



Daniel Ribeiro Alves Barboza Vianna

**Inclusão de agências humanas não simbólicas através
de técnicas de Aprendizado Profundo em processos de
Design Computacional Generativo**

Tese de Doutorado

Tese apresentada como requisito parcial para
obtenção do grau de Doutor em Design pelo
Programa de Pós-graduação em Design da
PUC-Rio.

Orientador: Claudio: Freitas de Magalhães
Coorientador Érico Franco Mineiro

Rio de Janeiro,
novembro de 2022



Daniel Ribeiro Alves Barboza Vianna

**Inclusão de agências humanas não simbólicas através
de técnicas de Aprendizado Profundo em processos
de Design Computacional Generativo**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Design. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo:

Prof. Claudio Freitas de Magalhães

Orientador

Departamento de Artes e Design - PUC-Rio

Prof. Érico Franco Mineiro

Coorientador

Departamento de Tecnologia do Design - UFMG

Prof. Alfredo Jefferson de Oliveira

Pesquisador Autônomo

Prof. Carlo Franzato

Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Prof. Jorge Roberto Lopes dos Santos

Departamento de Artes e Design - PUC-Rio

Prof. Carlos Eduardo Felix da Costa

Departamento de Artes e Design - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 21 de novembro de 2022

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Daniel Ribeiro Alves Barboza Vianna

Graduou-se em Arquitetura e Urbanismo na Pontifícia Universidade Católica em 2007. Obteve os graus de mestre em Arquitetura em 2011 e mestre em Desenho Industrial em 2014 pelo Pratt Institute.

Ficha Catalográfica

Vianna, Daniel Ribeiro Alves Barboza

Inclusão de agências humanas não simbólicas através de técnicas de aprendizado profundo em processos de Design Computacional Generativo/ Daniel Ribeiro Alves Barboza Vianna; orientador: Claudio Freitas de Magalhães; coorientador: Érico Franco Mineiro – 2022.

223 f. : il. color. ; 29,7 cm

Tese (doutorado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Artes e Design, 2022.

Inclui referências bibliográficas.

1. Artes e Design – Teses. 2. Design Computacional Generativo. 3. Inteligência artificial. 4. Aprendizado profundo. 5. Agências humanas não-simbólicas. 6. Subjetividade. I. Magalhães, Claudio Freitas de. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Artes e Design. III. Título.

CDD: 700

Agradecimentos

Aos meus pais, Antonio Carlos Vianna e Helena Vianna.

Aos meus irmãos, Eduardo Vianna e Renata Medeiros.

Aos professores, Claudio Freitas de Magalhães e Érico Franco Mineiro.

Aos amigos, Caio Baldini, Esther Beke, Marcela Luz, Pablo Davies, Thayane Tavares e Thiago Tavares.

Ao CNPq e à PUC-Rio, pelos auxílios concedidos, sem os quais este trabalho não poderia ter sido realizado. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Resumo

Vianna, Daniel; Magalhães, Claudio Freitas de. **Inclusão de agências humanas não simbólicas através do Aprendizado Profundo em processos de Design Computacional**. Rio de Janeiro, 2022. 223p. Tese de Doutorado – Departamento de Artes e Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O Design Computacional Generativo é uma forma de Design que consegue gerar uma quantidade virtualmente infinita de possíveis soluções e filtrá-las através de análises computacionais. Cada análise, experimenta e gradua uma demanda, que pode ser relacionada a diversos entes e como estes afetam e são afetados por um design. Dessa maneira, essas análises podem ser entendidas como uma forma de incluir de maneira integrada diversos fatores na síntese da forma do Design. Mesmo com todo esse potencial, as abordagens baseadas no Design Computacional Generativo ainda enfrentam dificuldades na análise e na inclusão de algumas demandas, principalmente naquelas de natureza subjetiva. Isso vem mudando devido a recente introdução de técnicas de Aprendizado Profundo no Design. Essas ferramentas conseguem captar conhecimentos implícitos através da sua aptidão para encontrar padrões em grandes quantidades de dados e replicá-los. Assim, elas podem replicar a avaliação de um designer humano. Essa pesquisa foca especificamente nas análises de critérios processados pelas capacidades humanas não simbólicas. Essas capacidades são aquelas que os humanos partilham com os animais vertebrados e permitem a compreensão de significados e o acionamento de ações sem a necessidade de linguagem. Essas capacidades possuem ao mesmo tempo um caráter objetivo, porque possuem uma base biológica comum a todos os humanos; e subjetivo, porque são influenciadas pelo estado psíquico, pelas motivações e pela experiência de um sujeito. Nesse contexto, o problema identificado é que sem um embasamento teórico essas técnicas acabam se limitando a um exercício fantasioso e ingênuo de automação de Design. Portanto, esta pesquisa parte da hipótese de que um embasamento teórico de conhecimentos da Teoria Pós-humana, da neurociência Conexionista e das Teorias de Fundamentos do Design

