemas e das soluções, os dados não só permitem a perspectiva se existe uma maior propensão para a obtenção dos resultados criativos, através do número de relações de enquadramentos dos dois espaços, como demonstram de modo efetivo, onde reside a maior ou menor incidência dos tipos de problemas e soluções durante a fase de ideação. A análise dos emparelhamentos parciais ou indiretos fez-se pela contagem do espaço do problema (enquadramentos e reenquadramentos) e o espaço solução (solução e subsolução), produzidos por categorias em cada caso. A codificação dos resultados dos emparelhamentos, foi realizada sob a seguinte matriz de condições:

- A- Existindo o enquadramento do problema (0) e da solução (0), o total de emparelhamentos é (0), porque não existem emparelhamentos;
- B- Se o valor do enquadramento do problema é inferior (mas > 0) ao enquadramento da solução, indica que houve diversidade nas respostas em relação à mesma categoria do problema. Nesta situação, contabilizámos o valor das soluções porque para existir um maior número de soluções em relação ao problema tem de existir o enquadramento e reenquadramento do problema, apesar de não terem sido expressos verbalmente na sua totalidade;
- C- Se o valor do enquadramento do problema é igual ao enquadramento da solução, indica que o enquadramento do problema e o enquadramento da solução não apresentaram quaisquer diversificações. Contabilizámos os valores dos enquadramentos das soluções que são iguais aos valores do enquadramento dos problemas;
- D- Se o valor do enquadramento do problema é superior ao enquadramento da solução, indica que apesar de se ter proporcionado a oportunidade de levantar os problemas, o emparelhamento efetivo com as soluções foi fraco, pelo que foram contabilizadas o número de soluções.

O total da soma de emparelhamentos parciais por condição, quando somado⁴⁵⁶ com o valor total de emparelhamentos diretos, representa o espaço do problema/solução. O maior valor do espaço do problema/solução, corresponde ao maior potencial geracional e maior probabilidade de pensar as ideias criativas. Os resultados dos valores obtidos no total de emparelhamentos parciais indiretos com os emparelhamentos diretos (ver figura 134), indicam que a diferença entre as condições não é acentuada, mas pode-se verificar que a condição híbrida apresentou um valor mais elevado (247 emparelhamentos), a condição digital (168 emparelhamentos), e a condição analógica (174 emparelhamentos) (ver anexo 23). Fazendo uma análise detalhada ao enquadramento do problema e solução, por categorias de total de inputs e outputs, em relação às condições, verificámos que ao nível geral em termos de enquadramento dos problemas, os alunos preocuparam-se mais com as questões de levantamento de problemas inputs ao nível da performance (A9), dimensão (A4), e morfologia (A3).

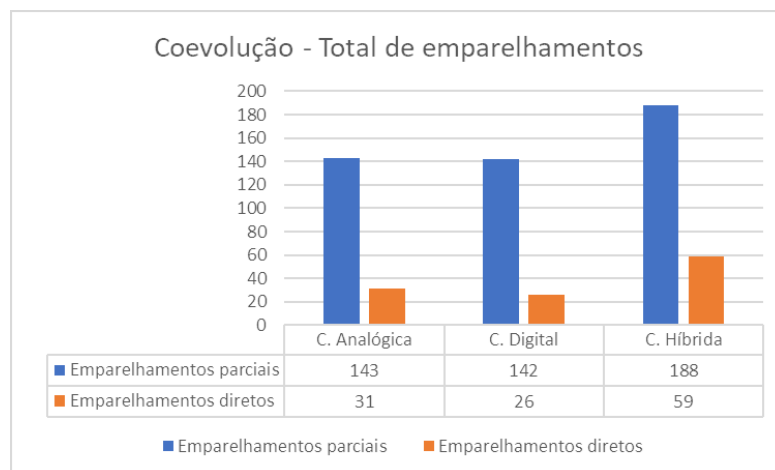


FIG. 134- GRÁFICO DA QUANTIDADE DE EMPARELHAMENTOS DIRETOS E PARCIAIS OU INDIRETOS.

No enquadramento da solução (outputs), as respostas ao nível geral são de igual modo verificados na categoria da dimensão (A4), performance (A9) e a morfologia (A3). Podemos ainda verificar que os valores mais baixos tanto no enquadramento do problema como na solução, estão associados aos aspetos da sustentabilidade (A14), espectacularidade (A17) e o aspeto simbólico (A13) do produto em termos de comunicação e interação (ver figura 134). A categoria (A10) que define a preocupação multifuncional ou visualização de outros sistemas funcionais adaptado ao conceito ou à execução, é um ponto muito significativo que

⁴⁵⁶ A fórmula soma o total de emparelhamentos diretos com os emparelhamentos parciais indiretos, porque os emparelhamentos diretos foram contabilizados na sequência dos emparelhamentos parciais.

representa a capacidade do aluno ver pelo pensamento divergente, analisando uma maior amplitude de sistemas, que podem levar à realização de um conceito mais firme. Esta categoria refletiu nas três condições, um valor muito baixo que indica a pouca versatilidade e um campo visual redutor. Na figura 135 os valores de enquadramento do problema visto de uma forma geral nas condições, indicam que os alunos estabelecem mais enquadramentos do problema que solução. Esta diferença verifica-se porque os alunos não têm ainda a experiência que marca os designers profissionais que promove mais soluções e subproblemas. Os valores atribuídos às questões da produção (A11) refletiram-se na avaliação dos especialistas que analisaram a viabilidade dos conceitos, em que os valores gerais foram abaixo da média.

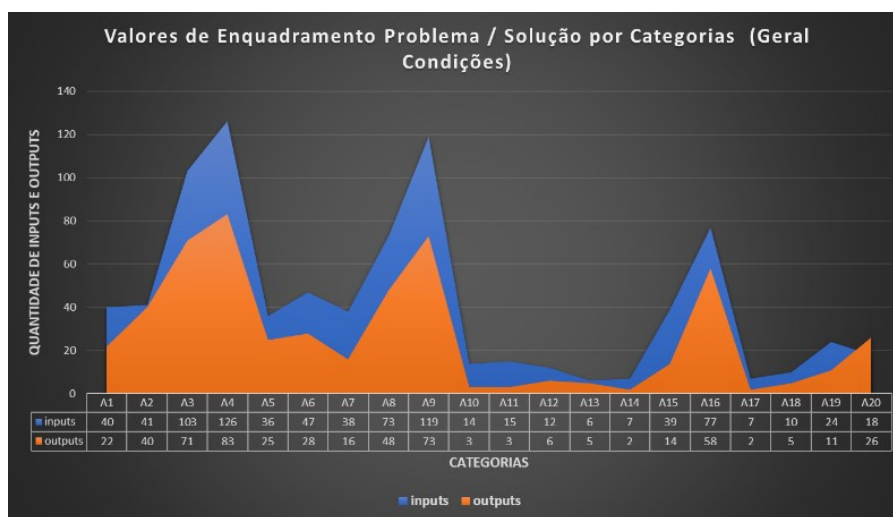


FIG. 135- GRÁFICO DE QUANTIFICAÇÃO DO ENQUADRAMENTO DO PROBLEMA E DA SOLUÇÃO POR CATEGORIAS DE CONTEXTOS.

A conclusão que podemos tirar do cruzamento dos dados é que os valores indicados pelos especialistas em relação aos contextos estrutural (análise da configuração da peça versus resistência dos componentes e a sua conexão) , funcional (forma, função, detalhes no cumprimento da função), usabilidade (relação da forma versus anatomia da mão e boca), comparativamente com os valores dos contextos da flexibilidade formal (A6), multifuncionalidade (A10), usabilidade (A7) e estrutural (A5), são similares representando valores baixos tanto no espaço do problema como no espaço da solução. Conseguimos perceber, que os contextos técnicos do pensar os requisitos da estrutura (A5), aspetos da produção (A11), custos (A12) e o contexto da espectacularidade (A17), não são trabalhados na fase de ideação por parte dos alunos. Estes contextos ligam-se a um tipo de pensamento mais racional ou convergente, e na fase de ideação, não é marcante, porque o interesse está mais ligado aos contextos da criação da morfologia (A3 e A4), desempenho funcional dos

componentes (A9) e a flexibilidade funcional (A16) que representam a utilização de um tipo de pensamento mais divergente. Destes dados subentende-se que os alunos delegam para as fases posteriores do projeto, as questões da usabilidade, produção, materiais, valor comunicacional dos produtos. Os baixos valores apresentados nos contextos da decisão (A20) e os primeiros princípios (A18) representam uma preocupação para a fase de ideação, porque respeitam a iniciativa da prospeção de caminhos para proceder a novas ações (moves). Se o score destes contextos é baixo, representa que não existe um bom desenvolvimento ou encadeamento da geração e reformulação de ideias, e demonstra que a ação coevolutiva poderia ser mais explorada e os resultados criativos mais fortes.

5.4. Análise de Valor Viabilidade dos Conceitos / Pensamento Convergente e Divergente Avaliação por Designers Especialistas

A avaliação da viabilidade dos conceitos visto por uma perspetiva técnica de resolução dos problemas incidiu na verificação da estrutura do pensamento convergente que por sua vez permitiu relacionar com a estrutura de pensamento divergente que, segundo o quadro de autores que estudaram a ação criativa, é o tipo de pensamento responsável pela geração de soluções diversificadas, abrangentes na constituição de detalhes explorativos de solução e despreocupadas com os constrangimentos demasiado técnicos, que podem limitar ou fixar (Cross, 2006) as ideias. Fricke (1996, p.158) analisou os resultados criativos do projeto, quando este é sujeito a um processo baseado em métodos rígidos ou flexíveis de procura de soluções. Os resultados ditaram que as soluções são menos eficazes quando produzidas com uma elevada preocupação na constituição do maior número de problemas técnicos e do levantamento de hipóteses, ou seja, a excessiva aplicação do pensamento analítico. Goldschmidt (2005) também defendeu que os designers que se centram demasiado numa especificação rígida do problema, apresentam soluções menos eficazes. Poucos, mas assertivos princípios com maior flexibilidade são mais eficazes. Para Goldschmidt “Generation of a large amount of ideas correlates with better quality of outcomes was found to be false” (Goldschmidt, 2005, p.603, apud. Almendra 2010, p.56)⁴⁵⁷. O pensamento divergente permite tornar amplo o espaço das ideias e o pensamento convergente, permite concebê-las com coerência e viabilidade, promovendo a elaboração da ideia. Tversky e Chou (2011) mencionaram que o “Divergent thinking is needed to produce a wide

⁴⁵⁷ Tradução livre do autor: “A geração de uma grande quantidade de ideias correlacionadas com melhor qualidade dos resultados foi considerada falsa” (Goldschmidt, 2005, p.603, apud. Almendra 2010, p.56).

range of different fundamental ideas. (...) Divergent thinking is thought to yield the remote associations that, for insight problems, may provide a key” (p.210)⁴⁵⁸. Profissionais de sucesso articulam os dois tipos de pensamento de uma forma iterativa. O método utilizado na avaliação dos conceitos produzidos foi a avaliação consensual pelos designers⁴⁵⁹, especialistas com mais de dez anos de experiência na área do design industrial. O método não avaliou de forma direta os resultados criativos das soluções, ou seja, não foram pedidas apreciações em relação à criatividade dos conceitos, mas pediu-se uma avaliação do contexto convergente para de forma inversa, compreender o contexto divergente. No formulário que enviámos a cada designer, as seis questões aplicadas à avaliação de cada caso, e foram respondidas numa escala de Likert de 1 a 5 valores, com um contexto similar a Baer (1994, p.39). As questões corresponderam à seguinte ordem:

- A- Quantificação dos requisitos estruturais (análise da configuração da peça versus resistência dos componentes e a sua conexão). Avaliação – 1= Excessivos problemas estruturais, 5= Sem problemas estruturais;
- B- Quantificação dos requisitos funcional (quantificação da forma, função, detalhes no cumprimento da função). Avaliação – 1= Nada funcional, 5= Extremamente funcional;
- C- Quantificação dos requisitos da usabilidade (relação da forma versus anatomia da mão e boca). Avaliação – 1= Nada adequado, 5= Totalmente adequado;
- D- Quantificação dos requisitos de interface (qualidade de interação/percepção). Avaliação – 1= Ação impercetível, 5= Percepção intuitiva;
- E- Quantificação dos requisitos técnicos (complexo número e variabilidade dos mecanismos / produção). Avaliação – 1=Extremamente complexo, 5= Muito simples;
- F- Quantificação do potencial do conceito, na possibilidade de poder desenvolver-se nas restantes fases do projeto. Avaliação – 1= Baixo potencial, 5= Alto potencial

No que pudemos constatar na quantificação da coevolução, os discentes não trabalham os aspetos relacionados com a usabilidade, flexibilidade formal, estruturação, produção, mecânica, e a versatilidade, e esses requisitos vieram a ser evidências na classificação dos especialistas.

Os valores inferiores ao nível 3, representam que houve uma menor preocupação com os critérios convergentes, ou seja, um requisito estrutural, com um valor 2, representa que existem

⁴⁵⁸ Tradução livre do autor: “O pensamento divergente é necessário para produzir uma ampla gama de diferentes ideias fundamentais. (...) Acredita-se que o pensamento divergente produz as associações remotas que, para problemas de compreensão, podem fornecer a chave” (Tversky e Chou (2011, p.210).

⁴⁵⁹ Consensual Assessment Technique (CAT) de Amabile (1983, 1996) e Baer e McKool (2009).

efetivamente muitos problemas estruturais e que por sua vez, houve a despreocupação com esse critério. Para a fase de ideação este valor não é preocupante, porque segundo a dinâmica de um projeto, ele é trabalhado posteriormente na fase de desenvolvimento ou síntese. Assim, os valores que foram atribuídos pelo quadro de especialistas aos conceitos apresentados abaixo de 3 valores, são mais propensos ao pensamento divergente e acima do valor 3, mais propensos ao pensamento convergente. Os valores compreendidos no espaço divergente indicam que há espaço para a flexibilidade e abstração, responsáveis pela criação (ver figura 136). Fizemos um cálculo ponderado entre o valor máximo (5) e o mínimo (1) e aplicando um método de conversão, o valor 1 corresponde ao valor mais elevado de pensamento divergente e o valor 5 ao pensamento convergente. O valor 3 corresponde ao valor de transição entre a maior abordagem convergente ou divergente. Como propostas, ou conceitos iniciais da fase de geração do projeto, os resultados demonstraram uma pequena diferença dos valores (muito próximo do valor 3 de transição), a tenderem para uma utilização de pensamento convergente (condição analógica, 3,05 e digital 3,05). A condição híbrida tendeu para o pensamento divergente com um valor de 2,7 valor médio da avaliação do grupo (ver anexo 24). Verificando-se o pensamento divergente como determinante para a hipotetização e criação da diferenciação, e o pensamento convergente para a síntese e o detalhe, o nosso foco de quantificação da melhor performance criativa centrou-se nos valores que indicam a maior ação divergente. O valor médio da condição híbrida (2,70) está mais associado ao pensamento divergente que a condição analógica ou digital, o que indica que foi mais propenso à criação do espaço de geração com a produção de conceitos mais divergentes e uma maior probabilidade de diferenciação de ideias⁴⁶⁰. Tschimmel (2010, p.264) referiu que “A única fase em que domina o pensamento divergente é a fase do projeto em si (Gugelot) ou segundo os outros autores, a fase do desenvolvimento de conceitos alternativos (Bürdek e Bonsiepe) ou a ‘fase criativa’, síntese e desenvolvimento da ideia (Archer)”. Para os autores, o pensamento convergente deve ser visto de uma forma separada do pensamento divergente, durante o processo de produção de ideias, diferindo numa ponderação mais flexível o pensamento divergente, ou uma mais rígida elaboração, o pensamento convergente. Interpretando o processo de design como um ato criativo, podemos concluir que ambos os tipos de pensamento são necessários para a criação, mas têm características funcionais diferenciadas. A fase de exploração de ideias (ideação), apesar de apresentar alguma preocupação convergente, é maioritariamente um processo divergente de procura de ideias.

⁴⁶⁰ No resultado do inquérito por questionário, os alunos mencionaram que a condição analógica é a forma de representação que desenvolve os detalhes e os pormenores do projeto (ver figura 116), ação inteiramente convergente.

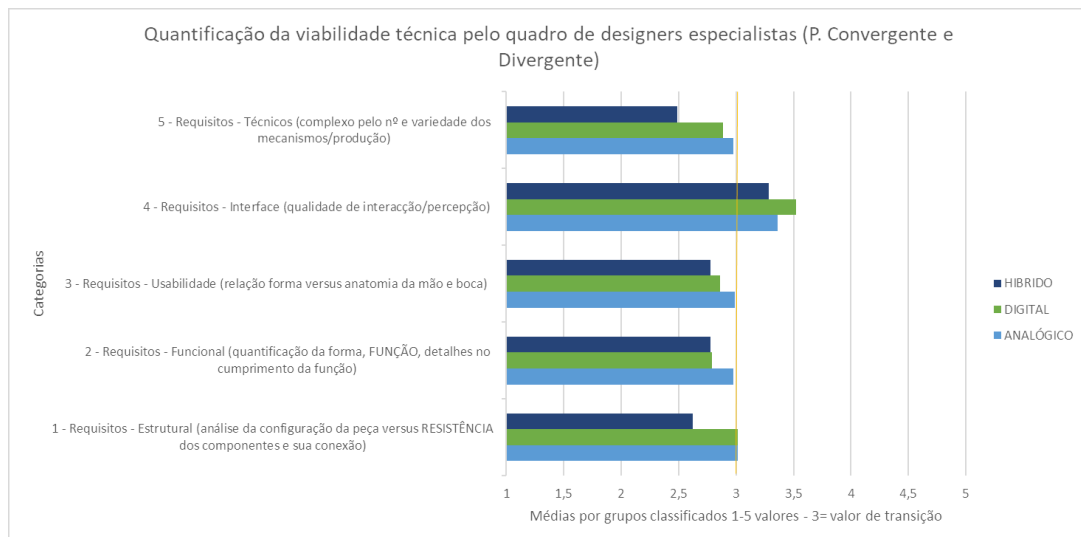


FIG. 136- RESULTADOS DA QUANTIFICAÇÃO PELOS ESPECIALISTAS EM RELAÇÃO AOS CONCEITOS PRODUZIDOS PELOS GRUPOS NA CONDIÇÃO ANALÓGICA, DIGITAL E HÍBRIDA.

O fato dos alunos não terem apresentado níveis de pensamento divergente mais elevados, representa um aspeto preocupante que significa que os alunos sob qualquer meio de representação, têm poucas habilidades e práticas de abstração e de hipotetização. Ao pedirmos aos especialistas para que formalizassem uma avaliação em relação ao potencial dos conceitos para as fases posteriores, os avaliadores verificaram um espaço analítico do projeto, o que indica que os resultados com valores inferiores, têm um maior significado na fase de geração de ideias, por serem menos analíticos. Reparámos, através da conversação posterior com alguns avaliadores, que a sua apreciação foi muito pragmática, havendo uma maior preocupação no sentido convergente a ver com uma preocupação focada na produção.

5.5. Análise do Grau de Novidade dos Conceitos Produzidos (Reforço)

A necessidade de analisarmos a confiabilidade dos nossos argumentos, levou-nos à utilização do método de análise SAPPPhIRE de Sarkar e Chakrabarti (2007), para quantificar do grau de novidade dos produtos, para comparar o score final (ver subcapítulo 4.3.4.), em termos de categorização e processo. O método SAPPPhIRE permitiu-nos fazer uma avaliação micro sobre cada proposta dos alunos (casos), para compreendermos a diferenciação entre os conceitos e as condições, ao nível de uma estrutura de pensamento divergente, verificável na geração dos componentes que materializam o conceito do produto (ver quadro 9).

Codificação	SAPPHIRE (State Change – Action – Parts - Phenomenon Physical — Inputs – oRgans, Effect)
Mudança de estado	Alterações nas propriedades dos sistemas e no ambiente envolvido na interação
Ação	Função do sistema - descrição do cumprimento da ação (Função Primária - Lavar os Dentes / Escovar através de cerdas ou outro sistema, Ex. Funções Secundárias - integrar fio dental, escovar língua, direcionar água da torneira, ventosa de fixação, etc.)
Partes	Tipos de elementos que constituem o sistema (Componentes que formam o sistema num todo, Ex: cabeça, dobradiças, encaixes, molas, botões, etc.)
Fenómeno físico	Tipo de interação entre o sistema e o ambiente (Modo como Funciona e interage, Ex: modo como se arma, como se fecha, como se guarda, como se transporta, como se fixa, etc.)
Entradas	Tipo de energia impulsionadora (Energia que garante a função, Ex: ação física Humana, esforço, pressão)
Órgãos	Propriedades e condições do sistema requeridos para a interação (Composição do sistema e as propriedades dos elementos que lhe são fulcrais, Ex: forma, escala, estrutura, ergonomia, etc.)
Efeitos	Princípio que gera a interação (Princípios físicos de ação Ex: de flexibilidade, rigidez, torção, atrito, equilíbrio, força, impermeabilidade, etc.)

QUADRO 9 - CODIFICAÇÃO DAS CATEGORIAS PARA A QUANTIFICAÇÃO DO MÉTODO SAPPHIRE. FONTE: INVESTIGAÇÃO DE SARKAR E CHAKRABARTI (2007).

O método FBS (anexo11) sintetiza se o conceito é inovador ou não inovador e o método SAPPHIRE (ver quadro 6 e figura 67) é uma análise comparativa com produtos no mesmo domínio (ver anexo 10) e que se define pela diferenciação das características que confere o grau de novidade. Na comparação (sob a forma de um protocolo) das características, quantificou-se o grau de novidade sobre uma escala ordinal definida entre o baixo nível, médio nível, alto nível e muito alto nível. Segundo a análise FBS (ver quadro 5), aplicámos mais uma característica sob a sigla F (Form) por considerarmos que a forma pode representar uma diferenciação ou igualdade. Os casos foram comparados com os quatro segmentos identificados no domínio ou universo do produto (escovas de dentes portáteis para adultos). Para cada segmento, foi feita uma codificação (ver anexo 11), que serviu para efetuar e comparar as semelhanças e as diferenças. Dos resultados obtidos, o FBS(F) indicou-nos os produtos novos e no resultado, percebemos que o caso 9 da condição analógica, apresentou uma função, comportamento, estrutura e forma, igual a um segmento existente, ou seja, não é novo (ver anexo13). Os restantes casos, apresentaram alguma diferenciação, que resultou nos dados que apresentamos na figura 137 e anexo 10.

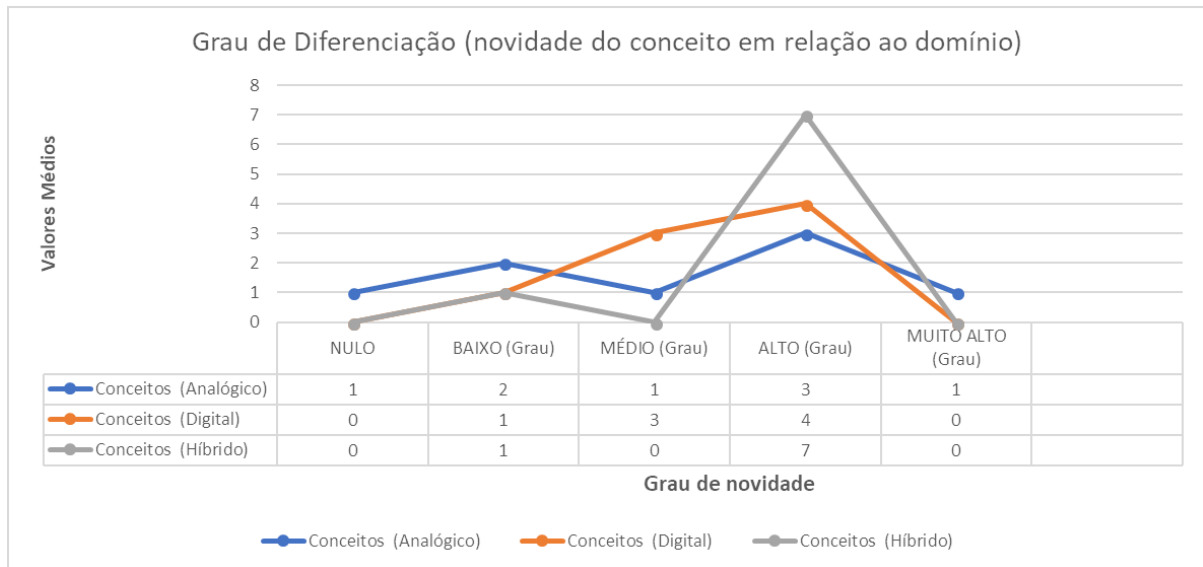


FIG. 137- GRÁFICO DE COMPARAÇÃO DOS VALORES MÉDIOS DAS CONDIÇÕES NA ANÁLISE SAPPiRE..

A codificação do método SAPPiRE é processada do seguinte modo:

- . O valor 0 é nulo quando foi percebido no método FBS(F) que todas as características existem;
- . O valor baixo grau verifica-se quando a proposição só se diferencia nos órgãos ou nas partes;
- . O valor médio grau verifica-se quando a proposição é diferente nos fenómenos ou efeitos físicos e órgãos ou partes;
- . O valor alto grau verifica-se quando a proposição é diferente na mudança de estado ou inputs e fenómeno físico ou efeitos físicos e órgãos ou partes;
- . O valor muito alto grau verifica-se quando a proposição é diferenciada em todas as categorias.

Os resultados que podemos observar, indicam que a soma dos níveis alto e muito alto grau de novidade, é mais elevada no processo híbrido com sete pontos, seguido ex aequo o digital e o analógico com 4 pontos. Deste modo podemos determinar que os valores dos graus de novidade coincidem com os valores de análise do pensamento divergente, avaliados no quadro da viabilidade pelos especialistas. As categorias das partes, o fenómeno físico e o efeito físico, foram as mais diferenciadas ao nível das condições em geral e em relação ao domínio.

5.6. Tratamento de Dados

A verificação dos dados foi efetuada não apenas de forma descritiva como fizemos no subcapítulo anterior, mas igualmente de forma inferencial, aprofundando assim a fiabilidade dos resultados através de testes estatísticos.

Considerando o Potencial do Processo Criativo (PPC) como uma pontuação resultante do somatório das variáveis da fluência, flexibilidade e coevolução (domínio cognitivo), que enquadram o problema e a solução, foi realizada uma análise da variância de fator único (*One-Way ANOVA*), para determinar se houve evidência de diferença estatisticamente significativa na pontuação de PPC para cada grupo/condição (GC)⁴⁶¹ analógica, digital (que constituíram os grupos de controlo), e a híbrida que constituiu o grupo de experiência.⁴⁶²

A hipótese nula foi definida como;

Não existem diferenças na pontuação do Potencial do Processo Criativo (PPC) entre diferentes condições (GC) analógica, digital e híbrida.

E a hipótese alternativa como;

Existem diferenças na pontuação do Potencial do Processo Criativo (PPC) entre diferentes condições (GC) analógica, digital e híbrida.

Os 24 participantes foram classificados em 3 grupos: grupo 1 modelação/condição analógica (de controlo, $n = 8$), grupo 2 modelação/condição digital (de controlo, $n = 8$), grupo 3 modelação/condição híbrida (de experiência, $n = 8$). Os dados foram avaliados via *boxplot*, concluindo-se que não contêm valores extremos (*outliers*). Os dados em cada grupo tiveram uma

⁴⁶¹ A condição representa o meio representativo (modelação) utilizado no processamento de recolha dos dados pelos protocolos verbais, e correspondem aos processos analógico com utilização dos desenhos de esboço e modelação por modelos físicos, a modelação digital com a utilização de modelação tridimensional no software 3Dmax e a modelação híbrida que utilizou o processo analógico e o processo digital em sinergia.

⁴⁶² Utilizámos dois grupos de controlo a condição analógica e digital, com a formulação do exercício de modo similar ao que é utilizado nas UC's projetuais e o grupo de experiência que recebeu o tratamento ou processo diferente, para se compreender o efeito.

distribuição normal, testado através do teste de Shapiro-Wilk ($p > .05$), e não houve homogeneidade de variância, testada através do teste de Levene, para igualdade de variância ($p = .073$) (ver em anexo 26). Os dados são apresentados como média \pm desvio padrão. A pontuação de PPC (ver quadro 10), foi numericamente superior no grupo híbrido ($32,821 \pm 16,582$), seguindo-se o grupo analógico com ($21,993 \pm 8,264$) e o grupo digital com ($21,150 \pm 8,916$).

Descriptive Statistics			
Dependent Variable: Criat_Score			
Condição	Mean	Std. Deviation	N
Analogico	21,9938	8,26498	8
Dig	21,1503	8,91618	8
Hib	32,8213	16,58282	8
Total	25,3218	12,57558	24

QUADRO 10 – PONTUAÇÃO DO POTENCIAL PROCESSO CRIATIVO (PPC): MÉDIAS E DESVIO PADRÃO PARA 8 CASOS POR CONDIÇÃO.

As diferenças numéricas entre grupos de condições, não foi estatisticamente significativa, $F(2, 21) = 2,405$, $p = 0,115$ (ver quadro 11). O valor do poder observado é baixo (0,431) (Hoenig and Heisey, 2001), sendo um indicador, mas não uma certeza de que o nível de significância poderia ter sido afetado pelo tamanho da amostra (Berben et al, 2012; Durlak, 2009; Espírito-Santo e Daniel, 2017).

Tests of Between-Subjects Effects								
Dependent Variable: Criat_Score								
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power ^b
Corrected Model	677,756 ^a	2	338,878	2,405	,115	,186	4,809	,431
Intercept	15388,585	1	15388,585	109,191	,000	,839	109,191	1,000
Condição	677,756	2	338,878	2,405	,115	,186	4,809	,431
Error	2959,586	21	140,933					
Total	19025,927	24						
Corrected Total	3637,342	23						

a. R Squared = ,186 (Adjusted R Squared = ,109)
b. Computed using alpha = .05

QUADRO 11 – PONTUAÇÃO DO POTENCIAL PROCESSO CRIATIVO (PPC): RESULTADOS GERAIS 8 CASOS POR CONDIÇÃO.

Esta observação é reforçada pelo facto de existir uma diferença numérica de mais de 30%, nas médias estimadas, entre a condição Híbrida e a condição Analógica e Digital. Esta expressão é facilmente observável na figura 138.

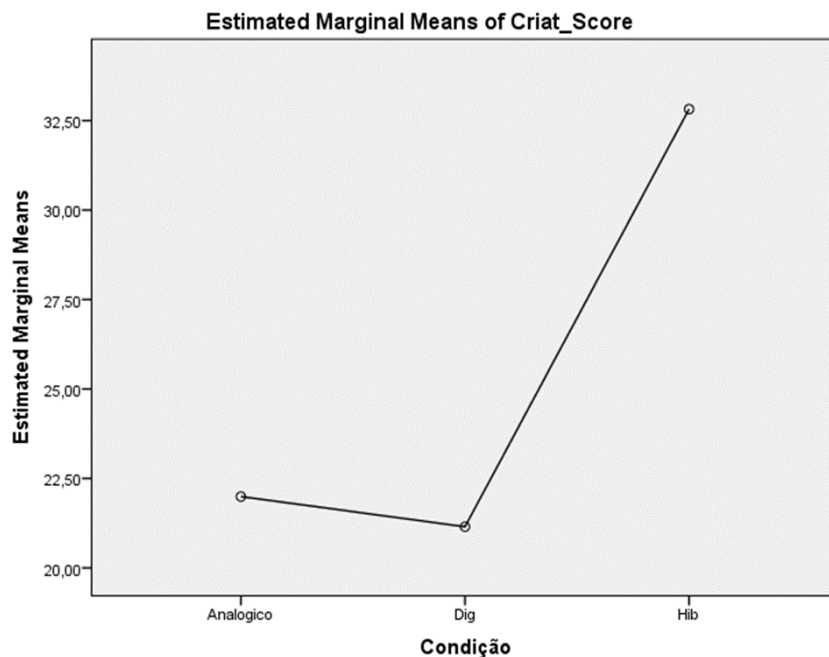


FIG. 138- POTENCIAL PROCESSO CRIATIVO (PPC): GRÁFICO DAS MÉDIAS POR CONDIÇÃO. TESTE ANOVA FATOR ÚNICO PARA AS TRÊS CONDIÇÕES, ANALÓGICA, DIGITAL, HÍBRIDA, COM 8 CASOS POR CONDIÇÃO.

Considerando as observações anteriores, é frequente uma análise ANOVA com base numa amostragem de menores dimensões, gerar um resultado não significativo (Espírito-Santo e Daniel, 2017; Field, 2009). Como forma de testar estas observações e compreender melhor a real tendência dos dados, foi executada uma segunda análise ANOVA de fator único com o dobro dos casos ($N = 48$). Para conservar a tendência dos dados originais, a duplicação foi executada através da repetição direta dos dados originais para cada condição.

Seguindo a estrutura anterior, os agora 48 casos ($N = 24$ originais; $N = 24$ virtuais) foram classificados segundo: grupo 1 modelação analógica (de controlo, $N = 16$), grupo 2 modelação digital (de controlo, $N = 16$), grupo 3 modelação híbrida (de experiência, $N = 16$). Os dados foram avaliados via *boxplot*, concluindo que não contem valores extremos (*outliers*). Os dados em cada grupo tiveram uma distribuição normal, testado através do teste de Shapiro-Wilk ($p > .05$), com a exceção da condição digital com um $p = .045$. No entanto, considerando a robustez que uma

análise ANOVA tem, a pequenos desvios da normalidade (Field, 2009), foi decidido aceitar os resultados da análise (em anexo 27).

A homogeneidade de variância, foi testada através do teste de *Levene* ($p = .073$), violando para a assunção de homogeneidade de variância (em anexo 27).

A pontuação para o PPC (Potencial do Processo Criativo) foi numericamente superior no grupo híbrido ($32,821 \pm 16,020$), seguindo-se o grupo analógico ($21,993 \pm 7,984$), e o grupo digital ($21,150 \pm 8,613$) (ver quadro 12). É igualmente de notar que o valor do poder observado, subiu para .8, que representa a robustez da amostra (Field, 2009) (ver quadro 13).

Descriptive Statistics			
Dependent Variable: Criat_Score2			
Condição 2	Mean	Std. Deviation	N
Analogico	21,9938	7,98473	16
Dig	21,1503	8,61385	16
Hib	32,8213	16,02053	16
Total	25,3218	12,44108	48

QUADRO 12 – POTENCIAL PROCESSO CRIATIVO (PPC): MÉDIAS E DESVIO PADRÃO, SIMULAÇÃO COM 16 CASOS POR CONDIÇÃO / PROCESSO.

As diferenças de PPC entre condições foram estatisticamente significativas, $F(2,45) = 5,153$, $p = 0.010$. No entanto, dado que a assunção de homogeneidade de variância foi violada, não foi possível interpretar diretamente o resultado da ANOVA, sendo necessário antes recorrer a uma versão mais robusta, como o teste ANOVA de Welch. O mesmo, produziu um resultado estatisticamente significativo, $F(2, 28) = 3,421$, $p = 0.047$, levando à rejeição da hipótese nula e a aceitação da hipótese alternativa, de que existem diferenças no PPC entre a condição (GC), (ver quadro 13).

ANOVA - Tests of Between-Subjects Effects								
Dependent Variable: Criat_Score2								
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power ^b
Corrected Model	1355,512 ^a	2	677,756	5,153	,010	,186	10,305	,800
Intercept	30777,169	1	30777,169	233,981	,000	,839	233,981	1,000
Condição 2	1355,512	2	677,756	5,153	,010	,186	10,305	,800
Error	5919,172	45	131,537					
Total	38051,853	48						
Corrected Total	7274,684	47						
a. R Squared = ,186 (Adjusted R Squared = ,150)								
b. Computed using alpha = ,05								
Robust Tests of Equality of Means								
Criat_Score2								
	Statistic ^a	df1	df2	Sig.				
Welch	3,421	2	28,466	,047				
a. Asymptotically F distributed.								

QUADRO 13 – POTENCIAL PROCESSO CRIATIVO (PPC): RESULTADOS GERAIS SIMULAÇÃO POR REPLICAÇÃO 16 CASOS POR CONDIÇÃO / PROCESSO.

Para compreender onde se encontravam as diferenças, efetuaram-se testes *post-hoc*, de comparação entre os possíveis pares de médias. Tal como o teste de significância (dado a violação da assunção de homogeneidade de variância) é recomendado o uso de um teste mais restrito para ajustar os resultados, como no caso do teste, Games-Howell (Laerd Statistics, 2017; Field, 2009). O teste indicou que o grupo da condição híbrida, apresentou uma diferença estatisticamente significativa, para um alfa de .05, em relação aos grupos da condição digital, mas não com o grupo da condição analógica. Por sua vez, estes não demonstraram, de forma claramente evidente, diferenças entre si (ver quadro 14).

Apesar de existir a perspetiva que a diferença entre a condição híbrida e analógica, deveria ser mais expressiva do que foi demonstrado, consideramos correcto assumir que existe, de facto, alguma diferença nos resultados de PPC entre a condição híbrida e analógica, dado a proximidade do valor (.06) ao limite estatisticamente significante de (.05). Uma vez mais, há uma diferença considerável entre as médias por condição. Este facto é reforçado se considerarmos que houve diferença estatística entre a condição híbrida e digital e que a diferença nas médias entre a digital

e analógica é de 0,8435. Esta relação é igualmente simples de observar graficamente (Fig. 137). Com base nestas evidências, aceitamos que o resultado entre a condição híbrida e analógica está relacionado com alguns dos aspetos descritos anteriormente, criando artificialmente uma maior sensibilidade do cálculo da ANOVA.

Multiple Comparisons						
Dependent Variable: Criat_Score2						
Games-Howell						
(I) Condição2		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Analogico	Dig	,84350	2,93635	,956	-6,3975	8,0845
	Hib	-10,82750	4,47502	,060	-22,0683	,4133
Dig	Analogico	-,84350	2,93635	,956	-8,0845	6,3975
	Hib	-11,67100*	4,54736	,044	-23,0590	-,2830
Hib	Analogico	10,82750	4,47502	,060	-,4133	22,0683
	Dig	11,67100*	4,54736	,044	,2830	23,0590

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

QUADRO 14 – POTENCIAL PROCESSO CRIATIVO (PPC): TESTES POST-HOCS PARA COMPARAÇÃO DAS DIFERENÇAS MÉDIAS.

Observando o gráfico das médias em cima apresentado verificamos, uma vez mais, uma diferença aparente e estatística entre grupos, confirmada pela ANOVA (ver figura 139).

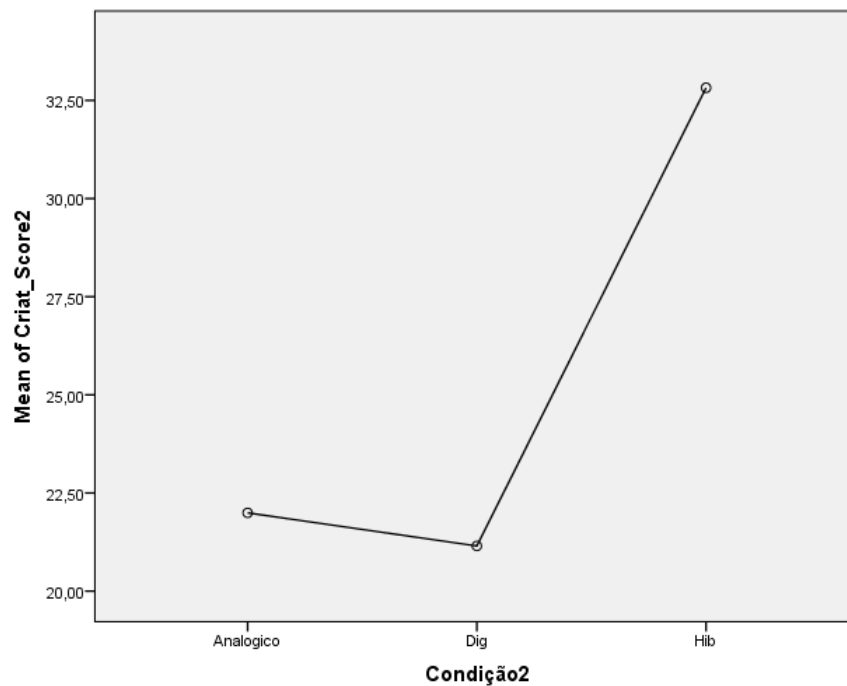


FIG. 139- POTENCIAL PROCESSO CRIATIVO (PPC), GRÁFICO DAS MÉDIAS POR CONDIÇÃO TESTE ANOVA FATOR ÚNICO PARA AS TRÊS CONDIÇÕES, ANALÓGICA, DIGITAL, HÍBRIDA, COM 16 CASOS POR CONDIÇÃO (REPLICAÇÃO).

Tamanho do efeito

Segundo Espírito-Santo e Daniel (2017, p.4) referenciando Berben, Sereika e Engberg, 2012; Durlak, 2009; Jacobson e Truax, 1991; Kirk, 1996; Snyder e Lawson, 1993, o valor de p (de prova) “(...) não informa sobre a importância clínica ou prática dos resultados”. As autoras mencionaram ainda “(...) se um investigador usar somente o nível de significância, o valor da magnitude da diferença pode perder-se, sendo uma perda especialmente grave se a investigação disser respeito à avaliação da eficácia de um programa de intervenção (Rosenthal, 1983)” Espírito-Santo e Daniel (2017, p.6). Quando se pretende medir o efeito da diferença entre dois grupos de médias, a métrica mais comum é o d de Cohen, incluindo o g de Hedges e o δ de Glass (Espírito-Santo e Daniel, 2017).

O valor de referência dado pela ANOVA fator único (η^2 - η^2 ou medida do tamanho do efeito), foi de (.184), que segundo Cohen, representa um efeito muito grande (Cohen,1988), .02=small, 0.13=medium, .26=large e que Rosenthal (1996) acrescentou o efeito muito grande para valores superiores a 1.30, como se pode ver na figura 140. No entanto, seguindo a coerência das várias medidas estatísticas mais conservadoras, foi decidido aprofundar a forma mais correta de medir a magnitude do efeito da significância estatística no valor de p obtido com a ANOVA. Mais, considerando o tamanho reduzido da amostra inicial e existindo uma diferenciação nos

desvios padrão entre os resultados das condições (GC), segundo Espírito-Santo e Daniel (2017, p.8), a verificação do tamanho do efeito, deverá ser calculada segundo o Delta de Glass (2015) que é utilizado “(...) quando os desvios-padrão dos dois grupos diferem, havendo o comprometimento da homogeneidade da variância (Ellis, 2010)”.

Dado que foram executadas duas ANOVA, com $N = 24$ e $N = 48$, respetivamente. O cálculo de Delta de Glass foi igualmente executado para os casos, para aferir se existiu alguma alteração substancial com base no tamanho da amostra.

Assim, para a amostra de 24 casos ($N = 8$ cada caso) temos a condição híbrida (experiência) e a condição analógica (controlo), o cálculo de Delta de Glass foi o seguinte:

$$\begin{aligned} \text{Glass } \Delta &= \frac{M1-M2}{Dp \text{ Controlo}} \\ &= \frac{32,8213-21,993}{8,264} \\ &= 1,31 \end{aligned}$$

Para a amostra de 24 casos ($N = 8$ cada caso) temos a condição híbrida (experiência) e a condição digital (controlo), o cálculo de Delta de Glass foi o seguinte:

$$\begin{aligned} \text{Glass } \Delta &= \frac{M1-M2}{Dp \text{ Controlo}} \\ &= \frac{32,8213-21,1503}{8,916} \\ &= 1,30 \end{aligned}$$

Para a amostra de 48 casos ($N = 16$ cada caso) temos a condição híbrida (experiência) e a condição analógica (controlo), o cálculo de Delta de Glass foi o seguinte:

$$\begin{aligned} \text{Glass } \Delta &= \frac{M1-M2}{Dp \text{ Controlo}} \\ &= \frac{32,821-21,993}{7,984} \\ &= 1,36 \end{aligned}$$

Para a amostra de 48 casos ($N = 16$ cada caso) temos a condição híbrida (experiência) e a condição digital (controlo), o cálculo de Delta de Glass foi o seguinte:

$$\begin{aligned} \text{Glass } \Delta &= \frac{M1-M2}{Dp \text{ Controlo}} \\ &= \frac{32,821-21,150}{8,613} \\ &= 1,35 \end{aligned}$$

Segundo a escala de Cohen's d, a expressão da magnitude da diferença nos valores encontrados, entre o grupo de experiência e os grupos de controlo, é tida como muito grande (ver figura 140).

Valores para Interpretação dos Tamanhos do Efeito

Insignificante	Pequeno	Médio	Grande	Muito grande
< 0,19	0,20 - 0,49	0,50 - 0,79	0,80 - 1,29	> 1,30

Notas: Estes valores foram apresentados por Cohen (1988, p. 40). Rosenthal (1996) acrescentou a classificação de “muito grande”.

FIG. 140- MATRIZ DE QUANTIFICAÇÃO DOS VALORES DO COHEN'S D TEST. FONTE: ESPÍRITO-SANTO E DANIEL (2017, p. 9).

Após o cálculo para ambas as amostragens ($N = 24$ e $N = 48$), e para os possíveis pares, condição híbrida-analógico (H + A) e híbrido-digital (H + D), os valores de Delta de Glass (ver quadro 15), foram os seguintes:

Delta de Glass		
	Amostragem	
Condição	24	48
H+A	1,31	1,36
H+D	1,3	1,35

QUADRO 15 – RESULTADOS DO TESTE DELTA GLASS PARA AS RELAÇÕES HÍBRIDO E ANALÓGICO E HÍBRIDO E DIGITAL

Dado que não houve alterações substanciais nos valores, podemos afirmar que o tamanho da amostragem não afeta o tamanho do efeito, mas apenas a significância de p no teste ANOVA fator único, pelas razões atrás referidas e testadas. Neste sentido, podemos concluir que os resultados obtidos são significativos e que representam um efeito muito grande.

Quantificação pelo quadro de especialistas / Artefacto criativo

Verificando os resultados da análise de valor atribuído aos aspetos da estruturação, funcionalidade, usabilidade, interface, e atributos técnicos, avaliados pelo quadro de especialistas

ao produto do processo criativo (artefacto), uma análise da variância ANOVA fator único, foi realizada para determinar se houve diferenças significativas em termos do efeito das condições no artefacto criativo. A hipótese nula foi definida como:

Não existe diferença estatística na pontuação dos avaliadores do produto do processo criativo entre os grupos de condições.

E a hipótese alternativa como:

Existe diferença estatística na pontuação dos avaliadores do produto do processo criativo entre os grupos de condições.

Os participantes foram os mesmos ($N=8$ por GC). Os dados são apresentados como média \pm desvio padrão. A pontuação para a análise do potencial criativo dos artefactos (ver quadro 16 e 17) foi também superior no grupo híbrido ($2,300 \pm 0,427$), seguindo-se o grupo digital com ($2,012 \pm 0,574$) e o grupo analógico com ($1,985 \pm 0,516$). Nesta ordem, não houve uma diferença estatística nos valores da avaliação entre os grupos de condições, aceitando assim hipótese nula, $F(2,21) = 0,928$ $p = 0,411$.

Descriptive Statistics			
Dependent Variable: Aval_Expert_Diverg_8case			
Condição	Mean	Std. Deviation	N
Analogico	1,9875	,51669	8
Dig	2,0125	,57430	8
Hib	2,3000	,42762	8
Total	2,1000	,50819	24

QUADRO 16 – POTENCIAL PRODUTO CRIATIVO, MÉDIAS E DESVIO PADRÃO, SIMULAÇÃO COM 8 CASOS POR CONDIÇÃO / ARTEFACTO

Tests of Between-Subjects Effects								
Dependent Variable: Aval_Expert_Diverg_8case								
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power ^b
Corrected Model	,483 ^a	2	,241	,928	,411	,081	1,857	,189
Intercept	105,840	1	105,840	407,263	,000	,951	407,263	1,000
Condição	,483	2	,241	,928	,411	,081	1,857	,189
Error	5,458	21	,260					
Total	111,780	24						
Corrected Total	5,940	23						

a. R Squared = ,081 (Adjusted R Squared = -.006)
b. Computed using alpha = ,05

QUADRO 17 – POTENCIAL PRODUTO CRIATIVO, RESULTADOS GERAIS SIMULAÇÃO COM 8 CASOS POR CONDIÇÃO / ARTEFACTO

Para calcular o tamanho do efeito da análise da variância dos grupos experimental híbrido (valor da média mais elevado) e o grupo de controlo analógico (valor da média mais elevado do grupo de controlo), utilizámos o teste d de Cohen

$$S = \sqrt{\frac{(8-1)0,427^2 + (8-1)0,516^2}{8+8-2}}$$

$$S = \sqrt{\frac{1,276 + 1,863}{14}}$$

$$S = \sqrt{0,224} (=) 0,473$$

$$Cohen's\ d = \frac{2,300 - 1,987}{0,473} (=) Cohen's\ d = 0,661\ (Valor\ Médio)$$

O tamanho do efeito foi de 0,661 que, segundo Cohen, representa um efeito médio.

Para calcular o tamanho do efeito da análise da variância dos grupos experimental híbrido (valor da média mais elevado) e o grupo de controlo digital), utilizámos o teste d de Cohen

$$S = \sqrt{\frac{(8-1)0,427^2 + (8-1)0,574^2}{8+8-2}}$$

$$S = \sqrt{\frac{1,276 + 2,306}{14}}$$

$$S = \sqrt{0,255} (=) 0,505$$

$$Cohen's\ d = \frac{2,300 - 2,012}{0,505} (=) Cohen's\ d = 0,570\ (Valor\ Médio)$$

Comparando os resultados obtidos na quantificação do potencial do artefacto criativo, não existem diferenças significativas, e os resultados indicam que as diferenças entre grupos não foram significantes para rejeitar a hipótese nula (H_0) para um α 0,05.

Na avaliação do potencial criativo do produto (sob a forma de conceito) pelos especialistas, a magnitude de diferenciação entre as condições, apesar de ser um pouco mais baixa, indicou uma diferença com magnitude média no Cohen's d test (0,661) e com um resultado Hedges g (0,624).

Nas médias estimadas, para a amostra de 24 casos, 8 por condição, pode-se verificar uma diferença numérica superior entre o valor da média da condição híbrida e da condição analógica e digital.

Como forma de compreender se existe a possibilidade de poder haver diferença significativa da variância, e seguindo a lógica de análise anterior, efetuamos um novo teste ANOVA de fator único, replicando o número de casos (48). A pontuação para análise do potencial foi superior no grupo híbrido ($2,300 \pm 0,413$), seguindo-se o grupo analógico ($1,987 \pm 0,499$), e o grupo digital ($2,012 \pm 0,554$), (ver quadro 18 e 19). Nesta ordem, com a replicação do número de casos da amostra, não obtivemos evidências para rejeitar a hipótese nula, $F(1,989) = 0,390$, $p = 0.149$.

Descriptive Statistics			
Dependent Variable: Aval_Expert_Diverg_16case			
Condição2	Mean	Std. Deviation	N
Analogico	1,9875	,49917	16
Dig	2,0125	,55483	16
Hib	2,3000	,41312	16
Total	2,1000	,50276	48

QUADRO 18 – POTENCIAL PRODUTO CRIATIVO, MÉDIAS E DESVIO PADRÃO, SIMULAÇÃO COM 16 CASOS POR CONDIÇÃO / ARTEFACTO

Tests of Between-Subjects Effects								
Dependent Variable: Aval_Expert_Diverg_16case								
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power ^a
Corrected Model	,965 ^a	2	,483	1,989	,149	,081	3,978	,390
Intercept	211,680	1	211,680	872,707	,000	,951	872,707	1,000
Condição2	,965	2	,482	1,989	,149	,081	3,978	,390
Error	10,915	45	,243					
Total	223,560	48						
Corrected Total	11,880	47						

a. R Squared = ,081 (Adjusted R Squared = ,040)
b. Computed using alpha = ,05

QUADRO 19 – POTENCIAL PRODUTO CRIATIVO, RESULTADOS GERAIS SIMULAÇÃO COM 16 CASOS POR CONDIÇÃO / ARTEFACTO

Neste sentido, concluímos que não existe diferença estatística entre os resultados dos avaliadores e os produtos do processo criativo concebidos nas três condições (GC).

Este facto parece assentar no pragmatismo dos avaliadores enquanto designers do mercado, que estão habituados a relacionar sempre os aspetos técnicos e de viabilidade produtiva nos seus projetos e que, em parte, moldam esta avaliação às exigências destes aspetos mesmo nas fases iniciais do projeto. Por este motivo, a avaliação não demonstrou uma grande variação dos casos, e, em algumas conversas posteriores mantidas com alguns jurados, foi-nos abordado que os projetos careciam de integridade construtiva e que eram muito similares no tipo de respostas dadas, em termos dos conceitos. No entanto, o tipo de atributos dos conceitos que procurámos encontrar solicitou o conhecimento técnico e de exequibilidade projetual dos especialistas, para assinalar o tipo de pensamento convergente. Deste modo, foi quantificado o pensamento

divergente numa relação inversamente proporcional entre pensamento convergente e divergente.

A utilização do método SAPPPhIRE de Sarkar e Chakrabarti (2007) corroborou com as nossas observações a respeito da quantificação das variáveis relacionadas com o processo (fluência, flexibilidade e coevolução) e com os resultados proferidos pelos especialistas, reforçando a tendência para se ver a condição híbrida (grupo de experiência) como diferenciada das condições analógica e digital aplicadas aos grupos de controlo. O método SAPPPhIRE, quantificou o grau de novidade com uma métrica de 5 níveis de classificação (nulo, baixo, médio, alto, muito alto). Pudemos verificar que existe uma maior pontuação dos níveis alto e muito alto grau de novidade na condição híbrida (7 valores), seguindo-se as condições analógica e digital ex aequo com (4 valores), (ver figura 141). A variável da novidade é de grande preponderância para a avaliação da criatividade por dimensionar “(...) algo de novo num determinado sentido” Ferreira (2008, p.6). É um facto que “(...) o conceito de valor é subjetivo e, logo impreciso, na medida em que está dependente do significado que lhe é atribuído por cada pessoa. Os conceitos de inovação e de valor estão, contudo, associados, sendo esta a linha para a exploração em futura investigação” Ferreira (2007, p.171). Através do estudo e da quantificação do processo criativo, centrado na fase de ideação, na procura de vetores inovadores e na quantificação do valor atribuído pelos especialistas ao resultado deste processo, consideramos o nosso estudo em linha com a investigação de Ferreira (2007), ampliando-a.

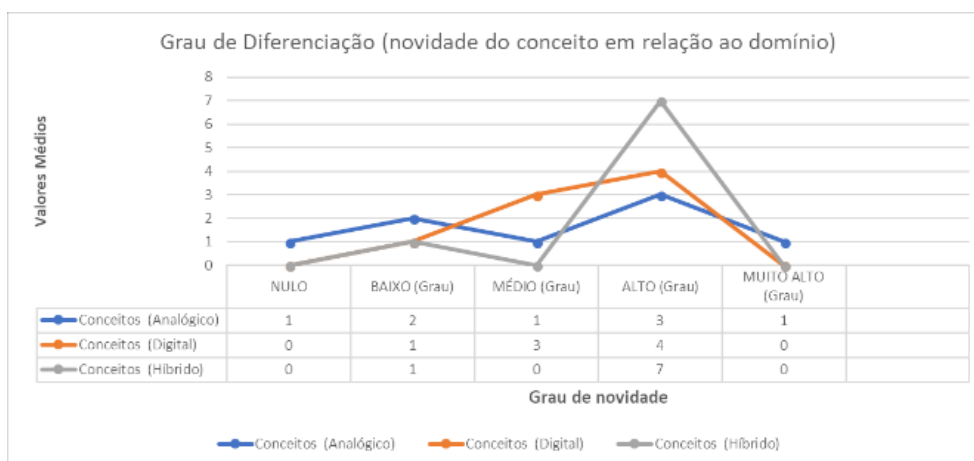


FIG. 141- QUANTIFICAÇÃO DA INOVAÇÃO DOS CONCEITOS (ARTEFACTO), PELO MÉTODO SAPPPhIRE.

Concluimos que, não tendo obtido a evidência significativa, através desta análise, para rejeitar a hipótese nula, não existem diferenças significativas entre grupos, o valor do poder de observação, os desvios padrão e os testes post-hoc, levaram-nos a compreender que a amostra utilizada devia

ser desejavelmente maior e que, como mencionaram Berben et al. (2012), Durlak (2009), em amostras com as características da existente o valor p , pode muitas vezes não ser significativo. Esta percepção levou-nos a realizar uma análise mais profunda dos dados. Tendo em consideração a extra sensibilidade de uma amostragem menor, tornou-se evidente que a tendência dos dados aponta para uma diferença numérica considerável na pontuação do PPC, demonstrando que o processo criativo na fase de ideação pode ser potenciado por uma condição híbrida.