possibilita que estímulos humanos não simbólicos possam ser incluídos de maneira efetiva na síntese da forma de processos de Design Computacional Generativo através de técnicas de Aprendizado Profundo. O objetivo do trabalho é compreender como a inserção dessas novas técnicas associadas a uma fundamentação teórica específica, vão propiciar a inclusão de fatores não-simbólicas na síntese da forma em processos de Design Computacional Generativo. Para atingir esse objetivo, a pesquisa propõe a elaboração de um conjunto de diretrizes, de uma estrutura metodológica conceitual e de um experimento prático que verifique o funcionamento da avaliação através de máquinas de Aprendizado Profundo. Esses três itens partem do estado da arte da interseção entre o Design Computacional Generativo e as técnicas de Aprendizado Profundo e se baseiam nos conhecimentos Pós-humanos, da neurociência Conexionista e das teorias de Fundamentos do Design. A pesquisa entrelaça dois temas atuais e significativos para o Campo do Design. De um lado, ela busca conhecimentos que preparem os designers para as transformações que a incorporação das técnicas recentes de inteligência artificial vem causando; e de outro, ela se insere nos esforços para que o Design seja um instrumento de transformação da sociedade através de uma reaproximação com as capacidades não simbólicas.

Palavras-chave

Design Computacional Generativo; Inteligência artificial; Aprendizado profundo; Subjetividade; Agências humanas não-simbólicas.

Abstract

Vianna, Daniel; Magalhães, Claudio Freitas de (Advisor). **Inclusion of non-symbolic human agencies through deep learning in Computational Design processes**. Rio de Janeiro, 2022. 223p. Doctoral thesis – Departamento de Artes e Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Generative Computational Design is a form of Design that manages to generate a virtually infinite amount of possible solutions and filter them through computational analysis. Each analysis experiences and grades a demand, which can be related to different entities and how they affect and are affected by a design. In this way, these analyzes can be understood as a way of including in an integrated way several factors in the synthesis of the form of Design. Even with all this potential, approaches based on Generative Computational Design still face difficulties in analyzing and including some demands, especially those of a subjective nature. This has been changing due to the recent introduction of Deep Learning techniques in Design. These tools are able to capture implicit knowledge through their ability to find patterns in large amounts of data and replicate them. Thus, they can replicate the assessment of a human designer. This research specifically focuses on the analysis of criteria processed by non-symbolic human capacities. These capabilities are those that humans share with vertebrate animals and allow them the understanding of meanings and the triggering of actions without the need for language. These capacities have at the same time an objective character, because they have a biological basis common to all humans; and subjective, because they are influenced by a subject's psychic state, motivations and experience. In this context, the problem identified is that without a theoretical basis these techniques end up being limited to a fanciful and naive exercise in Design automation and simplistic approaches to style transfer. Thus, this research starts from the hypothesis that a theoretical foundation of knowledge from the Post-Human Theory, from the connectionist neuroscience and from the Fundamental Theories of Design can enable non-symbolic human factors to be effectively included in the synthesis of the form of processes of Generative Computational

Design through Deep Learning techniques. The objective of this work is to understand how the insertion of these new techniques associated with a specific theoretical foundation will enable the inclusion of non-symbolic factors in the synthesis of form in Generative Computational Design processes. To achieve this objective, the research proposes the elaboration of a conceptual methodological framework based on the state of the art of the intersection between Generative Computational Design and Deep Learning techniques associated with Post-human knowledge, connectionist neuroscience and Design Foundations theories; as well as the verification of the operation of the technique through the execution of a practical experimental procedure. The research intertwines two current and significant themes for the Field of Design. On the one hand, it seeks knowledge that prepares designers for the transformations that the incorporation of recent artificial intelligence techniques has caused; and on the other hand, it is part of efforts to make Design an instrument for transforming society through a rapprochement with non-symbolic capacities.