A utilização do método de estudo de protocolo, pelo verbal data, que na sua natureza, implica muitos recursos, tempo e disponibilidade dos participantes, resultou na análise de 24 casos estudados, o que nos despertou a atenção para analisar a magnitude da diferença entre os testes de controlo e experiência. Os testes do tamanho do efeito de *Cohen's d*, baseado nas médias e desvios padrão, assim como os gráficos das médias, podem levar-nos a considerar que:

Sob os resultados apresentados, existe uma notória tendência para perceber que a utilização sinérgica das modelações analógica e digital (modelação híbrida), na fase de ideação do projeto de design, potenciou os resultados criativos.

I. Conclusões

Este estudo pretende realçar a importância que as formas de modelação, também chamadas de meios de representação externa dos conceitos, detêm na ação reflexiva que estrutura os resultados criativos do projeto de design. Apercebendo-nos que os currículos de ensino superior de projeto de design são, cada vez mais, marcados pela necessidade de utilização da representação digital (modelação 2D e 3D) face a representação analógica (representação por desenho e modelos e maquetes), despoletou-nos a curiosidade em compreender o modo como são utilizados estes meios nas UC's projetuais, e a forma como são integradas nas fases de projetuais. O nosso interesse foi marcado pela leitura de duas referências, Ezio Manzini (1993) e Rivka Oxman (2006), que nos suscitaram a questão sobre se estaremos a articular da melhor forma as modelações analógica e digital na ação de reflexão no projeto, potenciando os resultados criativos? Quais as diferenças na concetualização das estruturas cognitivas e praxiológicas reflexivas?

O nosso foco de análise não investigou o estudo das ferramentas de representação, como foram verificados por Dorta, Perez e Lesage (2008) ou Hartmann (2009), mas centrámos a atenção no processo de modelação, proporcionado pelas ferramentas de exteriorização do processo mental

de criação. No reconhecimento prospetivo realizado com o relatório de um exercício feito em aula no IADE e através da disseminação de um inquérito por questionário a uma amostra de duzentos discentes de quatro instituições de ensino superior de design, alguns aspetos tornaram-se evidentes, como por exemplo:

. A dificuldade generalizada sentida nas formas de representação por desenhos de esboço tridimensional e pela modelação digital 3D, que tem nefastamente uma implicação direta na ação reflexiva do projeto;

. A instituída alocação heterogénea das modelações analógica às fases de prospeção e geração, e da modelação digital afeta ao desenvolvimento técnico e à comunicação do projeto;

. Os programas curriculares atuais mantêm ainda uma forte cultura do desenho pelo esboço, numa cultura hermética à experimentação de outras formas de modelação na fase de ideação. Os discentes praticamente não reconhecem outras alternativas ao desenho, porque não as experimentaram na sua formação.

Dos dados obtidos no método do inquérito por questionário e um exercício disseminado no contexto de aula, concluiu-se que os alunos realçaram um problema que merece a atenção especial nos programas do ensino de design e que foi referido em 2010 no trabalho de Rita Almendra. Os discentes responderam que a fase de ideação do projeto é fundamentalmente alicerçada na forma de descrição dos conceitos pela representação por desenhos de esboço; no entanto, a forma de representação por desenho 3D de esboço e a representação digital são modelações em que os alunos apontaram sentir maiores dificuldades. Baseando-nos na literatura, em que as modelações são conotadas como veículos de promoção dialogal para descrever novas realidades, pensamos que os discentes estão a ser condicionados criativamente pela inabilidade representativa. Este foi o nosso ponto de partida, que justificou o interesse em compreender se outras formas alternativas de modelação poderão incentivar e proporcionar melhor o espaço de reflexão, onde defendemos que “A utilização sinérgica das modelações analógica e digital, na fase de ideação do projeto de design, potencia os resultados criativos”.

Guiados pela vasta informação existente sobre a ação cognitiva e criativa, a metodologia projetual, o desempenho psicológico do agente criador, as ferramentas e processos de representação, construímos um modelo de análise que avalia o potencial criativo em design, focado na quantificação do processo por uma métrica semântica de raciocínios e no artefacto por atribuição do valor dos especialistas. Sob a experimentação de vinte e quatro estudos, divididos pelas condições analógica, digital e híbrida, aplicámos a metodologia introspectiva de recolha de

dados verbais de Chi (1997), que mostrou a confiabilidade no registo dos pensamentos reportados no momento. Sendo considerada uma técnica um pouco evasiva, a nossa atenção focou-se na criação de um ambiente menos impessoal e resultou numa recolha efetiva.

A quantificação do processo e produto criativo, apoiou-se na análise de cinco variáveis: a fluência, flexibilidade, coevolução, tendência para o pensamento divergente e análise do grau de novidade. Na análise da fluência e da flexibilidade, utilizámos o estudo de Yilmaz (2010) sobre as heurísticas de design, para encontrar uma matriz que denominámos por análise semântica I e que identificou 14 categorias de requisitos dos problemas.

Os valores mais elevados de fluência e flexibilidade significaram a maior capacidade cognitiva para perceber o espaço problema e a grande amplitude de perceção dos contextos que representam um comumente alto nível criativo. A crítica literária sustenta que pessoas mais criativas são persistentemente fluentes na procura de respostas e destacam-se por verem os problemas com uma maior profundidade e diversidade de perspetivas. O método que desenvolvemos para a identificação e codificação das variáveis da fluência e flexibilidade foi uma procura semântica digital com a identificação das palavras no software Microsoft Word e com uma posterior revisão do sentido das inferências por contexto.

Na análise da variável da coevolução, recorrendo a um processo similar de identificação e codificação por análise semântica, categorizámos 20 critérios que identificam os inputs (levantamento do problema) e os outputs (possibilidades de solução). Sob o conceito descrito por Dorst e Cross (2001), identificámos existirem dois tipos de emparelhamentos coevolutivos (pontes entre o enquadramento problema/solução), que definimos por emparelhamentos parciais (não são sequenciais) e diretos (sequenciais). Para os autores, quanto maiores as combinatórias de emparelhamentos, maior a ação de reflexão e, conseqüentemente, maior probabilidade de geração de boas ideias.

A variável de quantificação da maior tendência do pensamento divergente, por implicar o grau de subjetividade, levou-nos a utilizar um método de inversão de dados, recolhendo a informação do pensamento convergente (mais fácil de identificar). Apoiando-nos no estudo de Tschimmel (2010) que fundamentou o ato criativo como o resultado da concordância Sapiens (pensamento divergente) e Demens (pensamento convergente), mas maioritariamente divergente na fase de ideação, analisámos o pensamento convergente, utilizando o método consensual de avaliadores (designer especialistas), em que os valores mais elevados atribuídos corresponderam ao espaço mais convergente e os valores mais baixos ao espaço divergente. Este processo mostrou-se

original, por não termos encontrado formas similares de avaliar o pensamento divergente e será um método que pretendemos explorar com maior profundidade, futuramente.

Para aferir a variável do grau de novidade, foi utilizado o método estabelecido por Sarkar e Chakrabarti (2007), SAPPhIRE, como um método de análise de concordância ou de reforço entre os resultados totais obtidos. A análise dos dados por estatística inferencial ($F = 2,21 = 2,405$, $p = 0,115$), determinam que, para existir a diferença significativa de variância entre as condições analógica, digital e híbrida, o tamanho da amostra poderia ser maior (o normal para estudos por análise de protocolo, Schneider e Darcy, 1984). No entanto, segundo Espírito Santo e Daniel (2015), não se pode declinar a importância da profundidade dos resultados, visto que só se pode afirmar não existirem diferenças significativas entre as médias dos grupos (no valor prova), quando o tamanho do efeito é elevado. Podemos verificar este fenômeno com a análise dos gráficos sobre as médias atingidas na soma das variáveis, que demonstra uma acentuada subida para a condição híbrida. A replicação do número de casos (48) demonstrou que, sob o teste de análise de variância, ANOVA, fator único, com um alfa de .05 existe uma diferença nas variáveis entre condições ($F = 2,45 = 5,153$, $p = 0,010$), o que permitiu compreender através do teste Games-Howell, que existe uma diferenciação na condição híbrida.

Podendo afirmar parcialmente (com significância estatística) a variação entre condições, conseguimos, no entanto, através da análise TDE (Tamanho do Efeito) com testes d de Cohen, Delta de Glass, e dos resultados das médias das observações das médias nos gráficos, justificar a maior tendência do efeito da condição híbrida sobre as condições analógica e digital nos resultados criativos.

A avaliação do grau de novidade SAPPhIRE veio reforçar a tendência verificada nos valores obtidos na análise estatística, indicando que o maior nível de novidade foi atingido na condição híbrida. Na quantificação das variáveis que propusemos relativas ao processo e produto criativo, conseguimos compreender que, existindo ainda necessidade de um maior aprofundamento do estudo, podemos apontar para o fenômeno que “A utilização sinérgica das modelações analógica e digital, na fase de ideação do projeto de design, potencia os resultados criativos”.

Na sequência deste estudo, procuraremos sensibilizar os meios do ensino em design para a importância que outros tipos de modelações (para além do desenho de esboço) podem significar na ação de reflexão na fase de ideação. Acreditamos que, na descoberta de novos princípios metodológicos de reflexão e de prática descritiva dos raciocínios nas unidades curriculares de representação, se pode colmatar o “gap” identificado pelos alunos em relação à falta de habilidade representativa, tanto por desenho de esboço tridimensional, como pela

representação digital 3D e se pode gerar uma maior empatia pelos meios representativos e pelo processo de projetar⁴⁶³. Este estudo reflete também que a fase de ideação não é apenas um processo “mental”, mas um compromisso prático relacional com os meios de representação e os hábitos operacionais de “pensar com a ferramenta”. O estudo identificou as características, mais e menos desenvolvidas ao nível dos requisitos do problema e do processo iterativo da procura dos problemas e proposição de soluções na fase de ideação. Aspetos que merecem atenção, são os baixos valores da fluência efetiva sobre os requisitos do problema na fase de geração, o baixo pensamento analógico de procura de soluções através do reconhecimento de ideias existentes noutros sistemas de referência que demonstra pouca versatilidade e um campo visual reduzido. O estudo revelou ainda que no geral existem problemas na construção dos primeiros princípios, na tomada de decisão e na construção de um processo coevolutivo (Pahl e Beitz, 1984) com a prevalência de pouca reflexão resultando uma fraca habilidade prática de abstração e hipotetização.

Por fim, desejamos sensibilizar para uma maior atenção conferida ao ensino dos processos e das ferramentas de exteriorização dos conceitos, por serem tão importantes quanto as metodologias e o conhecimento teórico e prático do projeto. As várias técnicas conhecidas de desenvoltura de ideias como o Brainstorming, Brainwriting, C-sketches, 635 Method, Análise morfológica entre outros, são efetivos na evidenciação de conceitos genéricos, mas a criação completa-se quando a reflexão coevolutiva entre designer e ferramenta, fazem despoletar o que chamamos de ciclos criativos do projeto. A utilização sinérgica das modelações analógica e digital, vem reforçar mais a articulação das unidades curriculares de representação e o projeto. As unidades curriculares afetas ao projeto não podem ser apenas vistas com conteúdos baseados no ensino das técnicas de representação, mas como espaços de interiorização de conceitos e experimentação. Ensinar a dialogar com as ferramentas na fase de ideação, utilizando-as em concordância com as características que definem a criatividade, como a fluência, flexibilidade, coevolução, capacidade analógica, pode vir a garantir melhores resultados no ensino de projeto. A metodologia sinérgica de representação híbrida, mostrou que a modelação analógica melhora a construção dos constituintes da ideia e colabora na tomada de decisões. A modelação digital, possibilita o pensamento divergente e a identificação de experiências estéticas e simbólicas.

⁴⁶³ Pensamos que a razão do problema reside na falta de articulação entre as valências afetas ao projeto e a falta de tempo e espaço para ensinar as ferramentas analógicas e digitais não apenas sob os princípios de exteriorização, mas de reflexão do projeto.

A metodologia híbrida, mostrou ainda a tendência para se promoverem melhor as reflexões sobre os requisitos do problema, a maior geração de ciclos iterativos e coevolutivos e a criação de soluções disruptivas.

É importante trabalhar os instrumentos de representação em design, não apenas como instrumentos de exteriorização (representação), mas como instrumentos de reflexão (diálogo interior com a situação do projeto) que potenciem o que mais forte tem o design, a criação.

Concluimos ainda que os estudos experimentais controlados de análise da ideação, só podem deduzir qualitativamente e quantitativamente uma tendência sobre um resultado, por se trabalharem variáveis que avaliam uma realidade abstrata e subjetiva.

Com a intenção de se vir a compreender melhor o efeito das formas de representação na ação projetual, este estudo é aberto a novas reflexões e interpretações, por ter uma abordagem relativista (Robson, 2002).

II. Orientações Futuras

As orientações futuras são por nós entendidas como um espaço em aberto a todas as oportunidades que este estudo estimula e permite aprofundar.

No resultado deste trabalho, temos consciência que os dados obtidos são apenas um contributo para o vasto espólio de conhecimentos existentes que, na sua dimensão e amplitude, apesar de muito estar descoberto, muito está ainda por descobrir. Por este pretexto, cada fragmento de descoberta do conhecimento sobre a área do design amplia a consciência de que o design é uma disciplina estruturada em fundamentos mentais consistentes e não uma prática, como por vezes se pensa, do “criar coisas bonitas”.

No quadro de possibilidades que antecipamos para a continuidade deste estudo, enumeramos algumas temáticas que nos parecem interessantes para desvendar novos saberes e pela perspectiva de abertura de novos campos de investigação em design. Dos estudos que propomos no decurso da nossa investigação, dividimos os interesses em três áreas distintas: a cognição em design, o ensino e os instrumentos de representação em design.

Para a investigação na área da cognição, propomos estudos que aprofundem a prática reflexiva do ato de projetar, como por exemplo:

- . Compreender quais as estruturas de pensamento ligadas aos momentos da criação, ou como são geradas as pontes de relacionamento entre o enquadramento do problema e o encontro das soluções;
- . Pensar e testar novos métodos de análise que compreendam melhor a utilização do tipo de memórias vivenciais, no desenvolvimento das reflexões iterativas;
- . Experimentar novas métricas de quantificação do ato criativo em design e arquitetura.

Para a investigação na área do ensino, propomos:

- . Dimensionar uma estrutura operativa de funcionamento em concordância das unidades curriculares de teores representativos analógico e digital em benefício das áreas projetuais;
- . Repensar os instrumentos representativos no âmbito do ensino das unidades projetuais, com o objetivo de reduzir o grau de dificuldade sentida pelos alunos em termos de exteriorização dos conceitos;
- . Desenhar, com base experimental, novos templates de exercícios em design que combinem, desde o início do curso e de forma mais sinérgica, as dimensões digitais e analógicas, com o objetivo de potenciar a ação criativa e a viabilidade dos projetos;

Para a investigação na área dos instrumentos de representação, propomos os seguintes estudos:

- . Estudar os elementos constituintes para o desenvolvimento de ferramentas híbridas de representação;
- . Verificar o impacto das novas tecnologias de representação (por prototipagem rápida) na ação de reflexão;
- . Ensaiar a metodologia da análise morfológica matrix para a realização de uma estrutura de modelação 3D analógica e digital.

O modelo integrado que propomos, baseado na importância da ação reflexiva do designer com as formas de modelação no projeto, é extrapolável para outras áreas do conhecimento do design, por possibilitar a expansão oportunista de novos conceitos exploratórios em matérias que são do foro da cognição e da prática do desenvolvimento projetual. A estrutura do modelo pode ser

integrada na análise de outras áreas do design e nas fases consequentes à fase de ideação no projeto. Como exemplo, podemos considerar a análise dos processos, para potenciar as fases prospetivas de recolha de informação, e a fase de disseminação e comunicação de um projeto.

Intencionalmente, pretendemos, com este modelo, persuadir os novos agentes criadores para a importância de compreender o projeto e a ação dos designers como uma construção combinada de semânticas entre os contextos mental e prático, que são responsáveis pela essência do design, a materialização do espaço metafísico e físico (ver visão sistémica nos anexos 14 e 15).

Adicionando mais um pequeno contributo de conhecimento à disciplina do design, estamos certos de que muitos beneficiarão do mesmo no futuro, visto que o design é, fundamentalmente, uma arte da transformação e da evolução dos sistemas, a que chamamos inovação.

Referências Bibliográficas

Abreu, D. D. S. D. D. (2016). Modelo material à semelhança para teste do design no tempo, no espaço e na biologia. Universidade da Beira Interior, 2016. Tese de Doutoramento em Engenharia de Gestão Industrial. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.6/4187>.

Acuna, A., Sosa R. (2011). The complementary role of representations in Design creativity: sketches and models. *Design Creativity 2010*, Springer, pp. 265-270.1.

Adams, R. S., Atman, C. J. (1999). Cognitive processes in iterative design behavior. In *Frontiers in Education Conference, 1999. FIE'99. 29th Annual (Vol. 1, pp. 11A6-13)*. IEEE.

Akin, Ö., Akin, C. (1996). Frames of reference in architectural design: analysing the hyperacclamation (Aha!). *Design Studies*, 17(4), 341-361.

Albert, W., Tullis, T., (2013). *Measuring the user experience: collecting, analyzing, and presenting usability metrics*. Newnes.

Almendra, R.A. (2010). *Decision Making in the Conceptual Phase of Design Process. A descriptive study contributing for the strategic adequacy and overall quality of design outcomes*. Tese de Doutoramento em Design apresentada na Faculdade de Arquitectura da Universidade de Lisboa. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.5/3320> [07 set. 2016].

Alves, F. J. L., Braga, F. J. S., São Simão, M., de Lemos Neto, R. J., Duarte, T. M. G. P. (2001). *PROTOCLICK-Prototipagem Rápida*. Porto: Protocolick, INEGI.

Amabile, T. M. (1982). Social psychology of creativity: A consensual assessment technique. *Journal of personality and social psychology*, 43(5), 997.

Amabile, T. M. (1988). A model of creativity and innovation in organizations. *Research in organizational behavior*, 10(1), 123-167.

Amabile, T. M. (1997). Motivating creativity in organizations: On doing what you love and loving what you do. *California management review*, 40(1), 39-58. Available in: <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.2307/41165921?journalCode=cmra>.

Amabile, T. M. (1998). *How to kill creativity (Vol. 87)*. Boston, MA: Harvard Business School Publishing.

- Amabile, T. M., Conti, R., Coon, H., Lazenby, J., Herron, M. (1996). Assessing the work environment for creativity. *Academy of management journal*, 39(5), 1154-1184.
- Ammon, S. (2010). Dynamics of architectural design: a position paper. In: CEPHAD 2010, the borderland between philosophy and design research, plenary sessions e supplementary items of the CEPHAD 2010 Conference, Copenhagen, January 26th-29th, 2010. - Kopenhagen: Danmarks Designskole, 2010. - (Copenhagen Working Papers on Design; 2010,1) - ISBN: 87-985478-6-0. - S. 11–17.
- Anastas J.W., MacDonald M.L. (1994). *Research Design for Social Work and the Human Sciences*. Lexington, New York.
- Anderson, K. M. (2006). *Leveraging Technology and Creativity among Self-Employed Textile Artists and Designers Through the Use of Geometric Software*. Dissertation submitted to the Graduate Faculty of North Carolina State University, Degree of Doctor of Philosophy Textil Technology Management. Disponível em: <http://wenku.baidu.com/view/cbfbd0b565ce0508763213cd.html> [12 jul. 2015].
- Andrews, D. H., Hull, T. D., Donahue, J. A. (2009). Storytelling as an instructional method: Definitions and research questions. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 3(2), 3.
- Archer, B. (1984a). *Systematic Methods for Designers*, in CROSS, Nigel (Ed.), *Developments in Design Methodology*, John Wiley, Chichester/Nova Iorque, pp. 57-82 [orig. 1965].
- Archer, B. (1984b). *Whatever Became of Design Methodology?* In CROSS, Nigel (Ed.), *Developments in Design Methodology*, John Wiley, Chichester/Nova Iorque, pp. 347-349.
- Asanowicz, A (2002). Hybrid design environment, connecting the real and the virtual-design e-ducation, in 20th eCAADe Conference Proceedings, Warsaw (Poland), pp. 572-576.
- Ashwin, C. (1984). *Drawing, Design and Semiotics*. *Design Issues*, 42-52.
- Askland, H. H., Ostwald, M., Williams, A. (2010). Changing conceptualizations of creativity in design. In *Proceedings of the 1st DESIRE Network Conference on Creativity and Innovation in Design: Desire Network* (pp. 4-11).
- Baer J, Kaufman J, Gentile C, (2004). Extension of the consensual assessment technique to nonparallel creative products. *Creativity Research Journal* 16(1):113–117.
- Baer, J., McKool, S. S. (2009). Assessing creativity using the consensual assessment technique. In *Handbook of research on assessment technologies, methods, and applications in higher education* (pp. 65-77). IGI Global.
- Bannert, M., Mengelkamp, C. (2008). Assessment of metacognitive skills by means of instruction to think aloud and reflect when prompted. Does the verbalization method affect learning? *Metacognition and Learning*, 3(1), 39-58.
- Beatty, E. L., Ball, L. J. (2011). Investigating exceptional poets to inform an understanding of the relationship between poetry and design. In *Proceedings of the Second Conference on Creativity and Innovation in Design* (pp. 157-165). ACM.
- Beckman, S., Barry, M. (2009). Design and innovation through storytelling. *International Journal of Innovation Science*, 1(4), 151-160.
- Benami, O., Jin, Y. (2002). Creative stimulation in conceptual design. In *ASME 2002 international design engineering technical conferences and computers and information in engineering conference* (pp. 251-263). American Society of Mechanical Engineers.
- Berben, L., Sereika, S. M., e Engberg, S. (2012). Effect size estimation: methods and examples. *International journal of nursing studies*, 49(8), 1039-1047.
- Besemer, S. P. (1998). Creative product analysis matrix: Testing the model structure and a comparison among products--Three novel chairs. *Creativity Research Journal*, 11(4), 333-346.
- Besemer, S. P., Treffinger, D. J. (1981). Analysis of creative products: Review and synthesis. *The Journal of Creative Behavior*, 15(3), 158-178.

- Best, K. (2006). *Design management: managing design strategy, process and implementation*. AVA publishing.
- Bhatta, S., Goel, A., Prabhakar, S. (1994). Innovation in analogical design: A model-based approach. In *Artificial Intelligence in Design'94* (pp. 57-74). Springer, Dordrecht.
- Boden, M. (1990). *The Creative Mind: Myths and Mechanisms*. Weidenfeld and Nicolson, London.
- Bonnard, N., Zenasni, F. (2010). The impact of technology on creativity in design: an enhancement? *Creativity and innovation management*, 19(2), 180-191.
- Bonsiepe, G. (1992). *Teoria e Prática do Design Industrial: Elementos para um manual crítico*. Centro Português de Design: Lisboa.
- Brown, A. H., Green, T. D. (2016). *The essentials of instructional design: Connecting fundamental principles with process and practice*. Routledge.
- Brown, T., Wyatt, J. (2010). Design thinking for social innovation. *Development Outreach*, 12(1), 29-43.
- Buede, D. M., Miller, W. D. (2009). *The engineering design of systems: models and methods*. John Wiley e Sons.
- Buhl, H. (1960). *Creative Engineering Design*. Ames, Iowa, Iowa State University Press.
- Bürdek, B. E. (2005). *Design: History, theory and practice of product design*. Walter de Gruyter.
- Buxton, B. (2010). *Sketching User Experiences: Getting the Design Right and the Right Design*. Morgan Kaufmann.
- Bye, E., Hakala, L. (2005). Sailing apparel for women: A design development case study. *Clothing and Textiles Research Journal*, 23(1), 45-55.
- Canaan, D. (2003). Research to fuel the creative process. *Design research: methods and perspectives*, 234-240.
- Candy, L., e Edmonds, E. (1996). Creative design of the Lotus bicycle: implications for knowledge support systems research. *Design Studies*, 17(1), 71-90.
- Cannaerts, C. (2009). *Models of / Models for Architecture: Physical and Digital Modelling in Early Design Stages*. Available in: http://papers.cumincad.org/data/works/att/ecaade2009_111.content.pdf. Last access: 9.04. 2016.
- Carrió, M. (2006). Common spaces of design and innovation. *Temas de disseny*, (23), 144-152.
- Casakin, H. (2007). Factors of metaphors in design problem-solving: Implications for design creativity. *International Journal of Design* 1(2): 21-33.
- Casakin, H., Kreitler, S. (2006). Evaluating Creativity in Design Problem Solving. College of Judea and Samaria, Department of Architecture, Ariel, Israel, 2Tel Aviv University, Department of Psychology, Tel Aviv, Israel. Design Research Society International Conference in Lisbon. IADE, 2006. Consultado [10 Mar. 2015]. Disponível em: http://www.iade.pt/drs2006/wonderground/proceedings/fullpapers/DRS2006_0083.pdf92006,CASAKIN.
- Casakin, H., Kreitler, S. (2011). The cognitive profile of creativity in design. *Thinking Skills and Creativity*, 6(3), 159-168.
- Casaus, A, Fargas, J., Papuzian, P (1993). Hybrid design environments e a research program on creative collaboration and communication, in eCAADe Conference Proceedings, Eindhoven (The Netherlands), pp. 2-11.
- Celdrán, P., Telo, A. M. (1995). *História das coisas*. Editorial Notícias, Lisboa.
- Chakrabarti, A., Khadilkar, P. (2003). A measure for assessing product novelty. In *DS 31: Proceedings of ICED 03, the 14th International Conference on Engineering Design*, Stockholm.

- Charyton, C. and J. A. Merrill (2009). Assessing general creativity and creative engineering design in first year engineering students. *Journal of engineering education* 98(2): 145-156.
- Chi, M. T. (1997). Quantifying qualitative analyses of verbal data: A practical guide. *The journal of the learning sciences*, 6(3), 271-315.
- Choulier, D. (2010). Teaching reflective practice in engineering creative design. In Joint International IGIPSEFI Annual Conference.
- Christiaans, H. H. (2002). Creativity as a design criterion. *Communication Research Journal* 14(1): 41-54.
- Christiaans, H. H. C. M. (1992). Creativity in design: the role of domain knowledge in designing. Doctoral Thesis in industrial design engineering. TU Delft, Faculty of Industrial Design Engineering. Available in: <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:cb556def-8fe0-497d-88ba-0f8a5a7b572f>.
- Chulvi, V., E. Mulet, et al. (2011). Comparison of the degree of creativity in the design outcomes using different design methods. *Journal of Engineering Design iFirst*: 1-29.
- Chusilp, P., Jin, Y. (2006). Impact of mental iteration on concept generation. *Journal of Mechanical Design*, 128(1), 14-25.
- Cifuentes, C. L., Wanous, D. S. (1972). Fundamentals of the managerial decision-making process. *International Studies of Management e Organization*, 2(2), 213-221.
- Cohen, J (1988) *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Consalez, L. (2001). *Maquetes. La Representación del Espacio em el Proyecto Arquitectónico*. Editorial Gustavo Gili, S.L, Barcelona.
- Cooper, R. (2005), *Product Leadership*, 2nd ed., Basic Books, New York.
- Côrte-Real, E. (2010). *The Triumph of Design. O Triunfo do Desenho*. Livros Horizonte. Unidcom/lade Creative University, 44-79.
- Coughlan, P., Suri, J. F., Canales, K. (2007). Prototypes as (design) tools for behavioral and organizational change: A design-based approach to help organizations change work behaviors. *The journal of applied behavioral science*, 43(1), 122-134.
- Courtney Klentzin, J., Bounds Paladino, E., Johnston, B., Devine, C. (2010). Pecha Kucha: using "lightning talk" in university instruction. *Reference Services Review*, 38(1), 158-167.
- Cropley, D. H., Cropley, A. J. (2000). Fostering creativity in engineering undergraduates. *High Ability Studies*, 12.
- Cross, N. (1982). Designerly ways of knowing. *Design studies*, 3(4), 221-227.
- Cross, N. (1999). Natural intelligence in design1. *Design studies*, 20(1), 25-39.
- Cross, N. (2001). Design cognition: Results from protocol and other empirical studies of design activity. In *Design knowing and learning: Cognition in design education* (pp. 79-103).
- Cross, N. (2003). *Engineering design methods: strategies for product design*. 2000. Milton Keynes, UK: John Wiley e Sons Ltd.
- Cross, N. (2006). *Designerly ways of knowing* (pp. 1-13). Springer London.
- Cross, N., Dorst, K. (1998). Co-evolution of Problem and Solution Spaces in Creative Design: observations from an empirical study, in J Gero and M L Maher (eds.), *Computational Models of Creative Design IV*, University of Sydney, NSW, Australia.
- Cross, N., Roy R. (1989). *Engineering design methods*. Vol. 4. Wiley, New York.
- Csikszentmihalyi, M. (1988). Motivation and creativity: Toward a synthesis of structural and energetic approaches to cognition. *New Ideas in psychology*, 6(2), 159-176.

- Csikszentmihalyi, M. (1988) Society, culture, and person: a system view of creativity, in RJ.
- Csikszentmihalyi, M. (1997). Creativity - flow and the psychology of discovery and invention. New York: Harper Perennial.
- De Bono, E. (1977). Lateral thinking: a textbook of creativity. Harmondsworth, Middlesex: Penguin Books Ltd.
- Cunha, L. M. A. D. (2007). Modelos Rasch e Escalas de Likert e Thurstone na medição de atitudes. Dissertação de mestrado em probabilidades e estatística. Universidade de Lisboa da Faculdade de Ciências. Departamento de Estatística e Investigação Operacional.
- D'Souza, N. S. (2011). The metaphor of an ensemble: design creativity as skill integration. In Design Creativity 2010 (pp. 281-288). Springer, London.
- Davies, M. (2011). Concept mapping, mind mapping and argument mapping: what are the differences, and do they matter? Higher education, 62(3), 279-301.
- De Bono, E. (1985). Thinking hats. Little, Brown and Company, London.
- de Oliveira, I. G., Lopes, C. (2005). Design de criatividade uma abordagem sistémica na análise compreensiva da promoção e desenvolvimento da criatividade no quadro da experiência criativa e da pragmática de aprendizagens e de mudanças contributo teórico da Escola de Pensamento de Palo Alto. SOPCOM: Associação Portuguesa de Ciências da Comunicação, 447-457.
- Do, E. Y. (2001). VR sketchpad in Proceedings of the CAAD Futures Conference, Computer Aided Architectural Design Futures, Eindhoven pp 161-172.
- Dorst, K., Cross, N. (2001). Creativity in the design process: co-evolution of problem-solution. Design studies, 22(5), 425-437.
- Dorta, T. (2008). Design flow and ideation. International Journal of Architectural Computing, 6(3), 299-316.
- Dorta, T., Pérez, E. (2006). Hybrid modelling revaluating manual action for 3D modelling. Synthetic Landscapes [Proceedings of the 25th Annual Conference of the Association for Computer-Aided Design in Architecture] pp. 392-402.
- Dorta, T., Perez, E., Lesage, A. (2008). The ideation gap: hybrid tools, design flow and practice. Design studies, 29(2), 121-141.
- Duarte, J. P., Celani, G., Pupo, R. (2012). Inserting computational technologies in architectural curricula. In Computational Design Methods and Technologies: Applications in CAD, CAM and CAE Education (pp. 390-411). IGI Global.
- Duin, H., Baalsrud Hauge, J., Thoben, K. D. (2009). An ideation game conception based on the Synectics method. On the Horizon, 17(4), 286-295.
- Dunn, N. (2014). Architectural modelmaking. Laurence King.
- Durlak, J. A. (2009). How to select, calculate, and interpret effect sizes. *Journal of pediatric psychology*, 34(9), 917-928.
- Eastman, C., Computing, D. (2001). New directions in design cognition: studies of representation and recall. In Design knowing and learning: Cognition in design education (pp. 147-198).
- Echenique, M. (1970). Models: A Discussion, Architectural Research e Teaching, May, pp. 25-30.
- Eckert, C., Kelly, I., Stacey, M. (1999). Interactive generative systems for conceptual design: An empirical perspective. AI EDAM, 13(04), pp. 303-320.
- Ericsson, A., Simon, H. (1993). Protocol Analysis: Verbal Reports as Data. Cambridge, Mass.: M.I.T. Press.
- Espírito Santo, H., Daniel, F. (2017). Calcular E Apresentar Tamanhos Do Efeito EM Trabalhos Científicos (1): As Limitações Do $P < 0,05$ Na Análise De Diferenças De Médias De Dois Grupos (Calculating and Reporting Effect Sizes on Scientific Papers (1): $P < 0.05$ Limitations in the Analysis of Mean Differences of Two Groups). Disponível em: <http://www.researchgate.net/publication/273143169>.

Espírito-Santo, H., & Daniel, F. (2017). Calcular e apresentar tamanhos do efeito em trabalhos científicos (2): Guia para reportar a força das relações. *Revista Portuguesa de Investigação Comportamental e Social* 2017, Vol. 3 (1): 53-64

Fernandes, R. M. (2010). Design, informação e desenvolvimento: um contributo metodológico para a exploração do "potencial informativo do produto" como factor de percursos de rápida "mudança emergente" orientada para o desenvolvimento. Tese de Doutoramento em Ciências Sociais da Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias de la Información, Departamento de Periodismo III. Disponível em: <http://eprints.ucm.es/12198/>.

Ferreira, A. M. (2007). Evolução do Conceito e da Prática do Design, Prova complementar à dissertação para obtenção do Grau de Doutor em Engenharia de Produção, UBI, Covilhã.

Ferreira, A. M. (2008). Caracterização e Quantificação da Inovação no Processo Evolucionista do Design, Análise de um Século da Prática Médico-Cirúrgica em Portugal. Tese de doutoramento. Universidade da Beira Interior, Covilhã.

Ferreira, A. M. (2009). Criatividade e Inovação. *Revista Formar, revista dos formadores*, nº 66. Instituto de Emprego e Formação Profissional, jan. Fev. Mar. de 2009. ISSN: 0872-4989.

Field, A. P. (2009). *Discovering statistics using SPSS: (and sex, drugs and rock 'n' roll)*, (3rd ed.). London, United Kingdom: Sage Publications.

Finger, S., Dixon, J. R. (1989). A review of research in mechanical engineering design. Part I: Descriptive, prescriptive, and computer-based models of design processes. *Research in engineering design*, 1(1), 51-67.

Finke, R, Ward, T and Smith, S: (1992). *Creative Cognition: Theory, Research, and Applications*, Cambridge, the MIT Press, A Bradford Book, London.

Fischer, G., Scaletsky, C. C., Amaral, L. G. (2010). The storyboard as a project tool: Rediscovering the audiovisual and advertising contributions and their contexts of use in design. *Strategic Design Research Journal*, 3(2), 54-68.

Fosberg, F.R. (1957). The Preservation of Man's Environment. In *Proceedings of the Ninth Pacific Science Congress*, vol XX. EM MCHARG.

Fricke, G. (1993). Empirical investigation of successful approaches when dealing with differently precise design problems. In *International Conference on Engineering Design (1993) ICED93*.

Fricke, G. (1996). Successful individual approaches in engineering design. *Research in engineering design*, 8(3), 151-165.

Fujita, M. S. L. (2009). A técnica introspectiva e interativa do protocolo verbal para observação do contexto sociocognitivo da indexação para catalogação de livros em bibliotecas universitárias: aplicação e análise. A indexação de livros: a percepção de catalogadores e usuários de bibliotecas universitárias. São Paulo: Cultura Acadêmica, 51-79.

Gabriel-Petit, P. (2010). Design is a process, not a methodology. Retrieved January 19, 2011.

Gadamer, H. G., Hahn, L. E. (1997). *The Philosophy of Hans-Georg Gadamer (Vol. 24)*. Open Court Publishing Company.

Galle, P. (1996). Design rationalization and the logic of design: a case study. *Design Studies*, 17(3), 253-275.

Galle, P., Kovács, L. B. (1996). Replication protocol analysis: a method for the study of real-world design thinking. *Design Studies*, 17(2), 181-200.

Gardner, H. (1998). *Inteligencias múltiplas*. Barcelona: Paidós.

Gero, J. S. (1990). Design prototypes: a knowledge representation schema for design. *AI magazine*, 11(4), 26.

Gero, J. S. (2011). Future directions for design creativity research. In *Design creativity 2010* (pp. 15-22). Springer, London.

- Gero, J. S., Kannengiesser, U. (2004). The situated function–behavior–structure framework. *Design studies*, 25(4), 373-391.
- Gero, J. S., Maher, M. L. (1993). *Modelling Creativity and Knowledge-Based Creative Design*. Contributors: John S. Gero -editor, Mary Lou Maher - editor. Publisher: Lawrence Erlbaum Associates. Place of Publication: Hillsdale, NJ. Publication Year, pp. VII, VIII. Consultado [09 jan. 2011]. Disponível em: <http://www.questia.com/library/book/modelling-creativity-and-knowledge-based-creative-design-by-john-s-gero-mary-lou-maher.jsp>.
- Goel, V. (1992). Ill-Structured Representations for Ill-Structured Problems. Proceedings of the Fourteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society.
- Goel, V. (1995). *Sketches of thought*. MIT Press.
- Goldschmidt, G. (1990). Linkography: assessing design productivity. In *Cybernetics and System'90, Proceedings of the Tenth European Meeting on Cybernetics and Systems Research* (pp. 291-298). World Scientific.
- Goldschmidt, G. (1991). The dialectics of sketching. *Creativity research journal*, 4(2), 123-143.
- Goldschmidt, G. (2005). How good are good ideas? Correlates of design creativity. *Design Studies*, 26, pp.593-611.
- Goldschmidt, G. (2008). Measuring design behavior: Analysis of networks of links among speech units in design sessions. Proceedings of Measuring Behavior 2008 (Maastricht, The Netherlands, August 26-29, 2008), Eds. A.J. Spink, M.R. Ballintijn, N.D. Bogers, F. Grieco, L.W.S. Loijens, L.P.J.J. Noldus, G. Smit, and P.H. Zimmerman.
- Goldschmidt, G. (2011). Better, Not Catchier: Design Creativity Research in the Service of Value. In *Design Creativity 2010* (pp. 29-33). Springer, London.
- Gomes, A. M. R. D. F., dos Santos, V. A. M. (2016). O Espaço Inter-relacional dos Modelos e dos Protótipos no Processo Criativo em Design. e-Revista LOGO, 5(1), 1-22.
- Gordon, W. J. (1968). *Synthetics, the development of creative capacity*. Collier Books.
- Greenhalgh, S. D. (2009). Rapid prototyping in design education: a comparative study of rapid prototyping and traditional model construction. Utah State University.
- Guilford JP, (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5, 444–454.
- Guilford, J. P., Hoepfner, R. (1971) - *The analysis of intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Guilford, Joy Paul (1994) - *La creatividad: pasado, presente y futuro*. In *Creatividad y educación*. In *Creatividad y educación* (pp. 9-23). Editorial Paidós, SAICF.
- Guindon, R. (1990). Designing the design process: Exploiting opportunistic thoughts. *Human-Computer Interaction*, 5(2), 305-344.
- Gül, L. F., Maher, M. L. (2006). The impact of virtual environments on design collaboration. In *24th eCAADe Conference Proceedings* (pp. 74-83).
- Gürsoy, B. (2010). *The Cognitive Aspects of Model Making in Architectural Design*. Master Thesis of Architecture, Middle East Technical University, Architecture Department. Ankara, Turquia, 2010, Available in: <http://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12611677/index.pdf>. Last access: 2016.06.18.
- Hanna, S. (2005). Where Creativity Comes From. *Proceedings of Human Interaction 2005*, 45-70.
- Hansen, R. M. (1956). *Mechanical Design and Fabrication of Strain-gage Balances*. North Atlantic Treaty.
- Hartmann, B. (2009). *Gaining design insight through interaction prototyping tools* (Doctoral dissertation, Stanford University). Disponível em: <http://hci.stanford.edu/publications/2009/hartmann-diss.pdf>.

- Harvard, A. (2004). Prototyping Spoken Here: Artefacts and Knowledge Production in Design. Working Papers in Art and Design3. Available in: http://sitem.herts.ac.uk/artdes_research/papers/wpades/vol3/ahfull.html. ISBN 1466-4917 [29 Dez. 2015].
- Hasirci, D., Demirkan, H. (2003). Creativity in Learning Environments: The Case of Two Sixth Grade Art-Rooms. *The Journal of Creative Behavior*, 37(1), 17-41.
- Heerwagen, J. (2002). Creativity-Chapter 15. *Managing Science as a Public Good: Overseeing Publicly Funded Science*.
- Hennessey, B. A., Amabile, T. M. (1999). Consensual assessment. *Encyclopedia of creativity*, 1, 347-359.
- Herrmann, N. (1991). The creative brain. *Journal of Creative Behavior*, 25, 275-295.
- Higgins, J. M. (1994). 101 creative problem-solving techniques: The handbook of new ideas for business. New Management Publishing Company.
- Hollanders, H., Van Cruysen, A. (2009). Design, creativity and innovation: a scoreboard approach. Pro Inno Europe, Inno Metrics: Holanda.
- Houde, S., Hill, C. (1997). What do Prototypes Prototype? In M. Helander, T.K. Landauer and P. Prabhu, eds., *Handbook of Human-Computer Interaction*. Elsevier Science BV.
- Howard TJ, Culley SJ, Dekoninck E, (2008). Describing the creative design process by the integration of engineering design and cognitive psychology literature. *Design Studies* 29:160–180. In *Design Science in The University of Michigan*. Available in: <https://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/77845>.
- Ibrahim, R., Rahimian, F. P. (2010). Comparison of CAD and manual sketching tools for teaching architectural design. *Automation in Construction*, 19(8), 978-987.
- Isaksen, S. G., Puccio, G. J., Treffinger, D. J. (1993). An ecological approach to creativity research: Profiling for creative problem solving. *The Journal of Creative Behavior*, 27(3), 149-170.
- Jin, Y., Chusilp, P. (2006). Study of mental iteration in different design situations. *Design studies*, 27(1), 25-55.
- Johnson, E. W., Castillo, L. A., Brockman, J. B. (1996). Application of a Markov model to the measurement, simulation, and diagnosis of an iterative design process. In *Design Automation Conference Proceedings 1996, 33rd* (pp. 185-188). IEEE.
- Johnson, R. B., Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational researcher*, 33(7), 14-26.
- Jonas, W. (1994). *Design-System-Theorie: Überlegungen zu einem systemtheoretischen Modell von Design-Theorie*. Verlag Die Blaue Eule.
- Jonas, W. (2007). Research through DESIGN through research: A cybernetic model of designing design foundations. *Kybernetes*, 36(9/10), 1362-1380.
- Jones, J. C. (1992). *Design methods*. John Wiley e Sons.
- Justel D. (2008). Metodología para la eco-innovación en el diseño para desensamblado de productos industriales. Programa de doctorado: Proyectos de innovación tecnológica en ingeniería del producto y del proceso (Universitat Jaume I).
- Kamrani, A. K., Sa'ed, M. S. (2002). *Product design for modularity*. Springer Science e Business Media.
- Kan, J. W., Gero, J. S. (2005). Design behavior measurement by quantifying linkography in protocol studies of designing. *Human behavior in designing*, 5, 47-58.
- Karagiorgi, Y., Symeou, L. (2005). Translating constructivism into instructional design: Potential and limitations. *Journal of Educational Technology e Society*, 8(1).
- Kim, M., Maher, M. L. (2005). Comparison of designers using a tangible user interface and a graphical user interface and the impact on spatial cognition. *Proc. Human Behavior in Design*, 5.

- Kim, Y. S., Shin, J. H., Shin, Y. K. (2011). Conceptual Design and Cognitive Elements of Creativity: Toward Personalized Learning Supports for Design Creativity. In *Design Creativity 2010* (pp. 105-111). Springer, London.
- Kirsh, D., Maglio, P. (1994). On distinguishing epistemic from pragmatic action. *Cognitive science*, 18(4), 513-549.
- Kirton, M. (1976). Adaptors and innovators: A description and measure. *Journal of applied psychology*, 61(5), 622.
- Klein, G., Ross, K. G., Moon, B. M., Klein, D. E., Hoffman, R. R., Hollnagel, E. (2003). Macrocognition. *IEEE intelligent systems*, 18(3), 81-85.
- Koberg, D., Bagnall, J. (1976). *The Universal Traveller: A Soft-systems Guide to Creativity, Problem-solving, and the Process of Reaching Goals*. Kaufmann.
- Kröper, M., Fay D., Lindberg, T., Meinel, C. (2011). Interrelations between Motivation, Creativity and Emotions in Design Thinking Processes—An Empirical Study Based on Regulatory Focus Theory. *Design Creativity*, 2010. Springer, pp. 97-104.
- Kvan, T., Gao, S. (2006). A comparative study of problem framing in multiple settings. In *Design Computing and Cognition'06* (pp. 245-263). Springer, Dordrecht.
- Laerd Statistics (2017). One-way ANOVA using SPSS Statistics. Statistical tutorials and software guides. Disponível em <https://statistics.laerd.com/>.
- Lawson, B. (2004). Schemata, gambits and precedent: some factors in design expertise. *Design studies*, 25(5), 443-457.
- Lawson, B. (2006). *How Designers Think: The Design Process Demystified*. Architectural Press.
- Lawson, B., Dorst, K. (2005). Acquiring design expertise. *Computational and Cognitive Models of Creative Design VI*. Key Centre of Design Computing and Cognition, University of Sydney, Sydney, 213-229.
- Lemons, G. (2011). Diverse perspectives of creativity testing: Controversial issues when used for inclusion into gifted programs. *Journal for the Education of the Gifted*, 34(5), 742-772.
- Levet, F., Granier, X., Schlick, C. (2006). 3D sketching with profile curves. In *International Symposium on Smart Graphics* (pp. 114-125). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Levins, K. E. (2006). *The impact of creativity on the evaluation of entry-level interior design portfolios: Examining the relationships among creative novelty, resolution, and style* (Doctoral dissertation, University of Florida).
- Lewis, A. C., Sadosky, T. L., Connolly, T. (1975). The effectiveness of group brainstorming in engineering problem solving. *IEEE Transactions on Engineering Management*, (3), 119-124.
- Lidwell, W., Holden, K., Butler, J. (2010). *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.
- Lim, Y. K., Stolterman, E., Tenenberg, J. (2008). The anatomy of prototypes: Prototypes as filters, prototypes as manifestations of design ideas. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 15(2), 7.
- Lindemann, U. (2011). *Systematic Procedures Supporting Creativity-A Contradiction?* *Design Creativity 2010*, Springer: 23-28.
- Linsey, J. S. (2007). *Design-by-analogy and representation in innovative engineering concept generation*. The University of Texas at Austin.
- Linsey, J. S., Becker, B. (2011). Effectiveness of brainwriting techniques: comparing nominal groups to real teams. In *Design Creativity 2010* (pp. 165-171). Springer, London.

- Lopez-Mesa B, Vidal R, (2006). Novelty metrics in engineering design experiments. DESIGN 2006, Croatia. (CD-proceedings).
- Lubart, T. I. (2001). Models of the creative process: Past, present and future. *Creativity Research Journal*, 13(3-4), 295-308.
- Maher, M. L. (2011). Design creativity research: From the individual to the crowd. In *Design Creativity 2010* (pp. 41-47). Springer, London.
- Maher, M. L., Cicognani, A., Simoff, S. (1996). An experimental study of computer mediated collaborative design. In *Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, 1996. Proceedings of the 5th Workshop on* (pp. 268-273). IEEE.
- Maher, M. L., Merrick, K. A., Macindoe, O. W. (2005). Can designs themselves be creative. *Computational and Cognitive Models of Creative Design VI*, 111-126.
- Maher, M. L., Poon, J., Boulanger, S. (1996). Formalizing design exploration as co-evolution. In *Advances in formal design methods for CAD* (pp. 3-30). Springer US.
- Majid, S. N. A., Kassim, H., Razak, M. A. (2015). EVALUATING THE CREATIVITY OF A PRODUCT USING CREATIVITY MEASUREMENT TOOL (CMET).
- Manzini, Ezio (1993). *A Matéria da Invenção*. Centro Português de Design. Lisboa.
- Martins, J. P. (2001). Daciano da Costa designer. Em *Côrte-Real, E., The Triumph of Design* (pp.78-89). Lisboa: Livros horizonte.
- Matté, V. A., Gontijo, L. A., de Sousa, R. P. L. (2008). O conhecimento especializado em design: considerações a respeito do processo de ensino e aprendizagem. *Estudos em Design*, 16(2).
- Maturana HR and Varela F.J. (1987). *The Tree of Knowledge: The Biological Roots of Human Understanding*. Shambhala Publications Inc. Boston.
- Meinel, C., Leifer, L. (2012). Design thinking research. In *Design Thinking Research* (pp. 1-11). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Miller, E. K., Freedman, D. J., Wallis, J. D. (2002). The prefrontal cortex: categories, concepts and cognition. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 357(1424), 1123-1136.
- Milne, V. et al. (2017, Julho). The Hybrid Analog and Digital Representation as a Process of Expanding Design Reflection. Model Construction for Evaluation of the Descriptive Process. Paper apresentado na conferência Design Doctoral Conference'17, IADE- Universidade Europeia, Portugal.
- Mitchell, W. J. (1975). The Theoretical Foundation of Computer-Aided Architectural Design. *Environment and Planning B*, 2 (2), pp. 127-150.
- Moggridge, B. (2007). *Designing Interactions*. Cambridge MA: MIT Press.
- Mooney, Ross L. (1963). A conceptual model for integrating four approaches to the identification of creative talent. *Scientific creativity: Its recognition and development*, 331-340.
- Morris, R. (2016). *The fundamentals of product design*. Bloomsbury Publishing.
- Mumford, R. P., Gardner, R. (1994). In Robert J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity*. Cambridge: Cambridge University Pres.
- Nagai, Y., Taura, T., Sano, K. (2011). Research methodology for the internal observation of design thinking through the creative self-formation process. In *Design Creativity 2010* (pp. 215-222). Springer, London.
- Nardi, B. A. (1996). Studying context: A comparison of activity theory, situated action models, and distributed cognition. *Context and consciousness: Activity theory and human-computer interaction*, 69102.
- Nardi, M. I. A. (1999). A metáfora e a prática de leitura como evento social: instrumentos do pensar a Biblioteconomia do futuro. Tese (Doutorado em Lingüística Aplicada e Estudos da Linguagem) –Programa de Lingüística Aplicada e Estudos da Linguagem, Pontifícia Universidade Católica, São Paulo).

- Nelson, B. A., Wilson, J. O., Rosen, D., Yen, J. (2009). Refined metrics for measuring ideation effectiveness. *Design Studies*, 30(6), 737-743.
- Newell, A., Simon, H. A. (1972). *Human Problem Solving* (Vol. 104, No. 9). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Oliveira, I. M. H. G. D. (2009). *Criatividade e mudança: promoção da capacidade, competência e atitude criativa*. Tese de doutoramento em Comunicação e Arte apresentada na Universidade de Aveiro. Disponível em: <https://ria.ua.pt/bitstream/10773/1265/1/2010000434.pdf>.
- Oman, S. K., Tumer, I. Y., Wood, K., Seepersad, C. (2013). A comparison of creativity and innovation metrics and sample validation through in-class design projects. *Research in Engineering Design*, 24(1), 65-92.
- Onwuegbuzie, A. J., Teddlie, C. (2003). A framework for analyzing data in mixed methods research. *Handbook of mixed methods in social and behavioral research*, 2, 397-430.
- Oxman, R. (2002). The thinking eye: visual re-cognition in design emergence. *Design Studies*, 23(2), 135-164.
- Oxman, R. (2006). Theory and design in the first digital age. *Design studies*, 27(3), 229-265.
- Oxman, R. (2008). Digital architecture as a challenge for design pedagogy: theory, knowledge, models and medium. *Design studies*, 29(2), 99-120.
- Pahl, G., Beitz, W. (2013). *Engineering design: a systematic approach*. Springer Science e Business Media.
- Pahl, G., e Beitz, W. (2007). *Engineering design: a systematic approach*. Springer-Verlag, London.
- Papanek, Victor (1995). *Arquitectura e Design: Ecologia e Ética*. Lisboa, Edições 70, Lda.
- Parra, P. (2007). *Design simbiótico: cultura projectual, sistemas biológicos e sistemas tecnológicos*. Tese de doutoramento em Design de Equipamento pela Universidade de Lisboa, Faculdade de Belas-Artes. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10451/2407>.
- Perry, G. T. (2010). Uma perspectiva cognitiva sobre o design de artefactos digitais educacionais. Consultado em: 20. jun. 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/27964>.
- Perttula, M., Liikkanen, L. A. (2005). Cue-based memory probing in idea generation. In Sixth Roundtable Conference on Computational and Cognitive Models of Creativity, Key Centre of Design Computing and Cognition, University of Sydney, Sydney (pp. 195-210).
- Plattner, H., Meinel, C., Weinberg, U. (2009). *Design thinking*. Landsberg am Lech: Mi-Fachverlag.
- Poincaré H, (1924). *The foundation of science*. New York: Science Press.
- Pugh, S., Clausing, D. (1996). *Creating innovative products using total design: the living legacy of Stuart Pugh*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.
- Purcell, A., Gero, J. S. (1998). Drawings and the design process: A review of protocol studies in design and
- Radcliffe, D. F., Lee, T. Y. (1989). Design methods used by undergraduate engineering students. *Design Studies*, 10(4), 199-207.
- Reichardt, C. S., Rallis, S. F. (1994). The Qualitative-Quantitative Debate: New Perspectives. *New directions for program evaluation*, 61, 1-98.
- Reis, L. (2010). Drawing, It's a Matter of Design: The Emergence of Design in Portugal through the Multidisciplinary Role of Drawing. Em *Côrte-Real, E., The Triumph of Design* (pp.42-79). Lisboa: Livros horizonte.
- Renzulli, J. S., Reis, S. M. (1981). Student product assessment form. JS Renzulli, SM Reis, e LH Smith, Revolving Door Identification Model. Mansfield Center, CT: Creative Learning Press. Retrieved from: <http://www.gifted.uconn.edu/sem/pdf/spaf.pdf>.
- Rhodes, M. (1961). An analysis of creativity. *The Phi Delta Kappan*, 42(7), 305-310.
- Rigelsford, J. (2003). Rapid prototyping process. *Assembly Automation*, 23(4).