Key words

Generative Computational Design; Artificial Intelligence; Deep learning; Subjectivity; Non symbolic human agency.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1. Problema, Questões Norteadoras e Hipótese	18
1.2. Objetivo	20
1.3. Metodologia.....	21
1.4. Estrutura	25
1.5. Contribuições e Justificativa	26
2 INCLUSÃO DE AGÊNCIAS ATRAVÉS DAS MÁQUINAS DE APRENDIZADO PROFUNDO NO DESIGN.....	28
2.1. Agenciamento e o Design Digital	28
2.1.1. Primeira Revolução Digital	34
2.1.2. Segunda Revolução Digital	37
2.1.3. Novo Direcionamento	42
2.2. Modelos de Design Digital	44
2.3. Inclusão de Agências no Design Computacional Generativo através das máquinas de Aprendizado Profundo.....	51
2.3.1. Inteligência Artificial	52
2.3.2. Inteligência Artificial no Design.....	54
2.3.3. Inclusão de agenciamentos através da exploração do espaço das Soluções	60
2.3.4. Exemplos da inclusão de agencias humanas através de técnicas de aprendizado profundo	63
2.4. Discussão.....	72
2.5. Conclusão	75
3 AGÊNCIA HUMANA NÃO SIMBÓLICA NO DESIGN SEGUNDO O PÓS- HUMANO.....	77

3.1. Contexto: Conceito Pós-Humano e o Design	78
3.2. Agência humana não simbólica para o Pós-humano.....	93
3.3. Funcionamento da Agência humana não-simbólica para o Pós-humano	96
3.4. Incluindo as Agências Humanas não simbólicas no Design através do Pós-humano	103
3.5. Relevância da inclusão das agências humanas não simbólicas segundo o Pós-humano	109
3.6. Conclusão	110
4 AGÊNCIA HUMANA NÃO SIMBÓLICA NO DESIGN SEGUNDO A NEUROCIÊNCIA	112
4.1. Contexto: Neurociência e o Design	113
4.2. Agência humana não simbólica para a Neurociência	117
4.3. Funcionamento da Agência humana não-simbólica para a Neurociência.....	118
4.3.1. Neurônios-espelho e a incorporação dos significados.....	122
4.3.2. Haptividade e Sentido Geral	127
4.3.3. Neuro plasticidade e a formação da subjetividade	129
4.4. Incluindo as Agências Humanas não simbólicas no Design através da Neurociência	131
4.5. Relevância da inclusão das agências humanas não simbólicas segundo a neurociência	134
4.6. Conclusão	136
5 AGÊNCIA HUMANA NÃO SIMBÓLICA NO DESIGN SEGUNDO A TEORIA DE FUNDAMENTOS DO DESIGN	138
5.1. Contexto: Teoria de Fundamentos do Design	139
5.2. Agência humana não simbólica para a Teoria de Fundamentos do Design.....	142
5.3. Funcionamento da Agência humana não-simbólica para a Teoria de Fundamentos	

5.4. Incluindo as Agências Humanas não simbólicas no Design através da Teoria de Fundamentos do Design.....	145
5.5. Relevância da inclusão das agências humanas não simbólicas segundo a Teoria de Fundamentos do Design.....	149
5.6. Conclusão	151
6 ESTRUTURA METODOLÓGICA CONCEITUAL	153
6.1. Noções	153
6.1.1. Agenda maior.....	154
6.1.2. Equilíbrio entre o caos e a ordem	154
6.1.3. Significado Incorporado e formação da subjetividade.....	156
6.1.4. Relacionalidade das capacidades não simbólicas	156
6.1.5. Medindo quantitativamente propriedades qualitativas	158
6.2. Estrutura Metodológica Conceitual	159
6.2.1. Conceito Geral	159
6.2.2. Seleção de propriedades extensivas e forças intensivas.....	160
6.2.3. Estrutura Cartográfica ou mapa de mundo.....	160
6.2.4. Desenvolvimento do sistema generativo.....	167
6.2.5. Criação de componentes de análise através de técnicas de Aprendizado Profundo	169
6.2.6. Avaliação Intuitiva.....	172
6.3. Conclusão	173
7 PROCEDIMENTO PRÁTICO EXPERIMENTAL	175
7.1. Contexto: Design Computacional e as agências humanas não simbólicas	175
7.2. Metodologia de ensino de Rowena Reed.....	178
7.3. Metodologia do experimento.....	181
7.3.1. Definição do Conceito Geral	182
7.3.2. Resgatar encontros de propriedades extensivas e forças intensivas.....	182
7.3.3. Racionalização Cartográfica	185
7.3.4. Criação do Sistema Generativo	187