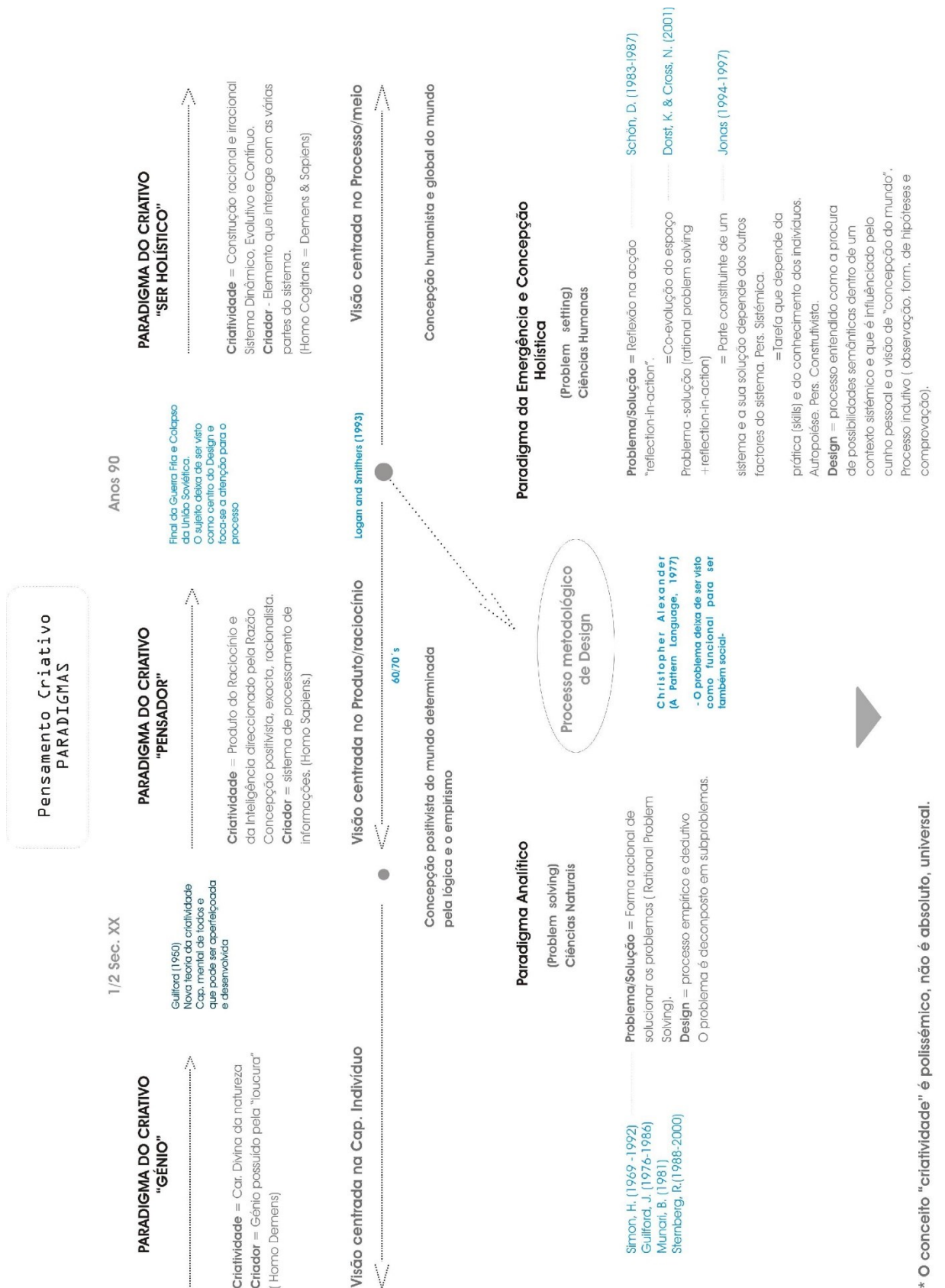
- Ritchey, T. (1998). General morphological analysis. In 16th euro conference on operational analysis.
- Robson, C. (2002). Real world research. 2nd. Edition. Blackwell Publishing. Malden.
- Rodrigues, I. (2007). Estratégias de desenho no projeto de design: Um estudo sobre o uso do desenho como recurso instrumental e criativo ao serviço do pensamento visual do designer de equipamento. 2007. Tese Doutorado em Design de Equipamento apresentada na Faculdade de Belas-Artes, Universidade de Lisboa. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10451/663> [20 Jan. 2017].
- Rohrbach, B. (1969). Creative by rules—method 635, a new technique for solving problems. *Absatzwirtschaft*, 12, 73-75.
- Roozenburg, N. F., Eekels, J. (1995). Product design: fundamentals and methods (Vol. 2). John Wiley e Sons Inc.
- Rosenman, M. A., Gero, J. S. (1993). Creativity in design using a design prototype approach. *Modelling creativity and knowledge-based creative design*, 111-138.
- Rosochowski, A., Matuszak, A. (2000). Rapid tooling: the state of the art. *Journal of materials processing technology*, 106(1-3), 191-198.
- Runco, M. A., Pritzker, S. R. (Eds.). (1999). *Encyclopedia of creativity* (Vol. 2). Elsevier.
- Sarkar P, (2007). Development of a Support for Effective Concept Exploration to Enhance Creativity of Engineering Designers. Ph.D. thesis, Indian Institute of Science, Bangalore, India.
- Sarkar, P., Chakrabarti, A. (2007). Development of a method for assessing design creativity. International conference on engineering design, ICED'07, 28 - 31 august 2007, Cite des Sciences et de L'industrie, Paris, France.
- Sarkar, P., Chakrabarti, A. (2011). Assessing design creativity. *Design Studies*, 32(4), 348-383. Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142694X11000111>.
- Saunders, M. N., Seepersad, C. C., Hölttä-Otto, K. (2011). The characteristics of innovative, mechanical products. *Journal of Mechanical Design*, 133(2), 021009. Available in: <http://mechanicaldesign.asmedigitalcollection.asme.org/article.aspx?articleid=1449981>.
- Schneider, A. L., Darcy, R. E. (1984). Policy implications of using significance tests in evaluation research. *Evaluation Review*, 8(4), 573-582.
- Schön D, (1992). Teaching and Learning as a Design Transaction. In Cross, Dorst e Roozenburg (Eds.). *Research into Design Thinking*. Delft: University Press.
- Schön, D. (1983). *The reflective practitioner: How practitioners think in action*. London: Temple Smith.
- Schön, D. A. (1987). *Educating the reflective practitioner: Toward a new design for teaching and learning in the professions*. Jossey-Bass.
- Schon, D. A., Wiggins, G. (1992). Kinds of seeing and their functions in designing. *Design studies*, 13(2), 135-156.
- Secca Ruivo, I. (2014). *Investigação em Design: interatividade entre metodologias profissionais e científicas*. Disponível em: <http://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/13800>.
- Shah, J. J., Kulkarni, S. V., Vargas-Hernandez, N. (2000). Evaluation of Idea Generation Methods for Conceptual Design: Effectiveness Metrics and Design of Experiments. *Journal of Mechanical Design* 122: 377-384. Silvia P, Martin C, Nusbaum E, (2009). A snapshot of creativity: Evaluating a quick and simple method for assessing divergent thinking. *Thinking Skills and Creativity* 4(2):79–85.
- Shah, J. J., Vargas-Hernandez, N. O. E., Summers, J. D., Kulkarni, S. (2001). Collaborative Sketching (C-Sketch) - An idea generation technique for engineering design. *The Journal of Creative Behavior*, 35(3), 168-198.
- Sharif, R., Maarof, S. (2014). Model making as a cognitive tool for the beginners. *Stedex*, 6, pp. 117-122.
- Simon, H. A. (1969). *The sciences of the artificial*. Cambridge, MA.

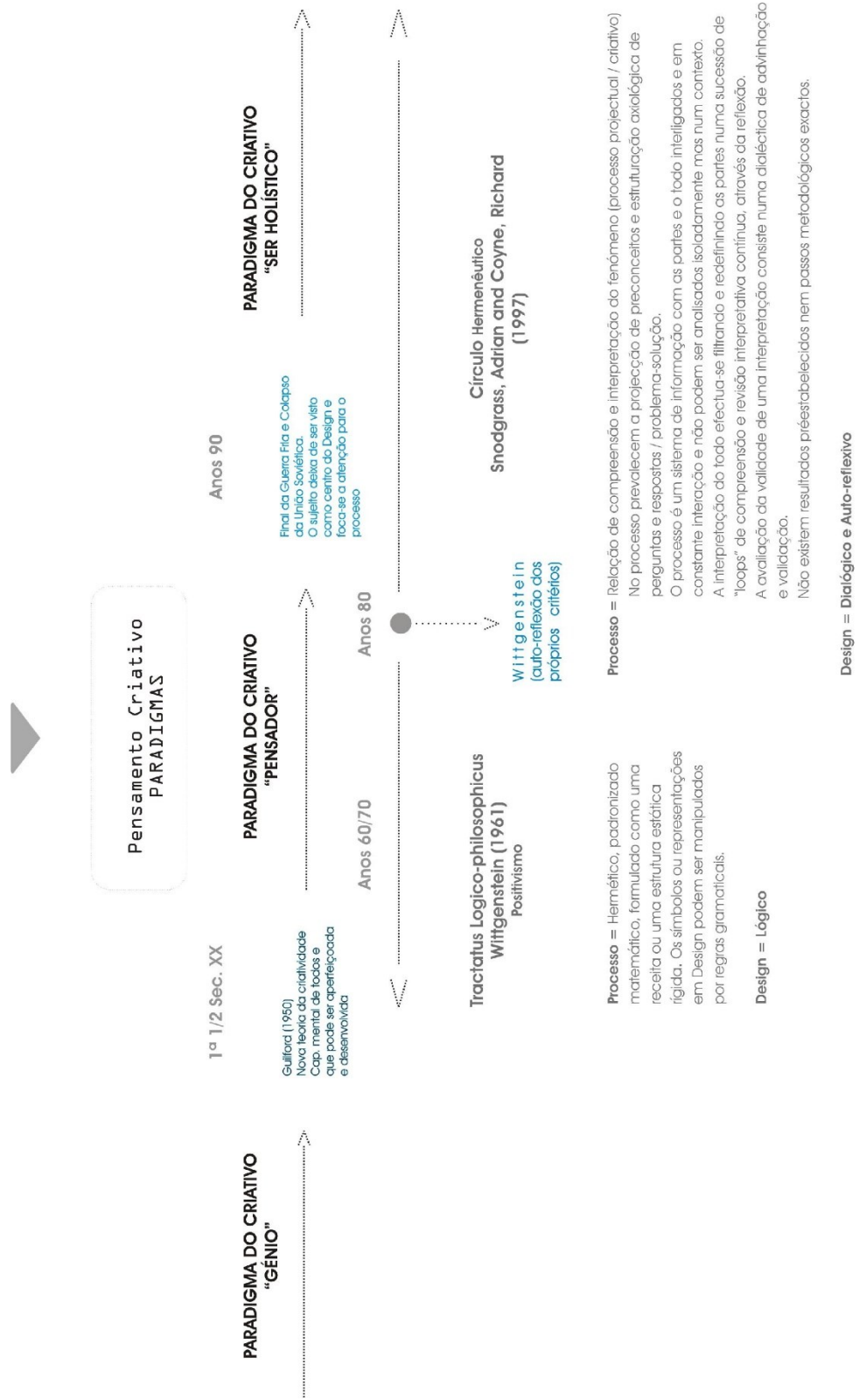
- Simon, H. A. (1973). The structure of ill structured problems. *Artificial intelligence*, 4(3-4), 181-201.
- Simonton, D. K. (2000). Creativity: Cognitive, personal, developmental, and social aspects. *American psychologist*, 55(1), 151.
- Smith, R. P., Eppinger, S. D. (1997). Identifying controlling features of engineering design iteration. *Management science*, 43(3), 276-293.
- Smith, S. M., Linsey, J. S., Kerne, A. (2011). Using evolved analogies to overcome creative design fixation. In *Design creativity 2010* (pp. 35-39). Springer, London. Research and Development.
- Snodgrass, A., Coyne, R. (1996). Is designing hermeneutical? *Architectural Theory Review*, 2(1), 65-97. Available in: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13264829609478304>. Last access 12.05.2017.
- Sosa, R., Gero, J. S. (2005). Social models of creativity. In *Proceedings of the International Conference of Computational and Cognitive Models of Creative Design VI* (pp. 19-44).
- Soufi, B., Edmonds, E. (1996). The cognitive basis of emergence: implications for design support. *Design Studies*, 17(4), 451-463.
- Sternberg, R. J. (1988). *The Nature of Creativity, Contemporary Psychological Perspectives*, Cambridge University Press, pp. 325-339.
- Sternberg, R. J., Lubart, T. (1999). The concept of creativity: Prospects and paradigms, in *handbook of creativity*, Cambridge University Press, Cambridge pp: 3-15.
- Sternberg, R. J. (Ed.). (1988). *The nature of creativity: Contemporary psychological perspectives*. CUP Archive.
- Sternberg, R. J., Lubart, T. I. (1999). The concept of creativity: Prospects and paradigms. *Handbook of creativity*, 1, 3-15.
- Strzalecki, A. (2000). Creativity in design: General model and its verification. *Technological forecasting and social change*, 64(2-3), 241-260.
- Suwa, M., Purcell, T., Gero, J. (1998). Macroscopic analysis of design processes based on a scheme for coding designers' cognitive actions. *Design studies*, 19(4), 455-483.
- Suwa, M., Tversky, B. (1997). What do Architects and Students Perceive in their Design Sketches? A protocol analysis. *Design Studies*, 18 (4), 385-403.
- Svensson, P. (2003). Interdisciplinary design research. *Design Research: Methods and Perspectives*, 193-200.
- Takeda, H., Veerkamp, P., Yoshikawa, H. (1990). Modelling design process. *AI magazine*, 11(4), 37.
- Taura, T., e Nagai, Y. (2011). Discussion on direction of design creativity research (Part 1)-New definition of design and creativity: Beyond the problem-solving paradigm. In *Design creativity 2010* (pp. 3-8). Springer, London.
- Taura, T., Nagai, Y. (2017). Creativity in Innovation Design: the roles of intuition, synthesis, and hypothesis. *International Journal of Design Creativity and Innovation*, 5(3-4), 131-148.
- Taura, T., Nagai, Y. (2010). *Design creativity 2010*. Springer Science e Business Media.
- Taylor, I. A. (1975). A retrospective view of creativity investigation. *Perspectives in creativity*, 1, 36.
- Thomas, D., Brown, J. S. (2011). *A new culture of learning: Cultivating the imagination for a world of constant change* (Vol. 219). Lexington, KY: CreateSpace.
- Tomitch, Lêda M. B. (2007). Desvelando o Processo de Compreensão Leitora: Protocolos Verbais na Pesquisa em Leitura. *Signo*, Santa Cruz do Sul, v. 32, n. 53, p. 42-53, dez. 2007. Disponível em: <<http://online.unisc.br/seer/index.php/signo/article/view/244>> Último acesso: 20 nov. 2014.
- Torrance, E. P. (1981). Creative teaching makes a difference. In J. C. Gowan, J. Khatena, e E. P. Torrance (Eds.), *Creativity: Its educational implications* (2nd ed., pp. 99-108). Dubuque, IA: Kendall/Hunt.

- Treffinger, D. J. (1980). Encouraging creative learning for the gifted and talented: A handbook of methods and techniques. National/State Leadership Training Institute on the Gifted and the Talented: Ventura County Superintendent of Schools Office.
- Tschimmel, K. (2003). O Pensamento Criativo em Design - Reflexões acerca da formação do designer. In: Congresso Internacional de Design USE(R), Lisboa.
- Tschimmel, K. (2010). Sapiens e Demens no Pensamento Criativo do Design. Tese de Doutoramento em Design, Universidade de Aveiro, 2010, Departamento de Comunicação e Arte. Disponível em: < <http://ria.ua.pt/bitstream/10773/1270/1/2010000838>. Pdf.
- Tschimmel, K. (2011). Design as a perception-in-action process. In Design Creativity 2010 (pp. 223-230). Springer, London.
- Tschochner, H. (1954). Konstruieren und gestalten. Essen: Girardet.
- Tseng, W. S., Ball, L. J. (2011). How Uncertainty Helps Sketch Interpretation in a Design Task. In Design Creativity 2010 (pp. 257-264). Springer, London.
- Tversky, B., Chou, J. Y. (2011). Creativity: depth and breadth. In Design Creativity 2010 (pp. 209-214). Springer, London.
- Ullman, D. G. (2006). Making robust decisions: decision management for technical, business, and service teams. Trafford on Demand Pub.
- Ullman, D. G. (2010). The mechanical design process: Part 1. McGraw-Hill.
- Ullman, D. G., Dietterich, T. G. (1988). Progress in understanding the process of mechanical design. In 1988 NSF Grantee Workshop on Design Theory and Methodology (pp. 1-11).
- Underwood, M. (2005). Inside the Voice of Charles and Ray Eames. Disponível em <http://www.eamesoice.com/wp-content/uploads/2012/02/INSIDE-THEOFFICE-OF-CHARLES-AND-RAY-EAMES.pdf>.
- Urban K.K. (1995). Creativity-A component approach model. A paper presented at the 11th World Conference on the Education for the Gifted and Talented, Hong Kong.
- Valkenburg, R., Dorst, K. (1998). The reflective practice of design teams. Design studies, 19(3), 249-271.
- Van der Lugt, R. (2001). Sketching in design idea generation meetings. PhD Dissertation, 2001, Faculty of Industrial Design: Delft University of Technology.
- Van Der Lugt, R. (2002). Brainsketching and how it differs from brainstorming. Creativity and innovation management, 11(1), 43-54.
- Van der Lugt, R. (2005) How sketching can affect the idea generation process in design group meetings. Design Studies 26(2):101-122.
- Van Someren, M. W., Barnard, Y. F., Sandberg, J. A. C. (1994). The think aloud method: a practical approach to modelling cognitive.
- VanGundy, A. B. (1988). Techniques of structured problem solving. Springer.
- Vermaas, P. E., Dorst, K. (2007). On the conceptual framework of John Gero's FBS-model and the prescriptive aims of design methodology. Design studies, 28(2), 133-157.
- Vidal R, Mulet E, Gómez-Senent E, (2004) Effectiveness of the Means of Expression in Creative Problem-Solving in Design Groups. Journal of Engineering Design 15:285-298.
- Vocialta, F. (2015). Model Architecture. Master Thesis in Architecture, École Polytechnique Fédérale de Lausanne. Available in: http://archivesma.epfl.ch/2015/091/vocialta_enonce/francesca_vocialta_enonce.pdf/.
- Von Stamm, B. (2003). What are innovation, creativity and design. Management of Innovation, Design and Creativity. John Wiley e Sons, Chichester, 1-18.

- Von Stamm, B. (2008). *Managing innovation, design and creativity*. John Wiley e Sons.
- Wallas, G. (1926). *The Art of Thought*, Hartcourt, New York.
- Walther, J., Robertson, B., Radcliffe, D. (2007). Avoiding the potential negative influence of CAD tools on the formation of students' creativity. Department of Computer Science and Software Engineering, The University of Melbourne.
- Wang, H. H., Chan, J. H. (2011). An approach to measuring metaphoricity of creative design. In *Design creativity 2010* (pp. 89-96). Springer, London.
- Weisberg, R. W. (1993). *Creativity: Beyond the myth of genius*. New York: WH Freeman.
- Williams, A., Gu, N., Askland, H. H. (2011). Virtuality—Offering Opportunities for Creativity? In *Design Creativity 2010* (pp. 183-190). Springer, London.
- Williams, A., Ostwald, M., e Haugen, A. H. (2010). Assessing creativity in the context of architectural design education. DRS 2010 proceedings, Montreal, Canada.
- Yamamoto, E., Goka, M., Yusof, M., Fasiha, N., Taura, T., Nagai, Y. (2009). Virtual modelling of concept generation process for understanding and enhancing the nature of design creativity. 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*.
- Yang M.W. (2003). Factors Affecting Students Getting into the Visual Communication Program: Empirical Evidence from Students in the Technological Universities/ Colleges in Taiwan. *Design Journal* 8(3):39–55.
- Yeoh, K. C. (2002). A study on the Influences of Computer Usage on Idea Formation in Graphic Design Students. Dissertation submitted to the Tech University, Texas, Degree of Doctor of Philosophy in Fine Arts. Disponível em: <https://ttu-ir.tdl.org/ttu-ir/handle/2346/18064>.
- Yeoh, K. C. (2006). Recommendations for Design Educators and Students Who Embrace Computer Technology. *International Journal of the Arts in Society*, 1, 167-182.
- Yilmaz, S. (2010). *Design Heuristics*. A dissertation for degree of Doctor of Philosophy (Design Science) in The University of Michigan. Available in: <https://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/77845>.
- Zeiler, W. (2011). Morphological Analyses of a Sustainable School Design. In *DS 68-1: Proceedings of the 18th International Conference on Engineering Design (ICED 11), Impacting Society through Engineering Design, Vol. 1: Design Processes, Lyngby/Copenhagen, Denmark, 15.-19.08. 2011*.
- Zellner P. (1999) *Hybrid space: new forms in digital architecture*. Thames and Hudson, London.
- Zhu, Y., Dorta, T., De Paoli, G. (2007). A Comparing Study of the influence of CAAD Tools to Conceptual Architecture Design Phase. *Digital Thinking, Proceedings of EuroPIA*, 11, 1.
- Zimmerman, E. (2003). Play as research: the iterative design process. *Design Research: Methods and Perspectives* pp. 176-184.

Anexo 1. Paradigmas do Pensamento Criativo A





* O processo de Design é auto-revelador e de auto-descoberta (visão constitutivista).
O processo de Design é "never ending process", por não existirem conclusões absolutas. A resposta a um problema apenas faz emergir outra pergunta e o ciclo é interminável.

Licenciatura em Design IADE-U	Licenciatura em Design FAUTL	Licenciatura em Design ESAD Matosinhos
<p>1.º Ano</p> <p>U.C. - Desenho Técnico e Geometria</p>	<p>1.º Ano</p> <p>U.C. - Design I e Design II</p>	<p>1.º Ano</p> <p>U.C. - Fundamentos do Design</p>
<p>Normas de Des. Técnico - Método Europeu Projeção Ortogonal AutoCad 2D - Comandos</p> <p>Morfogénese 3D Gramática transformacional Manipulação de características estéticas, formais, funcionais</p>	<p>Simulação problemas reais e utópicos Manualidades e técnicas tradicionais de Representação Processos racionais do projecto e regras geométricas Malhas regulares 2 e 3D</p> <p>Configuração de objectos e fig. Humana Análise e dimensionamento de objectos Vocabulário do desenho (ponto, linha, mancha) Desenho de detalhe</p>	<p>Elementos de estruturação do discurso Bi e Tridimensional Conceitos basilares da forma e do espaço (estrutura, cor, interação, modelação, movimento tensional) Diversas formas de representação (desenho, maquete e des. Técnico)</p> <p>Gramática do desenho Perspectivação</p>
<p>2.º Ano</p> <p>U.C. - Lab. De Design Tridimensional</p> <p>U.C. - Desenho analítico</p>	<p>U.C. - Desenho I e Desenho II</p> <p>U.C. - Sistemas de Representação Digital em Design</p>	<p>Desenho vectorial e bitmap Sistemas operativos</p> <p>Manipulação e produção de imagem analógica e digital</p>
<p>3.º Ano</p> <p>U.C. - Design de Produção</p> <p>U.C. - Oficina de Modelos</p> <p>U.C. - Modelação Digital 3D</p> <p>U.C. - Design Industrial</p>	<p>U.C. - Design III e Design IV</p> <p>U.C. - Desenho III e Desenho IV</p> <p>U.C. - Modelação Paramétrica e Prototipagem Digital em Design</p> <p>U.C. - Design V e Design VI</p> <p>U.C. - Tecnologia do Design I, II, III</p>	<p>U.C. - Lab. Digital I</p> <p>U.C. - Lab. Imagem</p> <p>U.C. - Geometria e Projectação</p> <p>U.C. - Projecto I / Produto</p> <p>U.C. - Desenho II</p> <p>U.C. - Lab. Digital II</p> <p>U.C. - Modelos e Protótipos</p>
<p>Interligação Formas/Estrutura Função dos produtos, Prop. Físicas e mecânicas Processos de transformação Processo projectual</p> <p>Função dos modelos 3D à semelhança Inclusão nas diferentes fases Projecto Conhecimento de tecnologias de baixa complexidade Léxicos formais tridimensionais</p> <p>Aprendizagem do programa 3D MAX Desenho poligonal 3D - paramétrico Rep. Analógica e modelo digital Design digital e prototipagem rápida</p> <p>Dimensão multidisciplinar do projecto Materiais e Processos Transformação Ergonomia, Antropometria, Percepção Funções semânticas Desenho na definição do projecto</p>	<p>Modos de Produção Metodologias Projectuais Processos criativos e produtivos Processo reflexivo - cultura conceptual e formal</p> <p>Desenho meio de expressão, comunicação e reflexão Mecanismos de percepção visual Técnicas mistas de desenho e edição Digital</p> <p>Ambiente computacional / Espaço cartésiano Transformação da forma Linguagem de programação Modelação 3D prototipagem rápida e CNC Narrativas com imagens</p> <p>Metodologias projectuais Investigação e articulação de conteúdos Conceitos D. Inclusivo, Sustentável, Sistema Ergonomia</p> <p>Prática oficial Tecnologias e materiais</p>	<p>Sistemas de projectação cilíndrica Desenho técnico Perspectiva cónica</p> <p>Cultura projectual, aspectos formais, materiais, construtivos, produtivos, ergonómicos, culturais Meios visuais de comunicação das ideias</p> <p>Sentido estrutural das formas e dos espaços tridimensionais</p> <p>Modelação Bidimensional e tridimensional Representação vectorial (des. Técnicos) Renders (aplicação de materiais e iluminação)</p> <p>Instrumentos teóricos e práticos para o desenvolvimento de maquetas e objectos analógicos e digitais, Cad/Cam (computer aided manufacture) Noções de escala, rigor, proporções, medidas, materiais Capacidades expressivas</p> <p>Processo de Design Integração de aspectos formais, construtivos, materiais, produtivos, ergonómicos, culturais. Cap. de documentar, argumentar, comunicar</p> <p>Modelação tridimensional de prod. Industriais Modelação por superfícies (NURBS) e paramétrica para a produção e prototipagem Fotorealismo / Apresentação interactiva</p> <p>Técnicas manuais de representação, esquiso rápido, texturas, materiais, luz, cor, comunicação de ideias através do desenho</p>

Anexo 4 – Síntese dos programas curriculares de 2014 / 2015 da FAL - Faculdade de Arquitetura de Lisboa, IADE-U - Creative University da Universidade Europeia e ESAD - Arte e Design de Matosinhos.

Exercício Exploratório de Investigação

Prof. Vasco Milne e Prof. Doutora Ana Margarida Ferreira

Nome Completo do Aluno: _____

Ano ____ Nº ____ Turma ____

Contacto Tm _____ e-mail _____

Termo de responsabilidade: Aceito participar no projecto de investigação “ A Integração das Modelações Digital e Analógica no Processo de Design, A Acção Reflexiva do Designer com os Recursos Conceptuais”.

Ass. _____

Tempo destinado ao exercício: 2h30m

ENUNCIADO:

“(…) O [design] contribui para o enriquecimento das experiências humanas (Papanek 1995, Gutjahr 2002). Isto implica soluções que, num todo coerente, sejam estética e formalmente agradáveis, simbolicamente significativas, funcionalmente adequadas, tecnicamente eficientes e, na sua versão mais actual, ecologicamente sustentáveis.

Quando as soluções encontradas não respondem, de forma efectiva, a estes vários requisitos, as consequências daí resultantes podem causar sérios inconvenientes, apresentar-se caras ou, até, virem a mostrar-se perigosas (Lawson 1997). Nas situações opostas, e tal como afirma Lawson (1997, p.4), “as excelentes soluções de Design podem aproximar-se do poder da arte e da música para elevar o espírito e enriquecer as nossas vidas”.

(Ferreira 2008, *Evolução do Conceito e Prática do Design*, p.2)

OBJECTIVO

Tendo por base a sua memória visual e alguns conhecimentos do processo projetual de Design, pretende-se que processe a **CRIAÇÃO DE UMA SOLUÇÃO INOVADORA PARA A CONCEPTUALIZAÇÃO DE UMA ESCOVA DE DENTES PRÁTICA E PORTÁTIL PARA ADULTOS.**

REQUISITOS DO PROBLEMA

- O produto tem de ser prático no cumprimento das suas funções;
- Possibilidade de utilização (no corpo da escova de dentes) um ou dois materiais, o plástico e a borracha injetada;
- Pensar as questões de usabilidade e operacionalidade;

METODOLOGIA

A- ***Obrigatório mencionar (verbalmente) antes de realizar qualquer tipo de operação de modelação**

. Que características estruturantes do objeto, considera necessárias para que seja prático e portátil?

. Que preocupações considera que têm de existir para realizar este projeto?

Ex. Custos, Sustentabilidade, Ergonomia, Higiene, Funcionalidade, Produção, Praticidade (outros...)

. Para cumprir a sua principal função (escovar os dentes), que atributos considera necessários aplicar no seu projeto?

B- ***Depois de responder verbalmente, abra o saco de pano disponibilizado**

. Dos 5 objetos apresentados, verifica algumas potenciais ideias para poder criar o seu conceito de escova de dentes? Quais?

C- ***Inicie a Ação de Criação de uma Proposta**

. Modele hipóteses que reflitam a sua ideia, explicando o porquê da sua decisão em relação ao desenvolvimento do projeto. Ex: Porque estou a fazer uma forma esférica e não paralelepípedica...)

***Para os objetivos deste estudo não é necessário detalhar com elevado pormenor a solução.**

Bom trabalho!

Atenção!

1 - Não esquecer de referir os componentes que constituem a ideia do objeto

2- Pretende-se que se concebam apenas volumetrias básicas sem pormenor

3- Explique a interação objeto / ser-humano

3- Mencione as características do objeto e materiais e alguns atributos estéticos

Exercício Exploratório de Investigação (est. caso grupo experiência)

Prof. Vasco Milne e Prof. Doutora Ana Margarida Ferreira

Nome Completo do Aluno: _____

Ano ____ Nº ____ Turma ____

Contacto Tm _____ e-mail _____

Termo de responsabilidade: Aceito participar no projeto de investigação “ A Integração das Modelações Digital e Analógica no Processo de Design, A Ação Reflexiva do Designer com os Recursos Conceptuais”.

Ass. _____

Tempo destinado ao exercício: **2h30m**

ENUNCIADO:

“(...) O [design] contribui para o enriquecimento das experiências humanas (Papanek 1995, Gutjahr 2002). Isto implica soluções que, num todo coerente, sejam estética e formalmente agradáveis, simbolicamente significativas, funcionalmente adequadas, tecnicamente eficientes e, na sua versão mais actual, ecologicamente sustentáveis.

Quando as soluções encontradas não respondem, de forma efectiva, a estes vários requisitos, as consequências daí resultantes podem causar sérios inconvenientes, apresentar-se caras ou, até, virem a mostrar-se perigosas (Lawson 1997). Nas situações opostas, e tal como afirma Lawson (1997, p.4), “as excelentes soluções de Design podem aproximar-se do poder da arte e da música para elevar o espírito e enriquecer as nossas vidas”.

(Ferreira 2008, *Evolução do Conceito e Prática do Design*, p.2)

OBJECTIVO

Tendo por base a sua memória visual e alguns conhecimentos do processo projetual de Design, pretende-se que processe a **CRIAÇÃO DE UMA SOLUÇÃO INOVADORA PARA A CONCEPTUALIZAÇÃO DE UMA ESCOVA DE DENTES PRÁTICA E PORTÁTIL PARA ADULTOS.**

REQUISITOS DO PROBLEMA

- O produto tem de ser prático no cumprimento das suas funções;
- Possibilidade de utilização (no corpo da escova de dentes) um ou dois materiais, o plástico e a borracha injetada;
- Pensar as questões de usabilidade e operacionalidade;

METODOLOGIA

A- **Obrigatório mencionar (verbalmente) antes de realizar qualquer tipo de operação de modelação**

. Que características estruturantes do objeto, considera necessárias para que seja prático e portátil?

. Que preocupações considera que têm de existir para realizar este projeto?

Ex. Custos, Sustentabilidade, Ergonomia, Higiene, Funcionalidade, Produção, Praticidade (outros...)

. Para cumprir a sua principal função (escovar os dentes), que atributos considera necessários aplicar no seu projeto?

B- **Depois de responder verbalmente, abra o saco de pano disponibilizado**

. Dos 5 objetos apresentados, verifica algumas potenciais ideias para poder criar o seu conceito de escova de dentes? Quais? Apenas mencionar verbalmente.

C- **Inicie a Ação de Criação de uma Proposta**

. Modele hipóteses que reflitam a sua ideia, explicando o porquê da sua decisão em relação ao desenvolvimento do projeto. Ex: Porque estou a fazer uma forma esférica e não paralelepípedica...)

Metodologia a usar na fase de ação /criação

1. Representar por **modelação analógica** os componentes que constituem a ideia do objeto.

Ex. caneta – corpo, ponta, carga, haste para fixação, outros ...

2. Representar por **modelação digital** a forma das partes e o volume geral da peça(s) que se estão a idealizar. Pretende-se que faça volumetrias básicas sem pormenor.

3. Representar por **modelação digital ou analógica** a estrutura funcional do objeto desenvolvido. Explicar a interação objeto / ser-humano.

4. Definir por **modelação analógica** as características do objeto e os materiais.

Ex. Existe a zona x com textura para promover o ...

5. Definir por **modelação digital** alguns atributos estéticos de acabamentos da forma, combinatória de materiais e componentes, cores, etc.

*Para os objetivos deste estudo não é necessário detalhar com elevado pormenor a solução. **BOM TRABALHO!**

Inquérito por Questionário

1

Formas de representação e reflexão no projecto de Design

» O presente questionário está integrado num projecto de investigação intitulado “ A Integração das Modelações Digital e Analógico no Processo de Ensino Projectual do Design. A Acção Reflexiva do Designer com os Recursos Conceptuais e o Resultado Criativo”, para a obtenção do grau de Doutor em Design pela Faculdade de Arquitectura da Universidade Técnica de Lisboa, desenvolvido a Orientação Científica da Professora Doutora Ana Margarida Ferreira, Professora auxiliar do IADE-U e Co-Orientação Científica do Professor Doutor José Manuel Pinto Duarte, Professor Catedrático da Faculdade de Arquitectura da Universidade Técnica de Lisboa.

» Com este questionário pretendemos estudar o processo projectual em Design e a importância que as diferentes formas de representação/conceptualização significam para o acto criativo e cognitivo.

A realização deste estudo pretende identificar as características das ferramentas conceptuais para que se possam estabelecer dados visando num futuro a formulação de novas estratégias programáticas e estruturais de ensino que melhor articulem o conjunto de unidades didácticas que integram o núcleo de Projecto de Design.

Consideramos, como objectivo deste estudo, ser importante compreender as formas de representação do projecto de Design, para se identificarem os elementos responsáveis que acrescentam valor aos resultados do processo, gerando o incentivo à criação e inovação.

Deste modo, para que o resultado do questionário seja credível, pede-se que exista a maior adesão, sinceridade e atenção nas respostas.

É de referir que os questionários são totalmente anónimos, utilizados apenas e somente a nível académico para a investigação em curso.

Agradecemos desde já a sua colaboração no preenchimento deste questionário.

Com os melhores cumprimentos,

Prof. Vasco Milne - Investigador

(Docente da Unidade Curricular de Design de Produção e Coordenador Executivo do Lab 3D)

Prof. Doutora Ana Margarida Ferreira - Orientadora Científica

» Em caso de alguma dúvida pode contactar pelo email - vasco.milne@gmail.com

Atenção: Perguntas com símbolo (+) podem ser respondidas com múltipla escolha

2

Género »

Masculino

Feminino

Idade »

Formação extra (Cursos)»

Cursos de modelação 3D (CAD, 3D Max, Cinema 4D, Cática, SolidWorks,outros)

S N

Cursos de modelação (Desenho, joalheria, restauro, cerâmica, marcenaria, outros)

S N

Outros »

Curso frequentado 12º Ano »

Trabalhador / Estudante » S N

Actividade (Profissional) »

Encontra-se actualmente a frequentar o Curso de Design I Arquitectura

Ano

Tendo frequentado a Unidade Didáctica Projectual (Design de Produção ou Projecto de Design Industrial) do Curso de Design, responda às seguintes questões

(+) » No desenvolvimento do projecto, QUE FORMA de modelação / representação lhe foi (foram) mais útil (úteis)para a fase conceptual ou de criação de ideias ?

. Representação por desenhos de esboço

. Representação de modelos ou maquetas

. Desenhos técnicos cotados em CAD

. Modelação digital 3D, renderings (3DMax,Cinema 4D, outros)

. Outras . Quais?

» Considera estas formas de modelação /representação importantes para o processo de criação?

. Representação por desenhos de esboço S N

. Representação de modelos ou maquetas S N

. Representação de desenhos técnicos cotados em CAD S N

. Modelação digital 3D, renderings (3DMax,Cinema 4D, outros) S N

. Porquê?

» Na realização dos seus projectos (vertente do Design de Produção Tridimensional e não Design Visual) como quantifica

a (%) de utilização dos seguintes tipos de modelação ?

	Não utilizou	0 a 25%	25 a 50%	50 a 75%	75 a 100%
. Modelação Analógica (desenhos de esboço /modelos ou maquetas)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
. Modelação Digital 3D (desenhos técnicos CAD/ renderings 3DMax, Cinema 4D, outros)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Assumindo que o Processo Projectual se desenvolve passando pelas seis fases seguintes

(+) » Em que fase do PROCESSO PROJECTUAL integrou os diferentes tipos de modelação ou representação?

	Investigação e análise	Geração de hipóteses	Experimentação de ideias	Avaliação de ideias	Projectação técnica	Apresentação do produto
. Representação de desenhos de esboço	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
. Representação & produção de modelos / maquetas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
. Representação de desenhos técnicos cotados em CAD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
. Representação 3D, renderings (3DMax, Cinema 4D, outros)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Esc. Dificuldade

» Qual o grau de dificuldade sentida nas fases abaixo indicadas?

	-		+
. Fase de investigação e análise	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
. Fase de criação de ideias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
. Fase de experimentação e exploração das ideias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
. Fase de avaliação das ideias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
. Fase de projectação técnica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
. Fase de apresentação do produto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

» Na FASE INICIAL do projecto onde foram sentidas as dificuldades ?

	S	N
. Procura de informação sobre o problema	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
. Perceber as componentes do problema	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
. Reunir os meios para resolver o problema	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
. Pensar várias hipóteses de solução	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
. Desenvolvimento das hipóteses	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
. Avaliação e decisão (selecção das alternativas a experimentar)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

» Na FASE PRÁTICA do projecto onde foram sentidas as dificuldades ?

- | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|
| . Representação do esboço bidimensional (à mão) das ideias em curso | S | N |
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| . Representação do esboço tridimensional (à mão) como perspectivas, explosões, transparências, infografia | S | N |
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| . Representação dos modelos físicos ou maquetas de estudo com os materiais básicos | S | N |
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| . Representação dos modelos físicos ou maquetas finais com materiais semelhantes aos da produção | S | N |
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| . Representação técnica - vistas cotadas | S | N |
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| . Representação técnica - Planificação de peças | S | N |
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| . Representação técnica - Perspectivas | S | N |
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| . Representação digital do produto final (modelação 3D das formas) | S | N |
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| . Representação digital do produto final (modelação 3D dos renderings com materiais, luz, ambiente) | S | N |
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

» Considera que as seguintes acções projectuais FORAM DETERMINANTES para o resultado criativo nos seus projectos?

- | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|
| . Análise e identificação do problema | S | N |
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| . Criação de alternativas projectuais e selecção de soluções | S | N |
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| . Representação pelo desenho bi e tridimensional | S | N |
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| . Representação de modelos/maquetas físicas de estudo e finais | S | N |
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| . Representação digital de desenho técnico | S | N |
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| . Representação digital por modelação 3D dos renderings com materiais, luz, ambiente) | S | N |
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

. Porquê?

» Selecione APENAS os **5** factores que MAIS INFLUENCIARAM a qualidade dos resultados obtidos e diga se o seu impacto

foi positivo ou negativo	Factores	Positivo	Negativo
. (A) Tempo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
. (B) Nível cultural	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
. (C) Aptidões pessoais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
. (D) Estado emocional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
. (E) Capacidade de organização	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
. (F) Conhecimento adquirido na unidade didáctica de Design de Produção	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
. (G) Conhecimento adquirido noutras unidades didácticas (ex: Design tridimensional, Técnicas de Modelos, Desenho Digital, ...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
. (H) Experiência de trabalho acumulada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
. (I) Conhecimento das ferramentas manuais e eléctricas e seu manuseamento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
. (J) Conhecimento dos sistemas informáticos e softwares	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
. (K) Domínio de materiais e técnicas de produção	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

. Outro FACTOR relevante positivo ou negativo

. Explique por tópicos (forma breve) porque foram os factores escolhidos, positivos ou negativos para os resultados obtidos

Exemplo: (A)

» Na realização dos exercícios projectuais concorda que EXISTIU A BOA ARTICULAÇÃO entre a modelação analógica (desenho, modelos e maquetas), e a modelação digital (representação técnica e renderings 3D)?

S N

Em caso de afirmação negativa, indique quais as causas responsáveis por essa situação.

» **QUAL A IMPORTÂNCIA** da articulação das práticas manuais e tecnológicas digitais para o projecto?

Elevada	Boa	Média	Reduzida
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Porquê?

(+) » Durante a fase de criação, onde obteve o maior nº de soluções DIFERENTES para o projecto?

Desenho	Modelação Maquetas	Representação digital /técnica	Modelação 3D
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(+) » Onde foi mais evidenciado o DESENVOLVIMENTO dos detalhes ou pormenores do projecto do produto?

Desenho	Modelação Maquetas	Representação digital /técnica	Modelação 3D
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(+) » Onde foi mais estudada a usabilidade/UTILIDADE do produto desenvolvido?

Desenho	Modelação Maquetas	Representação digital /técnica	Modelação 3D
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(+) » Onde foi mais evidenciada a representação fidedigna (concordante com a imagem ou ideia final), do produto idealizado?

Desenho	Modelação Maquetas	Representação digital /técnica	Modelação 3D
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Porquê?

» Considera as FERRAMENTAS tecnológicas Digitais de Produção como as máquinas CNC, corte e Gravação a Laser, e impressoras 3D, ÚTEIS para o desenvolvimento dos projectos ?

S	N
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

» Considera que estas FERRAMENTAS contribuem para a descoberta de novas soluções projectuais?

Não sei	Não contribui	Contribui pouco	Contribui	Contribui muito	Imprescindível ao processo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

» **Acredita que o conhecimento da utilização das FERRAMENTAS Digitais de Produção, pode vir a melhorar o seu processo projectual?**

Não Sim Não sei

(+) » **Em que fase(s) do processo projectual integra a utilização das ferramentas Digitais de Produção ?**

- . Fase de investigação e análise
- . Fase de criação de ideias
- . Fase de experimentação e exploração das ideias
- . Fase de avaliação das ideias
- . Fase de projectação técnica
- . Fase de apresentação do produto

» **Se tivesse de decidir APENAS uma forma de representação ou conceptualização de ideias para desenvolver os seus projectos, qual seria a sua opção?**

Desenho	Modelação Maquetas	Representação digital /técnica	Modelação 3D	Prototipagem 3D
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Porquê?

» **Faça um comentário relativo à experiência vivida e ao resultado obtido nos projectos.**

O que mudava ou alterava para tornar os projectos mais CRIATIVOS?

Muito Obrigado.

Vasco Milne

Codificação Caso de estudo (Coluna 1 e 2 da segmentação do Protocolo)Inferências relacionadas com os **requisitos do problema** - Análise Semântica I

Deduções sobre o problema

Nova codificação equivalente Simplificada	Codificação dos protocolos
A1 – (HIGIENE)	1O (HIGIENE) - Higiénico, Limpeza, Asseado
A2 – (MATERIAL)	1G (MATERIAL) – Materiais, Plástico, Borracha, Metal, Cortiça, Silicone, Madeira, Espuma, Texturado, Liso, Rugoso, Macio, Áspero 1J (ADERÊNCIA) - Antiderrapante, Escorrega, Derrapar, Atrito, Desliza, Resvalar, Agarrada, Fixa, Aderência
A3 – (MORFOLOGIA)	1D (MORFOLOGIA) – Formato, Transforma, Geometria, Arredondado, Redonda, Facetado, Curvo, Reto, Plano, Orgânica, Aberta, Fechada, Grossa, Gorda Fina, Empenada, Configuração, Quadrada, Triangular, Circular, Circunferência, Cúbico, Cubo, Paralelepípedo, Cônico, Cone, Esférico, Oval, Ovais, Esfera, Boleado, Côncavo, Concavidade, Convexo, Estreita, Uniforme, Disforme
A4 – (DIMENSÃO)	1E (MASSA) – Pesado, Leve, Volume 1L (DIMENSÃO) – Tamanho, Dimensão, Escala, Medidas, Comprimento, Largura, Espessura, Grande, Pequeno, Médio, Profundidade, Maior, Menor, Estreita, Proporções, Redução, Aumentar, Altura, Baixa
A5 – (ESTRUTURA)	1H (ESTRUTURA) – Estruturação, Resistente, Durável, Forte, Fraco, Frágil, Fragilidade, Rijo, Mole, Desgaste, Fadiga, Estável, Estabilidade, Composição, Parte-se, Partir, Quebrar, Sólido
A6 – (FLEXIBILIDADE FORMAL)	1I (FLEXIBILIDADE FORMAL) - Flexível, Fletir, Maleável, Dobrado, Separado, Desdobrável, Rebatível, Recolhido, Partes, Desmontável, Dividido, Contorcer, Descartável, Rotação, Rodar
A7 – (USABILIDADE)	1A (USABILIDADE) – Praticidade, Prático, Eficiência, Acessibilidade, Facilidade, Fácil Experiente, Portabilidade
A8 – (INTERAÇÃO)	1F (INTERAÇÃO) – Ergonómico, Interação, Pegar, Ajustar, Cómoda, Comodidade Segurar, Adaptar, Agarrar, Confortável, desconfortável, Apoiar, Mão, Moldável,
A9 – (DESEMPENHO/PERFORMANCE)	1B (FUNÇÃO) – Funcionalidade, Função, Utilidade, Praticidade 1C (DESEMPENHO) - Operacionalidade, Desempenho
A10 – (MULTIFUNCIONALIDADE)	1Q (MULTIFUNCIONALIDADE) – Aplicação, Variação, Multifuncional
A11 – (PRODUÇÃO)	1M (PRODUÇÃO) – Produtivo, Teste, Viabilidade, Exequível
A12 – (CUSTOS)	1N (CUSTOS) - Custo, Preço, Barato, Caro, Dispendioso, Dinheiro
A13 – (SIMBÓLICO)	1P (SIMBÓLICO) - Estético, Bonito, Lindo, Feio, Apelativo, Visualmente
A14 – (SUSTENTABILIDADE)	1K (SUSTENTABILIDADE) - Reciclado, Sustentável, Reutilizar, Substituída, Recuperação, Ecológico, Responsável, Desperdício
14 - ELEMENTOS	17 – ELEMENTOS (ALGUNS AGRUPADOS PELO MESMO TEOR)

Codificação Caso de estudo (Coluna 5 e 6 da segmentação do Protocolo) Detecção do problema e propostas de solução (Inputs e outputs) - Análise Semântica II

Nova codificação equivalente Simplificada	Codificação dos protocolos
A1 – (HIGIENE)	1 - (HIGIENE) – Cumprimento da função em relação ao problema da higiene
A2 – (MATERIAL)	4 - (MATERIAL) – Preocupação com as questões materiais, tipologias e as suas características
A3 – (MORFOLOGIA)	5 - (MORFOLOGIA) – Análise em torno do estudo da forma, Geometria, acabamentos e detalhes
A4 – (DIMENSÃO)	6 - (DIMENSÕES) – Análise das dimensões, escala das partes e do todo, massa
A5 – (ESTRUTURA)	7 - (ESTRUTURA) – Preocupações ao nível das resistências, estruturação, durabilidade dos componentes
A6 – (FLEXIBILIDADE FORMAL)	16 - (FLEXIBILIDADE FORMAL) – Verificação da flexibilidade operacional do objeto e transformação da forma. Flexibilidade de alteração da forma inicial (expansão, mutação, substituição, separação ou desmembramento, dobragem de peças para cumprir a função)
A7 – (USABILIDADE)	12 - (USABILIDADE) – Verificação das ações humanas relacionadas com o objeto, portabilidade
A8 – (INTERAÇÃO)	3 - (INTERAÇÃO) – Verificação da adaptação e interação com o Ser Humano (Ergonomia, Conforto, Segurança)
A9 – (PERFORMANCE)	8 - (DESEMPENHO/PERFORMANCE) – Performance de funcionamento, geração e interação dos componentes, praticidade
A10 – (MULTIFUNCIONALIDADE)	19 - (MULTIFUNCIONALIDADE) – Visualização de outros sistemas funcionais adaptados ao conceito em execução
A11 – (PRODUÇÃO)	9 - (PRODUÇÃO) – Preocupação com a ação produtiva, exequibilidade
A12 – (CUSTOS)	14 - (CUSTOS) – Preocupação com custo de produção do produto
A13 – (SIMBÓLICO)	18 - (SIMBÓLICO) – Análise da comunicação do produto, questões técnicas e de detalhe
A14 – (SUSTENTABILIDADE)	13 - (SUSTENTABILIDADE) – Preocupações com as questões ambientais e a sustentabilidade
A15 – (MECÂNICA)	2 - (MECÂNICA) - Comportamento da física básica
A16 – (FLEXIBILIDADE FUNCIONAL)	11 - (FLEXIBILIDADE FUNCIONAL) – Flexibilidade Operacional do Objeto através da aplicação de outras funções adicionais e componentes adicionais
A17- (ESPECTABILIDADE)	15 - (ESPECTABILIDADE) – Preocupação do ponto de vista do utilizador e para com o utilizador, o que é esperado no produto
A18 – (PRIMEIROS PRINCÍPIOS)	17 - (PRIMEIROS PRINCÍPIOS) – definição e organização dos atributos sob a análise dos requisitos e dos constrangimentos do problema
A19 – (VERSATILIDADE)	20 - (VERSATILIDADE) - Quando existe uma mudança de ação, alteração dos conceitos ou quando se procede a uma transformação dos primeiros princípios
A20 – (DECISÃO)	10 - (DECISÃO) – Quando se toma a iniciativa de tomar um caminho, uma nova ação
20 - ELEMENTOS	Inputs – Inferências que são desencadeadoras de um raciocínio/ visão de um problema Outputs – Quando é apresentada uma ideia de solução / hipótese

Codificação Caso de estudo / ANÁLISE DA NOVIDADE MÉTODO SAPPHERE (state change, action, phenomemon physycal, parts, input, oRgans, effect)

AÇÃO – Função do sistema - descrição do cumprimento da ação (Função Primária - Lavar os Dentes / Escovar através de cerdas ou outro sistema, Ex. Funções Secundárias - integrar fio dental, escovar língua, direcionar água da torneira, ventosa de fixação, etc.)

PARTES - Tipos de elementos que constituem o sistema (Componentes que formam o sistema num todo, Ex: cabeça, dobradiças, encaixes, molas, botões, etc.)

FENÓMENO - Tipo de interação entre o sistema e o ambiente (Modo como Funciona e interage, Ex: modo como se arma, como se fecha, como se guarda, como se transporta, como se fixa, etc.)

EFEITO FÍSICO - Princípio que gera a interação (Princípios físicos de ação Ex: de flexibilidade, rigidez, torção, atrito, equilíbrio, força, impermeabilidade, etc.)

MUDANÇA DE ESTADO - Alterações nas propriedades dos sistemas e no ambiente envolvido na interação

INPUT – Tipo de energia impulsionadora (Energia que garante a função, Ex: ação física Humana, esforço, pressão)

ORGÃOS - Propriedades e condições do sistema requeridos para a interação (Composição do sistema e as propriedades dos elementos que lhe são fulcrais, Ex: forma, escala, estrutura, ergonomia, etc.)

Variáveis	Codificação por comparação de semelhança com os produtos no domínio
AÇÃO	SIM (1) NÃO (0)
PARTES	SIM (1) NÃO (0)
FENÓMENO	SIM (1) NÃO (0)
EFEITO FÍSICO	SIM (1) NÃO (0)
MUDANÇA DE ESTADO	SIM (1) NÃO (0)
INPUT	SIM (1) NÃO (0)
ORGÃOS	SIM (1) NÃO (0)
NÍVEL DE NOVIDADE	BAIXO NÍVEL = só diferente nos órgãos ou partes
	MÉDIO NÍVEL = diferente em fenómenos ou efeitos físicos + órgãos ou partes
	ALTO NÍVEL = diferente em mudança de estado ou inputs + fenómenos ou efeitos físicos + órgãos ou partes
	MUITO ALTO NÍVEL = tudo diferenciado (FBS = Ação/Função diferente)

Codificação Caso de estudo / ANÁLISE DA NOVIDADE MÉTODO FBS + (F), (Function, Behavior, Structure, Form)

FUNÇÃO – Descrição do que o sistema faz

COMPORTAMENTO – Descrição de como funciona

ESTRUTURA – Descrição dos elementos e interfaces

(FORMA) – Descrição da tipologia da forma

Variáveis	Codificação por comparação de semelhança com os produtos no domínio	
FUNÇÃO	SIM (1) NÃO (0)	
COMPORTAMENTO	SIM (1) NÃO (0)	
ESTRUTURA	SIM (1) NÃO (0)	
(FORMA)	SIM (1) NÃO (0)	
PRODUTO PODE SER NOVO? FBS(F)	SIM (1) NÃO (0)	. FUNÇÃO = NÃO (muito alto nível) . FUNÇÃO = SIM + ESTRUTURA = NÃO + FORMA = SIM (produto novo) . FUNÇÃO = SIM + ESTRUTURA = SIM + FORMA = NÃO
	SIM (0) NÃO (1)	. FUNÇÃO = SIM + ESTRUTURA = SIM + FORMA = SIM (produto não é novo) * quando a estrutura é igual o comportamento é igual

Codificação Caso de estudo / Matriz de ANÁLISE DA NOVIDADE MÉTODO SAPPiRE

AÇÃO – Função do sistema - descrição do cumprimento da ação (Função Primária - Lavar os Dentes / Escovar através de cerdas ou outro sistema, Ex. Funções Secundárias - integrar fio dental, escovar língua, direcionar água da torneira, ventosa de fixação, etc.)

PARTES - Tipos de elementos que constituem o sistema (Componentes que formam o sistema num todo, Ex: cabeça, dobradiças, encaixes, molas, botões, etc.)




FENÓMENO - Tipo de interação entre o sistema e o ambiente (Modo como Funciona e interage, Ex: modo como se arma, como se fecha, como se guarda, como se transporta, como se fixa, etc.)


EFEITO FÍSICO - Princípio que gera a interação (Princípios físicos de ação Ex: de flexibilidade, rigidez, torção, atrito, equilíbrio, força, impermeabilidade, etc.)

MUDANÇA DE ESTADO - Alterações nas propriedades dos sistemas e no ambiente envolvido na interação

INPUT (Entrada) – Tipo de energia impulsionadora (Energia que garante a função, Ex: ação física Humana, esforço, pressão)

ORGÃOS - Propriedades e condições do sistema requeridos para a interação (Composição do sistema e as propriedades dos elementos que lhe são fulcrais, Ex: forma, escala, estrutura, ergonomia, etc.)