7.3.5. Criar componentes de análise	189
7.3.6. Avaliação intuitiva.....	191
7.4. Resultados e Discussão.....	191
7.5. Conclusão	196
8 CONCLUSÃO	199
8.1. Hipótese, objetivo e questões norteadoras	200
8.2. Contribuições	208
8.3. Limitações	209
8.4. Sugestões para pesquisas futuras.....	210
9 BIBLIOGRAFIA.....	211

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Centro Heydar-Aliyev de Zaha Haddid Architects.....	36
Figura 2 - Produção do pavilhão de pesquisa 2012 ICD/ITKE	40
Figura 3 – Interface do sistema proposto	65
Figura 4 – Catálogo de comportamentos formais	66
Figura 5 - Aviário do zoológico Regents em Londres de Cedric Price	89
Figura 6 - Cobertura do estádio olímpico de Munique de Frei Otto e Gunther Behnisch.....	90
Figura 7 - Pavilhão da água de Lars Spuybroek.....	91
Figura 8 - Projeto Mitaka Lofts do escritório Arakawa Gins	91
Figura 9 - Diagrama das Ciências Cognitivas	115
Figura 10 - Escultura “Escravos” de Michelangelo	125
Figura 11 - Fases do processo exploratório.....	147
Figura 12 - Instalação "Meu coração bate como o seu" do Estúdio Guto Requena	150
Figura 13 - Entrelaçamento ecológico.....	161
Figura 14 - Modelo cartográfico da síntese da forma	166
Figura 15 - Esquema do modelo co-evolutivo	168
Figura 16 - Gráfico de plotagem de coordenadas paralelas	169
Figura 17 - Exercício de fundamentos do Design	179
Figura 18 - Propriedades e expressões da forma	183
Figura 19 - Ilustração dos filtros	188
Figura 20 - Variações do diagrama de Zingg	188
Figura 21 - Mapa de classificação de blocos	189
Figura 22 - Mapa de calor.....	193
Figura 23 - Gráfico de plotagem de coordenadas paralelas	194
Figura 24 - Visualização das iterações	195

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tipos de agentes.....	162
Quadro 2 - fluxograma da criação do componente de análise	171
Quadro 3 - Mapa do procedimento experimental.....	186
Quadro 4 - Fluxograma do sistema gerador	187
Quadro 5 - Tabela com as avaliações do grupo de teste	192

1 Introdução

A incorporação de ferramentas da ciência da computação pelo campo do Design tem início na década de 1950, entretanto, somente a partir dos anos 2000 que essas tecnologias começaram a constituir um conjunto poderoso de possibilidades para transformar o Design (OXMAN; OXMAN, 2014). Nas duas primeiras décadas do século XXI, as abordagens baseadas em computação no Design rapidamente se desenvolveram e se tornaram popular entre designers (CAETANO; SANTOS; LEITÃO, 2020). Esse desenvolvimento, se deu pela possibilidade de armazenamento de dados nunca imaginado na história, além do processamento dessa grande quantidade de informações em qualquer computador pessoal (CARPO, 2017).

Atualmente, o Design Computacional Generativo é o modelo de Design mais utilizado entre os designers “computacionalmente inteligentes” (CARPO, 2017). Esse modelo é formado pela adoção de um sistema generativo em meio computacional. A lógica desse tipo de sistema parte do processo de passar por muitos “ciclos de aprendizado” (gerar, analisar, aprender, modificar) até que se encontre uma solução satisfatória para o design.

Com o uso da computação, um sistema generativo consegue gerar uma quantidade virtualmente infinita de possíveis soluções e filtrá-las através de análises computacionais. Cada análise computacional, experimenta e gradua uma demanda, que pode ser relacionada a diversos entes e como estes afetam e são afetados por um design. Desta maneira, essas análises podem ser entendidas como uma forma de incluir de maneira integrada diversos fatores na síntese da forma.