Produtos existentes no mercado (por segmentos) - DOMÍNIO	Caraterísticas						
	AÇÃO	PARTES	FENÓMENO FÍSICO	EFEITO FÍSICO	MUDANÇA DE ESTADO	INPUT	ORGÃOS
<p>1. Segmento - escova de colocar no dedo</p> 	Escovar os dentes	Tubo cilíndrico macio + suporte e cerdas + anel de aperto	Permite a flexibilidade e atrito promovidos pela borracha	Maleabilidade e atrito (material)	Adaptável ao dedo por dilatação, pode achatarse ou inverter para guardar	Esforço muscular do dedo	Forma e material antiderrapante
<p>2. Segmento - escova articulável</p> 	Escovar os dentes e guardar	Corpo tipo caixa + haste com dobradiça e batente + tampa com dobradiça	Alavanca abre e fecha através de eixo de rotação	Alavanca por articulação	Transformação basculante da haste e tampa de fecho com alteração do comprimento	Esforço muscular dos dedos (duas mãos) e pressão da palma da mão para manter a haste fixa	Dobradiça e elementos de diferentes larguras
<p>3. Segmento - escova com seringa doseadora de pasta</p> 	Escovar os dentes e depósito de pasta refill	Corpo com êmbolo (seringa) + haste com rosca para fixar + canal que leva a pasta às cerdas	Ação de vácuo e compressão do depósito da pasta	Alavanca acionada por deslizamento e bisnaga por compressão	Transformação por translação aumentando o comprimento e desmontagem para refill de pasta	Esforço das duas mãos para exercer pressão (grande esforço) e enroscar a haste	Bomba de pressão injetora





<p>4. Segmento – escova Desmembrável</p> 	<p>Escovar os dentes e guardar</p>	<p>Contentor / cabo + haste e cerdas + encaixe</p>	<p>Fixação por encaixe com pressão</p>	<p>Atrito e compressão</p>	<p>Transformação por desmembramento em duas peças e que se unem por encaixe aumentando a dimensão</p>	<p>Esforço das duas mãos para tirar a haste e fixar</p>	<p>Peças macho/fêmea</p>
--	------------------------------------	--	--	----------------------------	---	---	--------------------------

Codificação Caso de estudo / ANÁLISE DA NOVIDADE MÉTODO FBS (Function, Behavior, Structure + Form)

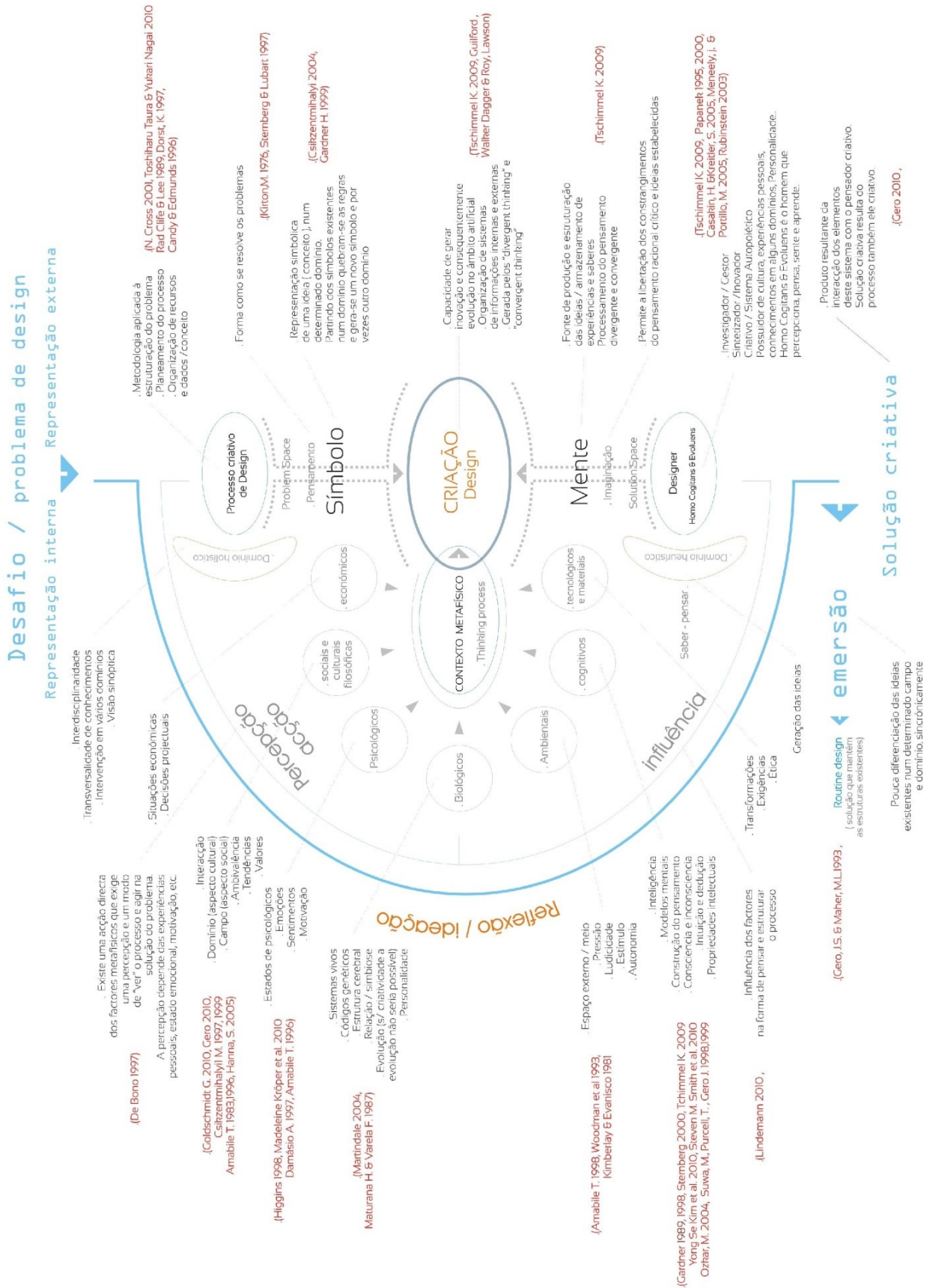
FUNÇÃO – Descrição do que o sistema faz

COMPORTAMENTO – Descrição de como funciona

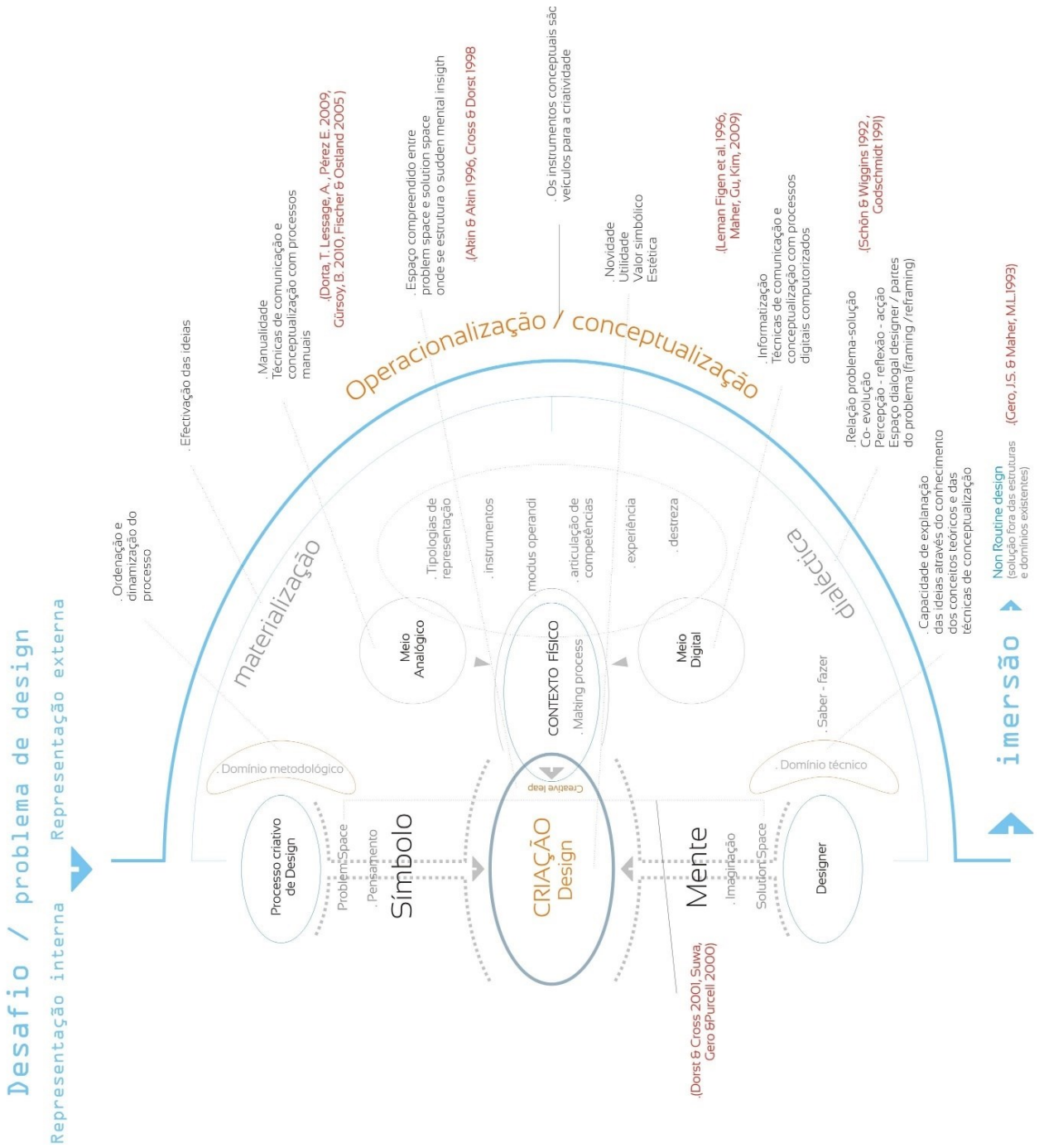
ESTRUTURA – Descrição dos elementos e interfaces

Produtos existentes no mercado (por segmentos) - DOMÍNIO	Caraterísticas		
	F (Função)	B (Comportamento)	S (Estrutura)
<p>1. Segmento - escova de colocar no dedo)</p> 	Escovar os dentes com as cerdas	Aplicar sobre o dedo (haste) e escovar os dentes	Tubo cilíndrico macio + suporte e cerdas + anel de aperto
<p>2. Segmento - escova articulável</p> 	Escovar os dentes com cerdas e guardar	Abrir a haste, trancar, segurar com a mão para escovar e no fim da lavagem, fechar a haste	Corpo tipo caixa + haste com dobradiça e batente + tampa com dobradiça
<p>3. Segmento - escova com seringa doseadora de pasta</p> 	Escovar os dentes com cerdas e depósito de pasta refill	Encher o depósito (seringa) com pasta, fixar a haste e pressionar o depósito para fazer sair a pasta pelas cerdas, depois escovar	Corpo com êmbolo (seringa) + haste com rosca para fixar + canal que leva a pasta às cerdas
<p>4. Segmento – escova Desmembrável</p> 	Escovar os dentes com cerdas e guardar	Tirar a haste do interior do cabo que serve de invólucro, prender e escovar, depois voltar a guardar	Contentor / cabo + haste e cerdas + encaixe

Visão sistémica - Processo Projectual



Visão sistémica - Processo Projectual



Codificação | Caso de estudo (Viabilidade dos Conceitos Produzidos – Painel de Avaliadores Especialistas)

VARIÁVEIS Dependentes	Codificação Escala Semântica Diferencial (LIKERT)
1- REQUISITOS CAT. ESTRUTURAL (Análise da configuração da peça/ resistência dos componentes e a sua conexão)	(1) – Excessivos problemas estruturais (2) – Muitos problemas estruturais (3) – Alguns problemas estruturais (4) – Poucos problemas estruturais (5) – S/ problemas estruturais
2- REQUISITOS CAT. FUNCIONAL (Quantificação da tipologia da forma/função e detalhes do conceito)	(1) – Nada funcional (2) – Pouco funcional (3) – Medianamente funcional (4) – Muito funcional (5) – Extremamente funcional
3- REQUISITOS CAT. USABILIDADE (Performance da relação forma / adaptação e anatomia)	(1) – Nada adequado (2) – Pouco adequado (3) – Medianamente adequado (4) – Muito adequado (5) – Totalmente adequado
4- REQUISITOS CAT. INTERFACE (Qualidade de interação comunicativa, percepção)	(1) – Ação impercetível (2) – Ação pouco perceptível (3) – Ação medianamente perceptível (4) – Ação muito perceptível (5) – Percepção intuitiva
5- REQUISITOS CAT. TÉCNICOS (Complexidade vista pelo nº de elementos, mecanismos, produção)	(1) – Extremamente complexo (2) – Muito complexo (3) – Pouco complexo (4) – Simples (5) – Muito simples

VARIÁVEIS Dependentes	Codificação Escala Likert
6- VIABILIDADE DO CONCEITO	1 (Baixo potencial) 2 (Médio Baixo potencial) 3 (Médio) 4 (Médio Alto) 5 (Alto potencial)

Anexo 17 – Exemplo de codificação do caso de estudo na primeira fase de prospeção (coluna 1,2 fluência e flexibilidade, colunas 5,6 coevolução)

Caso de estudo: **Exercício exploratório de Investigação** “Ação das Modelações Digital e Analógica no Processo de Design – o Ato Reflexivo do Designer com os Recursos Conceptuais”

Aluno: Caso 3 - 3º Ano (P. controlo)

Caso 3	Fase Processual	Expressões Emocionais	Verbalizações e ações	Observações MOD. ANALÓG.	Codificação						
					1	2	3	4	5	6	
0:00:00 0:01:13	Questões obrigatórias 1ª Que características estruturantes do objeto, considera necessárias para que seja prático? EXPLORAÇÃO	. descontrai e com enorme vontade de realizar o exercício	. portanto requisitos ... prático, funcional, hum, operacional + escreve no papel . estou a juntar as palavras-chave numa espécie de guidelines para me poder orientar muito mais rápido + lê as questões . portanto ... acho que vou fazer uma espécie de brainstorming ... prático, portátil , tem de ser ou dobrável, ou desmontável porque, se eu conseguir reduzir o tamanho e vai ajudar logo na parte portátil, depois a parte ou questão importante é o peso , não pode ser pesado, portanto os requisitos adicionais passam a ser, forma e peso	DEFINE OS CONTEXTOS DO PROJETO . PRÁTICO . FUNCIONAL . OPERACIONAL GUIDELINES . PRÁTICO . PORTÁTIL = DOBRÁVEL OU DESMONTÁVEL = . REDUÇÃO DE TAMANHO . PESO = LEVE . FORMA		1A 1A 1B 1C 1D 1E 1F 1I 1I 1I 1J 1M					
0:01:13 0:02:17	2ª Que preocupações considera que têm de existir para realizar este projeto?	. concentrada e bate com a ponta da caneta na mesa para ajudar a pensar . leva a caneta à boca para pensar	. portanto são estes cinco tópicos que eu tenho que são o prático, funcional e operacional que é a parte da realização e as segundas ... duas que é a parte física que são a forma e o peso que são as principais preocupações que eu tenho de ter, além disso vou ter de analisar sempre a parte ergonómica ... apesar da escova portátil ter de ser sempre confortável no uso ... ah ... mais ... prática, mas pronto isso já era um ponto que eu já tinha referido, prático, funcional e operacional, forma, peso e ergonomia ... materiais , materiais finais é importante porque levam a sua durabilidade ... porque ao ser levado para todo o lado provavelmente vai-se desgastar mais que no copo na casa de banho	DEF. REQUISITOS PROJETUAIS 1. PRÁTICO 2. FUNCIONAL 3. OPERACIONAL 4. FORMA 5. PESO 6. ERGONOMIA = CONFORTO = PRÁTICA 7. MATERIAIS = DURABILIDADE = RESISTÊNCIA AO DESGASTE		1A 1A 1B 1B 1C 1C 1D 1D 1E 1E 1F 1G 1H 1H 1H					
0:02:17 0:03:18	3ª Para cumprir a sua principal função (escovar os dentes), que atributos considera necessários aplicar no seu objeto?	. muito concentrada nas respostas . mexe com rapidez na caneta enquanto pensa e leva-a à boca	. hum ... portanto tem que escovar, portanto tem que ter capacidade de levar as partes que escovam os dentes (cerdas) ... portanto é importante pensar numa boa estrutura porque se tiver uma boa estrutura depois a parte da aplicação funcional vai ser mais fácil	- PREOCUPAÇÕES DE PROJETO FUNÇÃO DE ESCOVAR = PARTE DAS CERDAS 8. BOA ESTRUTURA		1B 1H					
Fase 1			TOTAL – 0:03:18								
0:03:18 0:07:38	5 objetos disponibilizados EXPLORAÇÃO	. concentrada no processo	+ observa uma a uma mas toma muita atenção ao objeto gillette . portanto estou a analisar alguns objetos que estiveram no saco e antes de ver os objetos eu já tinha por exemplo pensado um bocado, nos tipos de encaixes e dobragens possíveis e na parte da desmontagem e claramente alguns objetos aqui mudaram um bocado a minha ideia, pela questão de como é que estão organizadas que por exemplo seria ... este aqui seria uma escova desdobrável (refere-se ao canivete Suíço, este aqui seria uma ... que por acaso já existe que é uma escova que é feita numa tampa bic, porque toda a gente tem uma caneta na mala e é muito prático , isto aqui seria um (rolo?) provavelmente (refere-se à fita métrica, este aqui é por desdobragem (gillette) é uma coisa que por acaso eu já estava pensar antes que era uma parte ser flexível de forma que tivesse um encaixe que permitisse desdobrá-la , assim quando tivesse molhada não seria por exemplo ... não sujava nada à volta, porque quem tem uma escova portátil nem sempre tem tempo de a secar	- VERIFICA SEMELHANÇAS EM ALGUNS DETALHES COMPORTAMENTAIS E FUNCIONAIS COM AS IDEIAS INICIAIS PROCESSADAS NA SUA CABEÇA. - DEFINE ESSA RELAÇÃO: TIPOS DE ENCAIXES, DOBRAGENS, DESMONTAGEM DE PEÇAS VÊ A RELAÇÃO FORMAL E FUNCIONAL OBJETO A OBJETO: . CANIVETE SUÍÇO = ESCOVA ARTICULÁVEL . CANETA BIC = RECONHECE QUE JÁ EXISTE UMA SOLUÇÃO . GILLETTE = CLARAMENTE UM SISTEMA DESDOBRÁVEL		1A 1I 1I 1I 1I 1I 1I 1I 1I 1I 1I	1	A C			

<p>0:03:18 0:07:38</p>	<p>5 objetos disponibilizados</p> <p>EXPLORAÇÃO</p>	<p>. concentrada no processo</p>	<p>+ observa uma a uma mas toma muita atenção ao objeto gilette</p> <p>. portanto estou a analisar alguns objetos que estiveram no saco e antes de ver os objetos eu já tinha por exemplo pensado um bocado, nos tipos de encaixes e dobragens possíveis e na parte da desmontagem e claramente alguns objetos aqui mudaram um bocado a minha ideia, pela questão de como é que estão organizadas que por exemplo seria ... este aqui seria uma escova desdobrável (refere-se ao canivete Suíço, este aqui seria uma ... que por acaso já existe que é uma escova que é feita numa tampa bic, porque toda a gente tem uma caneta na mala e é muito prático, isto aqui seria um (rolo ?) provavelmente (refere-se à fita métrica, este aqui é por desdobragem (gilette) é uma coisa que por acaso eu já estava pensar antes que era uma parte ser flexível de forma que tivesse um encaixe que permitisse desdobrá-la, assim quando tivesse molhada não seria por exemplo ... não sujava nada à volta, porque quem tem uma escova portátil nem sempre tem tempo de a secar</p> <p>. tenho dificuldade em perceber qual seria a ligação deste objeto (refere-se à mola de papeis) para escova, realmente não consigo captar uma ligação</p>	<p>- VERIFICA SEMELHANÇAS EM ALGUNS DETALHES COMPORTAMENTAIS E FUNCIONAIS COM AS IDEIAS INICIAIS PROCESSADAS NA SUA CABEÇA.</p> <p>- DEFINE ESSA RELAÇÃO: TIPOS DE ENCAIXES, DOBRAGENS, DESMONTAGEM DE PEÇAS</p> <p>VÊ A RELAÇÃO FORMAL E FUNCIONAL OBJETO A OBJETO:</p> <p>. CANIVETE SUÍÇO = ESCOVA ARTICULÁVEL</p> <p>. CANETA BIC = RECONHECE QUE JÁ EXISTE UMA SOLUÇÃO</p> <p>. GILLETTE = CLARAMENTE UM SISTEMA DESDOBRÁVEL</p> <p>- VIU UMA RELAÇÃO COM UM PRIMEIRO CONCEITO MAL DEFINIDO DE TER UMA ESCOVA FLEXÍVEL COM UM ENCAIXE.</p> <p>8. MOSTRA A PREOCUPAÇÃO DA HIGIENE = SUJAR = LAVAR E SECAR.</p> <p>. MOLA DE PAPEIS = NÃO VIU RELAÇÃO</p>	<p>1A 1I 1I 1I 1I 1I 1I 1I 1I</p>	<p>1</p>	<p>A C</p>			
<p>0:07:38 0:11:24</p>	<p>GERAÇÃO</p>	<p>. coça a testa</p> <p>. quando inicia o desenhar começa a cantarolar</p> <p>. leva várias vezes a caneta à boca para ajudar a pensar</p> <p>. muito concentrada</p>	<p>. portanto, vou começar por fazer um brainstorming visual de tipos de dobragens, encaixes e desmontagens para ter um ponto de partida</p> <p>+ começa por esquiçar</p> <p>. portanto os tipos de encaixes que eu estou a desenhar é um por exemplo um encaixe de copos daqueles copos dobráveis que é uma parte com encaixe noutra parte e depois outro que eu tinha pensado era de borracha, ah ... que permita depois no final ser reciclável por ser completamente ou de plástico ou de borracha, que pudesse ser dobrado em dois e depois de ser armazenada mas depois neste caso necessitava de uma embalagem que permitisse guardá-la, ah ... deixa cá ver mais ... a terceira opção seria a dobragem dura onde a escova fosse dobrável para dentro e ficava guardada na própria caixinha e era como se fosse uma caixinha deste género mas só dos dois lados (refere-se à gilette desdobrável) ou seja teria apenas um tamanho onde a escova ficasse da parte de dentro, portanto mais formas, desmontável seria o caso da escova bic</p> <p>+ escreve e desenha enquanto pensa e fala</p>	<p>- OPTA POR REGISTAR IDEIAS ATRAVÉS DA TÉCNICA DE BRAINSTORMING DE DOBRAGENS, ENCAIXES E DESMONTAGENS</p> <p>- VERIFICAÇÃO DE OUTROS SISTEMAS ANÁLOGOS NAS FUNÇÕES DE DOBRAR, ENCAIXAR E DESMONTAR:</p> <p>1. ENCAIXE TIPO COPOS DOBRÁVEIS PREOCUPAÇÃO O MATERIAL (BORRACHA OU PLÁSTICO RECICLÁVEL)</p> <p>2. ARTICULAÇÃO EM DOIS POR RETRACTILIDADE = ARRUMAÇÃO, MAS COM EMBALAGEM TIPO CAIXA</p> <p>3. DO TIPO DOBRADIÇA EM QUE A</p>	<p>1D 1G 1G 1I 1I 1I 1I 1I 1I 1I 1K 1L 1M</p>	<p>1 2</p>	<p>C C</p>			

(...)

Quantificação do resultado do conceito pela acção de reflexão com os diferentes meios de representação externa

O presente formulário está integrado num projecto de investigação em curso no IADE-UE, intitulado " A Acção das Formas de Representação Externas, Analógica e Digital no Projecto de Design. Quantificação do resultado criativo pela prática reflexiva com os recursos conceptuais", sob a orientação científica dos Professores Doutores Ana Margarida Ferreira, Eduardo José Gonçalves. Com este estudo, pretendemos compreender de que modo os meios analógicos e digitais em sinergia, podem ser benéficos para o acto reflexivo, descritivo resultando no desempenho criativo. A questão de fundo procura saber como aplicar da melhor forma os instrumentos acima descritos para uma melhor construção dos currículos de ensino de Design. Pretendemos verificar se a sinergia das modelações analógica e digitais na fase de ideação do processo projectual de Design, proporciona um melhor raciocínio exploratório e generativo de resolução dos problemas.

Para que a quantificação dos exercícios apresentados (ainda que conceitos iniciais e abstractos) seja efectiva, torna-se importante que prevaleça a capacidade de previsão junto da experiência profissional do avaliador.

O resultado deste formulário será utilizado ao nível académico, para a investigação em curso.

Com os melhores cumprimentos.

Prof. Vasco Milne - Investigador

Prof. Doutora Ana Margarida Ferreira - Orientadora Científica

Prof. Doutor Eduardo José Gonçalves - Co-orientador Científico

Em caso de dúvida contactar - Vasco Milne 966642767

***Obrigatório**

Nome Completo do Designer Avaliador *

A sua resposta

Idade *



A sua resposta

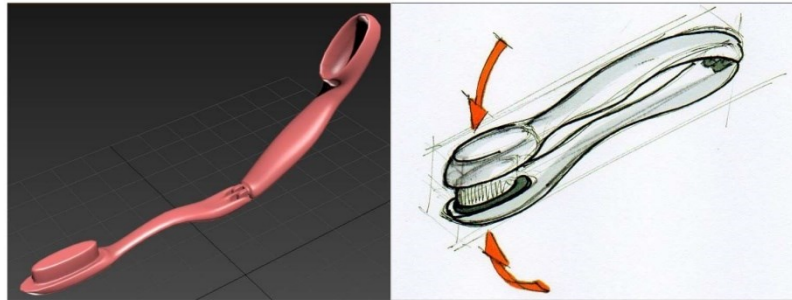
Filiação (última empresa) *

A sua resposta

Outras referências (empresas) *

A sua resposta

Análise da Conceptualização pela Classificação do Nível da Viabilização das Ideias Propostas, de acordo com os Seguintes Requisitos:

Conceito 1

Características: 1. Sistema basculante c/ dobradiça 2. Tampa inclusa no cabo 3. Mat. plástico

Requisitos - Estrutural (análise da configuração da peça versus RESISTÊNCIA dos componentes e sua conexão) *

1 - Excessivos problemas estruturais

1 - Excessivos problemas estruturais

2 - Muitos problemas estruturais

3 - Alguns problemas estruturais

4 - Poucos problemas estruturais

5 - Sem problemas estruturais

Requisitos - Funcional (quantificação da forma, FUNÇÃO, detalhes no cumprimento da função) *

1 - Nada funcional

2 - Pouco funcional

3 - Medianamente funcional

4 - Muito funcional

5 - Extremamente funcional

Requisitos - Usabilidade (relação forma versus anatomia da mão e boca) *

1 - Nada adequado

2 - Pouco adequado

3 - Medianamente adequado

4 - Muito adequado

5 - Totalmente adequado

Requisitos - Interface (qualidade de interacção/percepção) *

1 - Acção imperceptível

- 2 - Acção pouco perceptível
- 3 - Acção medianamente perceptível
- 4 - Muito perceptível
- 5 - Percepção intuitiva

Requisitos - Técnicos (complexo pelo nº e variedade dos mecanismos/produção) *

- 1 - Extremamente complexo
- 2 - Muito complexo
- 3 - Pouco complexo
- 4 - Simples
- 5 - Muito simples

Quantifique o potencial deste conceito na possibilidade de poder desenvolver-se nas restantes fases do projecto (1- baixo potencial 5 - alto potencial) *

- | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Conceito 2



Características: 1. Sistema corrediça 2. Cabo com contentor para colocação de uma bisnaga "refill" 3. Boleamentos das arestas e cabo ondulado 4. Mat. plástico revestido a borracha

Anexo 19 – Quadro de Análise da Fluência Parcial e Efetiva

Fluência (quantidade de inferências num determinado tempo)													
Soma Requisitos por aluno		Fluência fase Prospecção			Fluência fase Geração			Diferença de inferências de (C)-(A+B)	Tempo Total A+B+C (150min)	Índice de perda inf. p/ min fase (C)-(A+B)	Total Índice de perda fase (C)-(A+B)	Score fluência efetiva (inferências por min. Geração)	
	Número Total Inferências A+B+C	Total Inferências A+B	Tempo em minutos	Inferências p/ minuto	Total Inferências C	Tempo em minutos	Inferências p/ minuto						
CASO 3	Controlo Analógico	204	93	17,33	5,37	111	72,44	1,53	1:30:17	-3,83		0,248	
CASO 6		58	26	11,42	2,28	32	61,58	0,52	1:13:40	-1,76		0,097	
CASO 9		116	52	19,44	2,67	64	64,16	1,00	1:24:00	-1,68		0,187	
CASO 12		144	51	24,16	2,11	93	57,11	1,63	1:21:27	-0,48		0,735	
CASO 15		63	15	6,52	2,30	48	85,23	0,56	1:32:45	-1,74		0,387	
CASO 18		120	95	20,21	4,70	25	75,24	0,33	1:35:45	-4,37		-0,930	
CASO 21	32	9	5,47	1,65	23	26,28	0,88	0:32:15	-0,77	-14,63		0,533	
CASO 24	46	16	12,23	1,31	30	20,21	1,48	0:32:44	0,18			0,693	
Totais		783	357	118,38	3,02	426	464,15	0,92	69,00	9:42:53		0,149	
CASO 1	Controlo Digital	28	6	4,55	1,32	22	66,24	0,33	1:11:19	-0,99		0,242	
CASO 4		75	26	13,06	1,99	49	40,34	1,21	0:53:40	-0,78		0,570	
CASO 7		77	31	11,45	2,71	46	75,01	0,61	1:26:46	-2,09		0,200	
CASO 10		124	32	13,45	2,38	92	112,29	0,82	2:06:14	-1,56		0,534	
CASO 13		50	15	13,28	1,13	35	39,00	0,90	0:52:28	-0,23		0,513	
CASO 16		114	43	29,45	1,46	71	109,06	0,65	2:18:51	-0,81		0,257	
CASO 19		30	6	2,03	2,96	24	27,29	0,88	0:29:32	-2,08		0,660	
CASO 22		35	10	4,17	2,40	25	66,23	0,38	1:08:40	-2,02	-10,55		0,226
Totais		533	169	93,04	1,82	364	534,26	0,68	195,00	10:45:50		0,365	
CASO 2		Experiência Híbrido	108	36	10,37	3,47	72	63,48	1,13	1:14:25	-2,34		0,567
CASO 5	123		22	8,48	2,59	101	70,23	1,44	1:19:11	-1,16		1,125	
CASO 8	33		18	10,24	1,76	15	97,50	0,15	1:48:14	-1,60		-0,031	
CASO 11	95		20	5,48	3,65	75	78,52	0,96	1:24:40	-2,69		0,700	
CASO 14	162		39	18,29	2,13	123	82,45	1,49	1:41:14	-0,64		1,019	
CASO 17	121		28	13,51	2,07	93	84,10	1,11	1:38:01	-0,97		0,773	
CASO 20	67		15	8,20	1,83	52	129,25	0,40	2:17:45	-1,43		0,286	
CASO 23	71		28	22,46	1,25	43	114,08	0,38	2:16:54	-0,87	-11,70		0,131
Totais			780	206	99,03	2,08	574	720,08	0,80	368,00	13:06:40		0,511

Fórmula = Total Inferências C (geração) - Total de inferências A+B (prospecção) * / Tempo de C (Geração) = Total Efetivo de inferências por minuto na fase de geração

* = A subtração entre a fase A+B e C é realizada, porque a fase C como fase posterior recebe a informação das inferências da primeira fase A+B.

Anexo 20 – Quadro de Análise da Fluência por Casos

FLUÊNCIA																
COD. COLUNA 2 FASE - A + B + C		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	
		CASO 3	Controlo Analógico	1	24	24	27	9	36	11	21	23	0	21	2	0
CASO 6	4	6		5	7	1	5	15	5	5	0	4	1	0	0	
CASO 9	1	16		37	26	4	10	8	4	1	0	2	2	1	4	
CASO 12	3	11		39	13	9	40	8	6	6	0	3	4	0	2	
CASO 15	0	2		16	12	2	2	3	11	7	0	2	2	4	0	
CASO 18	4	17		24	14	6	16	7	15	10	0	2	3	0	2	
CASO 21	5	2		6	4	0	9	3	0	3	0	0	0	0	0	
CASO 24	1	4		15	7	1	6	2	6	2	0	0	2	0	0	
		19	82	166	110	32	124	57	68	57	0	34	16	5	13	
CASO 1	Controlo Digital	1	2	6	5	2	7	0	0	0	0	1	1	3	0	
CASO 4		2	5	14	13	6	27	2	4	1	0	0	1	0	0	
CASO 7		0	4	18	14	1	16	8	9	6	0	0	0	1	0	
CASO 10		2	25	26	16	2	23	4	16	8	0	0	2	0	0	
CASO 13		4	9	6	10	0	6	6	3	4	0	1	1	0	0	
CASO 16		5	2	33	24	0	23	4	8	6	0	2	3	3	1	
CASO 19		1	7	2	9	2	5	1	1	1	0	0	0	0	1	
CASO 22		9	4	6	0	0	1	2	7	5	0	0	1	0	0	
			24	58	111	91	13	108	27	48	31	0	4	9	7	2
CASO 2		Experiência Híbrido	3	20	23	16	12	16	4	7	6	1	0	0	0	0
CASO 5	2		19	19	23	7	11	5	14	9	0	2	5	3	4	
CASO 8	2		3	4	1	1	9	2	5	2	0	2	0	0	2	
CASO 11	1		4	41	22	4	11	2	6	1	0	3	0	0	0	
CASO 14	12		19	39	19	8	21	7	18	14	0	2	2	0	2	
CASO 17	1		15	17	15	3	30	7	18	13	0	1	0	0	1	
CASO 20	4		8	12	11	1	9	6	8	7	0	0	1	0	0	
CASO 23	0		11	10	9	2	4	10	11	8	0	1	1	3	1	
			25	99	165	116	38	111	43	87	60	1	11	9	6	10

Anexo 23 – Quadro de Análise da coevolução por Casos (Fase de Geração)

Coevolução - Emparelhamento (Espaço Problema - Inputs / Espaço Solução - outputs)																				Designações	Emparelhamentos parciais	Emparelhamentos diretos	Espaço problema - Espaço Solução	
Categoria	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19					A20
CASO 3	Enquadramento problema (inputs)	1	0	3	6	4	3	2	6	2	0	2	0	1	0	4	0	0	2	2	0			
	Enquadramento da solução	1	3	3	6	1	3	2	3	5	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1			
	Condição emparelhamento	1	0	3	6	1	3	2	3	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
CASO 6	Enquadramento problema (inputs)	3	0	2	5	1	1	0	6	4	0	1	0	0	0	0	4	0	0	2	1			
	Enquadramento da solução	1	1	0	5	0	0	1	1	7	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	1			
	Condição emparelhamento	1	0	0	5	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	1			
CASO 9	Enquadramento problema (inputs)	1	3	11	5	0	1	1	1	4	0	0	2	0	0	0	1	0	1	1	0			
	Enquadramento da solução	0	0	3	2	2	0	1	5	3	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	2			
	Condição emparelhamento	0	0	3	2	0	0	1	5	3	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0			
CASO 12	Enquadramento problema (inputs)	3	0	4	3	1	3	1	2	10	0	0	0	0	0	1	3	1	0	1	0			
	Enquadramento da solução	2	3	1	2	2	2	0	1	2	0	0	2	0	0	1	5	0	1	1	2			
	Condição emparelhamento	2	0	1	2	2	2	0	1	2	0	0	0	0	0	1	5	0	0	1	0			
CASO 15	Enquadramento problema (inputs)	2	0	5	7	2	1	0	3	2	0	0	0	0	0	3	5	1	1	1	0			
	Enquadramento da solução	1	2	3	1	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	1	2	0	1	3	0			
	Condição emparelhamento	1	0	3	1	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	1	2	0	1	3	0			
CASO 18	Enquadramento problema (inputs)	2	2	2	2	1	3	1	4	3	2	0	2	0	1	1	4	1	1	1	0			
	Enquadramento da solução	2	2	4	4	2	1	0	3	1	0	0	0	0	0	1	4	0	0	1	3			
	Condição emparelhamento	2	2	4	4	2	1	0	3	1	0	0	0	0	0	1	4	0	0	1	0			
CASO 21	Enquadramento problema (inputs)	1	1	0	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1			
	Enquadramento da solução	2	0	1	1	0	3	1	0	1	0	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0			
	Condição emparelhamento	2	0	0	1	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0			
CASO 24	Enquadramento problema (inputs)	1	1	3	1	0	1	0	0	3	1	0	2	0	0	3	1	0	0	0	1			
	Enquadramento da solução	0	1	0	1	0	1	1	4	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0			
	Condição emparelhamento	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0			
	TOTAL Nº EMPARELHAMENTOS																				143	31	174	
	TOTAL INPUTS / CATEGORIA	14	7	30	31	9	15	6	22	28	3	3	6	1	1	12	22	3	5	8	3	TOTAL (EP) INPUTS	229	
	TOTAL OUTPUTS / CATEGORIA	9	12	15	22	8	11	6	19	21	1	3	3	1	1	4	26	0	2	6	9	TOTAL (ES) OUTPUTS	175	

CASO 1	Enquadramento problema (inputs)	0	0	2	3	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	2	4	1	0	0	3			
	Enquadramento da solução	0	0	8	6	2	1	0	0	8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3		
	Condição emparelhamento	0	0	8	6	2	1	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3		
CASO 4	Enquadramento problema (inputs)	1	1	4	4	3	4	2	2	4	1	0	0	0	0	2	4	0	0	2	0			
	Enquadramento da solução	1	2	0	2	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0			
	Condição emparelhamento	1	2	0	2	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0			
CASO 7	Enquadramento problema (inputs)	0	2	8	4	0	3	0	3	3	0	1	0	1	0	2	1	1	0	0	0			
	Enquadramento da solução	0	0	6	11	1	1	1	3	3	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	5			
	Condição emparelhamento	0	0	6	11	0	1	0	3	3	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0			
CASO 10	Enquadramento problema (inputs)	1	6	5	9	6	4	3	10	9	0	3	1	0	0	3	2	0	0	4	2			
	Enquadramento da solução	0	4	4	1	0	0	2	3	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1			
	Condição emparelhamento	0	4	4	1	0	0	2	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1			
CASO 13	Enquadramento problema (inputs)	1	1	5	2	1	1	1	0	3	0	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0			
	Enquadramento da solução	1	2	1	2	0	1	1	2	3	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0			
	Condição emparelhamento	1	2	1	2	0	1	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0			
CASO 16	Enquadramento problema (inputs)	3	0	5	15	1	1	3	4	5	0	0	1	0	0	2	1	1	0	1	1			
	Enquadramento da solução	0	0	1	3	1	0	0	2	4	0	0	0	0	0	5	0	1	1	1	1			
	Condição emparelhamento	0	0	1	3	1	0	0	2	4	0	0	0	0	0	5	0	0	1	1	1			
CASO 19	Enquadramento problema (inputs)	0	2	1	2	0	1	0	0	1	1	2	0	0	0	1	3	0	0	2	0			
	Enquadramento da solução	0	0	1	2	1	0	1	1	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0			
	Condição emparelhamento	0	0	1	2	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0			
CASO 22	Enquadramento problema (inputs)	2	2	1	2	0	1	2	1	7	0	0	1	0	0	1	4	0	0	1	0			
	Enquadramento da solução	4	1	4	1	0	0	2	2	0	1	0	0	0	0	5	0	0	0	0	1			
	Condição emparelhamento	4	1	4	1	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	1			
	TOTAL Nº EMPARELHAMENTOS																					142	26	168
	TOTAL INPUTS / CATEGORIA	8	14	31	41	12	16	11	20	34	2	7	3	1	0	15	19	3	1	10	6	TOTAL (EP) INPUTS	254	
	TOTAL OUTPUTS / CATEGORIA	6	9	25	28	7	5	7	13	22	2	0	0	2	0	4	15	1	2	3	11	TOTAL (ES) OUTPUTS	162	

CONDICÃO HÍBRIDA	CASO 2	Enquadramento problema (inputs)	1	3	3	4	3	3	3	3	7	2	0	0	0	0	0	5	0	0	0	1				
		Enquadramento da solução	0	4	5	6	4	1	1	2	7	0	0	0	0	0	0	1	7	0	0	0	1			
		Condição emparelhamento	0	4	5	6	4	1	1	2	7	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	1		38	8	
	CASO 6	Enquadramento problema (inputs)	3	7	8	10	4	3	3	6	11	0	3	1	2	3	3	9	0	1	2	1				
		Enquadramento da solução	0	2	2	6	3	5	0	1	5	0	0	1	1	1	0	7	1	0	1	0				
		Condição emparelhamento	0	2	2	6	3	5	0	1	5	0	0	1	1	1	0	7	0	0	1	0		35	15	
	CASO 8	Enquadramento problema (inputs)	3	1	2	0	0	2	2	2	4	2	0	1	0	2	0	0	1	0	0	1				
		Enquadramento da solução	1	0	5	0	1	1	0	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1				
		Condição emparelhamento	1	0	5	0	0	1	0	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1		13	4	
	CASO 11	Enquadramento problema (inputs)	3	0	10	16	5	0	3	6	5	0	0	0	1	0	3	1	0	0	0	3				
		Enquadramento da solução	0	2	7	9	1	0	0	1	7	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1				
		Condição emparelhamento	0	0	7	9	1	0	0	1	7	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1		29	11	
	CASO 14	Enquadramento problema (inputs)	5	5	7	8	1	4	3	6	8	1	1	0	1	0	1	5	0	1	3	1				
		Enquadramento da solução	3	4	5	4	1	1	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2				
		Condição emparelhamento	3	4	5	4	1	1	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2		27	7	
	CASO 17	Enquadramento problema (inputs)	1	1	4	6	0	1	1	1	8	3	1	1	0	0	5	7	0	0	1	0				
		Enquadramento da solução	1	3	2	3	0	4	1	1	6	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	1				
		Condição emparelhamento	1	3	2	3	0	4	1	1	6	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0		25	7	
	CASO 20	Enquadramento problema (inputs)	2	0	4	5	1	3	0	5	5	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1				
		Enquadramento da solução	2	3	3	5	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0				
		Condição emparelhamento	2	0	3	5	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		15	6	
	CASO 23	Enquadramento problema (inputs)	0	3	4	5	1	0	6	2	9	0	0	0	0	1	0	8	0	2	0	1				
		Enquadramento da solução	0	1	2	0	0	0	0	3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0				
		Condição emparelhamento	0	1	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		6	1	
																						TOTAL Nº EMPARELHAMENTOS	188	59	247	
	TOTAL INPUTS / CATEGORIA	18	20	42	54	15	16	21	31	57	9	5	3	4	6	12	36	1	4	6	9	TOTAL (EP) INPUTS	369			
	TOTAL OUTPUTS / CATEGORIA	7	19	31	33	10	12	3	16	30	0	0	3	2	1	6	17	1	1	1	2	6	TOTAL (ES) OUTPUTS	200		

Anexo 24 – Quadro de Análise da Viabilidade por Casos (relação pensamento convergente / divergente)

Quantificação da viabilidade técnica pelo quadro de designers especialistas (P. Convergente e Divergente)								
MÉDIA DOS GRUPOS / Condições	1 - Requisitos - Estrutural (análise da configuração da peça versus RESISTÊNCIA dos componentes e sua conexão)	2 - Requisitos - Funcional (quantificação da forma, FUNÇÃO, detalhes no cumprimento da função)	3 - Requisitos - Usabilidade (relação forma versus anatomia da mão e boca)	4 - Requisitos - Interface (qualidade de interação/percepção)	5 - Requisitos - Técnicos (complexo pelo nº e variedade dos mecanismos/produção)		Média por caso (1-3=divergente, 3-5=convergente)	
ANALÓGICO								
Caso 3	3,2	3,4	3,7	4,2	3,3	17,8	3,4	
Caso 6	3,7	3,7	3,6	3,5	3,2	17,7	3,6	
Caso 9	3,5	3,8	4	3,6	3,5	18,4	3,6	
Caso 12	2,9	3,1	3	3,9	3,5	16,4	3,1	
Caso 15	2,7	2,5	2,4	2,6	2,3	12,5	2,5	
Caso 18	3	2,5	2,3	3,1	3,2	14,1	3	
Caso 21	2,1	2,1	2,2	2,9	2,4	11,7	2,2	
Caso 24	3	2,7	2,7	3,1	2,4	13,9	2,7	
	3,0125	2,975	2,9875	3,3625	2,975	15,25	3,05	
	1 - Requisitos - Estrutural (análise da configuração da peça versus RESISTÊNCIA dos componentes e sua conexão)	2 - Requisitos - Funcional (quantificação da forma, FUNÇÃO, detalhes no cumprimento da função)	3 - Requisitos - Usabilidade (relação forma versus anatomia da mão e boca)	4 - Requisitos - Interface (qualidade de interação/percepção)	5 - Requisitos - Técnicos (complexo pelo nº e variedade dos mecanismos/produção)		Valores mé	
DIGITAL								
Caso 1	3,4	3,3	2,7	4,4	3,2	17	3,3	
Caso 4	2	1,7	1,8	2,6	2,6	10,7	2	
Caso 7	2,6	3	3,5	4,1	2,3	15,5	3	
Caso 10	3,2	3,2	3,3	3,6	2,9	16,2	3,2	
Caso 13	3	2,7	3,4	2,9	3,2	15,2	3	
Caso 16	2,8	2,4	2,3	3	2,4	12,9	2,4	
Caso 19	4	3	2,8	4	3,9	17,7	3,9	
Caso 22	3,1	3	3,1	3,6	2,6	15,4	3,1	
	3,0125	2,7875	2,8625	3,525	2,8875	15,45	3,05	
	1 - Requisitos - Estrutural (análise da configuração da peça versus RESISTÊNCIA dos componentes e sua conexão)	2 - Requisitos - Funcional (quantificação da forma, FUNÇÃO, detalhes no cumprimento da função)	3 - Requisitos - Usabilidade (relação forma versus anatomia da mão e boca)	4 - Requisitos - Interface (qualidade de interação/percepção)	5 - Requisitos - Técnicos (complexo pelo nº e variedade dos mecanismos/produção)		Valores mé	
HÍBRIDO								
Caso 2	1,8	2,4	2,2	2,6	1,7	10,7	2,2	
Caso 5	2,1	2,2	2,6	3	2	11,9	2,2	
Caso 8	2,8	3,3	2,8	3,7	2,9	15,5	2,9	
Caso 11	2,4	2,6	3,2	3	2,6	13,8	2,6	
Caso 14	2,5	2,5	2,6	3,3	2,3	13,2	2,5	
Caso 17	2,3	2,8	2,8	3,1	2,3	13,3	2,8	
Caso 20	3,8	3,5	3,2	4,3	3,4	18,2	3,5	
Caso 23	3,3	2,9	2,8	3,3	2,7	15	2,9	
	2,625	2,775	2,775	3,2875	2,4875	13,55	2,70	

Anexo 26 – Resultados da Análise de Variância ANOVA factor único 24 casos em SPSS

Univariate Analysis of Variance - ANOVA (casos originais - 8 caso/condição)									
Notes									
Output Created		11-JUN-2018 16:52:37							
Comments									
Input		C:\Users\HAL_9000\Desktop\Anova_Vasco_Novos_Dados_01.sav							
	Data	DataSet1							
	Active Dataset	<none>							
	Filter	<none>							
	Weight	<none>							
	Split File	<none>							
	N of Rows in Working Data File	48							
Missing Value Handling		User-defined missing values are treated as missing.							
	Definition of Missing	Statistics are based on all cases with valid data for all variables in the model.							
	Cases Used								
Syntax		UNIANOVA Criat_Score BY Condição /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE /POSTHOC=Condição(TUKEY SCHEFFE GABRIEL) /PLOT=PROFILE(Condição) /EMMEANS=TABLES(Condição) /PRINT=OPOWER ETASQ HOMOGENEITY DESCRIPTIVE /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Condição.							
Resources		00:00:00,16							
	Processor Time	00:00:00,16							
	Elapsed Time	00:00:00,16							
[DataSet1] C:\Users\HAL_9000\Desktop\Anova_Vasco_Novos_Dados_01.sav									
Between-Subjects Factors									
		Value Label		N					
Condição	1,000	Analogico		8					
	2,000	Dig		8					
	3,000	Hib		8					
Descriptive Statistics									
Dependent Variable: Criat_Score									
Condição	Mean	Std. Deviation		N					
Analogico	21,9938	8,26498		8					
Dig	21,1503	8,91618		8					
Hib	32,8213	16,58282		8					
Total	25,3218	12,57558		24					
Levene's Test of Equality of Error Variances^a									
Dependent Variable: Criat_Score									
F	df1	df2		Sig.					
2,967	2	21		,073					
Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.									
a. Design: Intercept + Condição									
Tests of Between-Subjects Effects									
Dependent Variable: Criat_Score									
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power ^b	
Corrected Model	677,756 ^a	2	338,878	2,405	,115	,186	4,809	,431	
Intercept	15388,585	1	15388,585	109,191	,000	,839	109,191	1,000	
Condição	677,756	2	338,878	2,405	,115	,186	4,809	,431	
Error	2959,586	21	140,933						
Total	19025,927	24							
Corrected Total	3637,342	23							
a. R Squared = ,186 (Adjusted R Squared = ,109)									
b. Computed using alpha = ,05									
Estimated Marginal Means									
Condição									
Dependent Variable: Criat_Score									
Condição	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval						
			Lower Bound	Upper Bound					
Analogico	21,994	4,197	13,265	30,722					
Dig	21,150	4,197	12,422	29,879					
Hib	32,821	4,197	24,093	41,550					

Post Hoc Tests

Condição

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Criat_Score

(I) Condição			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	Analogico	Dig	,8435	5,93575	,989	-14,1180	15,8050
		Hib	-10,8275	5,93575	,186	-25,7890	4,1340
	Dig	Analogico	-,8435	5,93575	,989	-15,8050	14,1180
		Hib	-11,6710	5,93575	,145	-26,6325	3,2905
	Hib	Analogico	10,8275	5,93575	,186	-4,1340	25,7890
		Dig	11,6710	5,93575	,145	-3,2905	26,6325
Scheffe	Analogico	Dig	,8435	5,93575	,990	-14,7864	16,4734
		Hib	-10,8275	5,93575	,213	-26,4574	4,8024
	Dig	Analogico	-,8435	5,93575	,990	-16,4734	14,7864
		Hib	-11,6710	5,93575	,170	-27,3009	3,9589
	Hib	Analogico	10,8275	5,93575	,213	-4,8024	26,4574
		Dig	11,6710	5,93575	,170	-3,9589	27,3009
Gabriel	Analogico	Dig	,8435	5,93575	,999	-14,4926	16,1796
		Hib	-10,8275	5,93575	,221	-26,1636	4,5086
	Dig	Analogico	-,8435	5,93575	,999	-16,1796	14,4926
		Hib	-11,6710	5,93575	,172	-27,0071	3,6651
	Hib	Analogico	10,8275	5,93575	,221	-4,5086	26,1636
		Dig	11,6710	5,93575	,172	-3,6651	27,0071

Based on observed means.

Homogeneous Subsets

Criat_Score

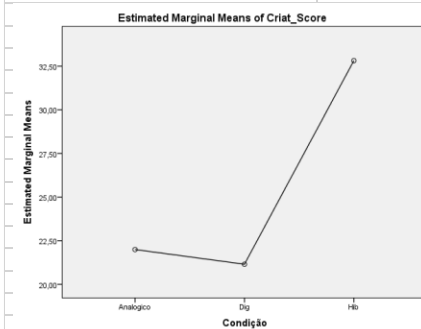
Condição		N	Subset
			1
Tukey HSD ^{ab}	Dig	8	21,1503
	Analogico	8	21,9938
	Hib	8	32,8213
	Sig.		,145
Scheffe ^{ab}	Dig	8	21,1503
	Analogico	8	21,9938
	Hib	8	32,8213
	Sig.		,170
Gabriel ^{ab}	Dig	8	21,1503
	Analogico	8	21,9938
	Hib	8	32,8213
	Sig.		,172

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 8,000.

b. Alpha = ,05.

Profile Plots



Oneway (casos originais - 8 caso/condição)									
Descriptives									
Criat_Score									
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
Analogico	8	21,9938	8,26498	2,92211	15,0841	28,9034	10,69	37,25	
Dig	8	21,1503	8,91618	3,15235	13,6961	28,6044	9,57	32,24	
Hib	8	32,8213	16,58282	5,86291	18,9577	46,6848	7,13	57,13	
Total	24	25,3218	12,57558	2,56698	20,0115	30,6320	7,13	57,13	
Test of Homogeneity of Variances									
Criat_Score									
Levene Statistic	df1	df2	Sig.						
2,967	2	21	,073						
ANOVA									
Criat_Score									
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.				
Between Groups	677,756	2	338,878	2,405	,115				
Within Groups	2959,586	21	140,933						
Total	3637,342	23							
Robust Tests of Equality of Means									
Criat_Score									
	Statistic ^a	df1	df2	Sig.					
Welch	1,556	2	13,284	,247					
a. Asymptotically F distributed.									

Anexo 27 – Resultados da Análise de Variância ANOVA factor único 48 casos (Replicação)

Univariate Analysis of Variance - 16caso / condição									
Notes									
Output Created									
Comments									
Input	Data	C:\Users\HAL_9000\Desktop\Anova_Vasco_Novos_Dados_01.sav							
	Active Dataset	DataSet1							
	Filter	<none>							
	Weight	<none>							
	Split File	<none>							
	N of Rows in Working Data File	48							
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.							
	Cases Used	Statistics are based on all cases with valid data for all variables in the model.							
Syntax		UNIANOVA Criat_Score2 BY Condição2 /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE /POSTHOC=Condição2(TUKEY SCHEFFE GABRIEL) /PLOT=PROFILE(Condição2) /EMMEANS=TABLES(Condição2) /PRINT=OPOWER ETASQ HOMOGENEITY DESCRIPTIVE /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Condição2.							
Resources	Processor Time	00:00:00,17							
	Elapsed Time	00:00:00,17							
[DataSet1] C:\Users\HAL_9000\Desktop\Anova_Vasco_Novos_Dados_01.sav									
Between-Subjects Factors									
		Value Label						N	
Condição2	1,00	Analogico						16	
	2,00	Dig						16	
	3,00	Hib						16	
Descriptive Statistics									
Dependent Variable: Criat_Score2									
Condição2	Mean	Std. Deviation						N	
Analogico	21,9938	7,98473						16	
Dig	21,1503	8,61385						16	
Hib	32,8213	16,02053						16	
Total	25,3218	12,44108						48	
Levene's Test of Equality of Error Variances^a									
Dependent Variable: Criat_Score2									
F	df1	df2						Sig.	
6,357	2	45						,004	
Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.									
a. Design: Intercept + Condição2									
Tests of Between-Subjects Effects									
Dependent Variable: Criat_Score2									
Source	Type III Sum of Squares	df		Mean Square	F	Sig.	Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power ^b
Corrected Model	1355,512 ^a	2		677,756	5,153	,010	,186	10,305	,800
Intercept	30777,169	1		30777,169	233,981	,000	,839	233,981	1,000
Condição2	1355,512	2		677,756	5,153	,010	,186	10,305	,800
Error	5919,172	45		131,537					
Total	38051,853	48							
Corrected Total	7274,684	47							
a. R Squared = ,186 (Adjusted R Squared = ,150)									
b. Computed using alpha = ,05									
Estimated Marginal Means									
Condição2									
Dependent Variable: Criat_Score2									
Condição2	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval						
			Lower Bound	Upper Bound					
Analogico	21,994	2,867	16,219	27,769					
Dig	21,150	2,867	15,375	26,925					
Hib	32,821	2,867	27,046	38,596					

Post Hoc Tests

Condição2

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Criat_Score2

(I) Condição2			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	Analogico	Dig	,8435	4,05489	,976	-8,9840	10,6710
		Hib	-10,8275	4,05489	,028	-20,6550	-1,0000
	Dig	Analogico	-,8435	4,05489	,976	-10,6710	8,9840
		Hib	-11,6710	4,05489	,016	-21,4985	-1,8435
	Hib	Analogico	10,8275	4,05489	,028	1,0000	20,6550
		Dig	11,6710	4,05489	,016	1,8435	21,4985
Scheffe	Analogico	Dig	,8435	4,05489	,979	-9,4216	11,1086
		Hib	-10,8275	4,05489	,037	-21,0926	-,5624
	Dig	Analogico	-,8435	4,05489	,979	-11,1086	9,4216
		Hib	-11,6710	4,05489	,022	-21,9361	-1,4059
	Hib	Analogico	10,8275	4,05489	,037	,5624	21,0926
		Dig	11,6710	4,05489	,022	1,4059	21,9361
Gabriel	Analogico	Dig	,8435	4,05489	,995	-9,1972	10,8842
		Hib	-10,8275	4,05489	,031	-20,8682	-,7868
	Dig	Analogico	-,8435	4,05489	,995	-10,8842	9,1972
		Hib	-11,6710	4,05489	,018	-21,7117	-1,6303
	Hib	Analogico	10,8275	4,05489	,031	,7868	20,8682
		Dig	11,6710	4,05489	,018	1,6303	21,7117

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Homogeneous Subsets

Criat_Score2

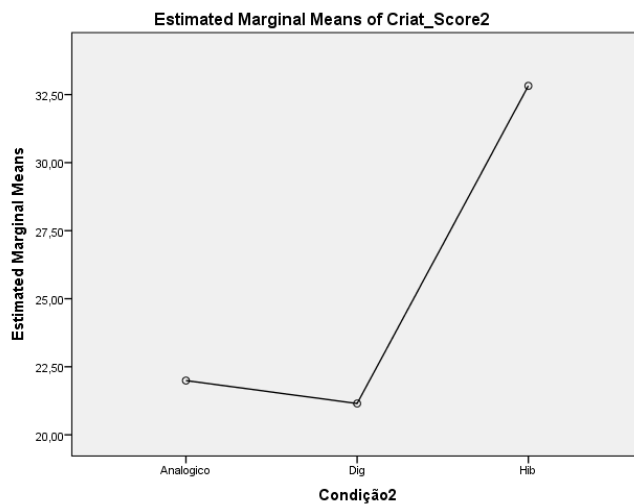
Condição2	N	Subset	
		1	2
Tukey HSD ^{ab}	Dig	16	21,1503
	Analogico	16	21,9938
	Hib	16	32,8213
	Sig.		,976
Scheffe ^{ab}	Dig	16	21,1503
	Analogico	16	21,9938
	Hib	16	32,8213
	Sig.		,979
Gabriel ^{ab}	Dig	16	21,1503
	Analogico	16	21,9938
	Hib	16	32,8213
	Sig.		,995

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 16,000.

b. Alpha = ,05.

Profile Plots



Oneway (16 caso/condição)									
Descriptives									
Criat_Score2									
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
Analogico	16	21,9938	7,98473	1,99618	17,7390	26,2485	10,69	37,25	
Dig	16	21,1503	8,61385	2,15346	16,5603	25,7402	9,57	32,24	
Hib	16	32,8213	16,02053	4,00513	24,2845	41,3580	7,13	57,13	
Total	48	25,3218	12,44108	1,79572	21,7092	28,9343	7,13	57,13	
Test of Homogeneity of Variances									
Criat_Score2									
Levene Statistic	df1	df2	Sig.						
6,357	2	45	,004						
ANOVA									
Criat_Score2									
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.				
Between Groups	1355,512	2	677,756	5,153	,010				
Within Groups	5919,172	45	131,537						
Total	7274,684	47							
Robust Tests of Equality of Means									
Criat_Score2									
	Statistic ^a	df1	df2	Sig.					
Welch	3,421	2	28,466	,047					
a. Asymptotically F distributed.									
Post Hoc Tests									
Multiple Comparisons									
Dependent Variable: Criat_Score2									
Games-Howell									
(I) Condição2		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval				
					Lower Bound	Upper Bound			
Analogico	Dig	,84350	2,93635	,956	-6,3975	8,0845			
	Hib	-10,82750	4,47502	,060	-22,0683	,4133			
Dig	Analogico	-,84350	2,93635	,956	-8,0845	6,3975			
	Hib	-11,67100*	4,54736	,044	-23,0590	-,2830			
Hib	Analogico	10,82750	4,47502	,060	-,4133	22,0683			
	Dig	11,67100*	4,54736	,044	,2830	23,0590			
*. The mean difference is significant at the 0.05 level.									