Até há pouco tempo, as análises computacionais das iterações de um sistema generativo computacional eram realizadas com auxílio de *plug-ins* específicos de análise e de funções geradas pelo próprio usuário. Esse cenário era problemático devido ao fato dos *plug-ins* utilizados serem limitados a um grupo de análises de caráter objetivo e à dificuldade em se criar componentes de análise que envolvam análises complexas. Ou seja, mesmo que a programação de um componente de análise seja possível, ela se torna uma tarefa muito dispendiosa quando a análise buscada envolve critérios complexos ou subjetivos. Por

exemplo, se de um lado é relativamente fácil para um designer computacional desenvolver um componente que avalia iterações a respeito do seu volume ou da sua área; por outro, é extremamente complexo programar um componente que analise as iterações a respeito de quanto que uma iteração agrada o designer em relação a um aspecto subjetivo, como o estético.

Uma das formas mais populares de integrar análises subjetivas em processos de Design Computacional Generativo é através de algoritmos interativos genéticos. A principal vantagem dessa ferramenta é que ela insere o ser humano no *loop* evolutivo, substituindo uma análise ou avaliação computacional de aptidão formalizada com base no julgamento humano (MCCORMACK; LOMAS, 2020). Apesar de contornar a dificuldade de desenvolver uma análise complexa, essa ferramenta limita o número de iterações geradas, porque envolve a limitação do designer em avaliá-las. Ou seja, ela tem a desvantagem vinda da incompatibilidade da linguagem formal da máquina com a linguagem natural da intuição humana (MENNAN, 2014).

Atualmente, a recente introdução das máquinas de Aprendizado Profundo no campo do Design vem propiciando uma nova forma de se criar análises complexas para implementar as buscas nas gerações de um sistema generativo computacional. Isso porque essas técnicas são capazes de replicar diversos comportamentos, como a análise humana. Tecnicamente, elas não aprendem a avaliar as interações da mesma forma que um ser humano, mas aprendem a identificar padrões na relação entre as imagens de iterações e suas análises e a replicá-las para novas iterações. Ou seja, as máquinas de Aprendizado Profundo captam conhecimentos, pensamentos ou aprendizados implícitos, através da sua capacidade de encontrar padrões e assimilá-los a lógica de um modelo (VELOSO; KRISHNAMURTI, 2021). Desta maneira, é possível incluir diversas análises computacionalmente sem a necessidade de uma programação dispendiosa.

Essa pesquisa foca em um tipo de demanda específica de usuários humanos em relação ao Design que acontece através das capacidades não simbólicas humana. Junto as capacidades simbólicas, as capacidades não simbólicas são as formas que os seres humanos interagem com o mundo e assim com os produtos de Design também. Enquanto as capacidades simbólicas envolvem representações e a codificação de símbolos arbitrários, as capacidades não simbólicas são baseadas nas experiências com a materialidade e pautadas pela identificação de afetos (DELANDA, 2019).

O termo “afeto” que nos interessa aqui não se refere a nenhum tipo de emoção que essa palavra normalmente sugere. Como coloca DeLanda, o nome

do conceito é um tanto infeliz porque conota algo emocional e apesar da capacidade dos humanos (e outros animais) de serem afetados emocionalmente existir, as emoções não têm monopólio dos afetos (DELANDA, 2019).

Inspirando-se nos escritos de Baruch Spinoza sobre afetividade, Deleuze e Guattari conceituam o afeto como uma “qualidade corporal incorpórea ou imperceptível que tem uma capacidade potencial de confundir a lógica social e perfurar a interpretação cultural”. Segundo eles, o afeto indica o estado de um corpo afetado por outro corpo e afetar por outro lado, sinaliza a passagem de um estado para outro, uma duração inexorável e uma intensidade implacável que pode aumentar ou diminuir o volume e amplificar ou reduzir o poder de ação (DELEUZE; GUATTARI, 2013). Hickey-Moody e Malins, pontuam o caráter objetivo e primário do afeto ao argumentarem que ele é sentido antes de ser pensado, que é aquilo que tem um impacto visceral no corpo antes que lhe seja dado um significado subjetivo ou emotivo. Pensar através do afeto, segundo elas traz à tona a capacidade sensorial do corpo, o que, portanto, faz com que afeto seja muito diferente da emoção que é uma resposta corporal subjetiva a um encontro. A emoção vem depois, como uma classificação ou estratificação do afeto (HICKEY-MOODY; MALINS, 2008). Nesse sentido Picon coloca que:

De natureza muito mais física, eles (os afetos) denotam uma mudança de intensidade que diz respeito tanto ao corpo quanto ao espaço e ao tempo circundantes. Nessa perspectiva, os afetos representam uma forma mais primitiva de experiência que as emoções. Ao contrário das emoções que pressupõem uma interioridade psicológica localizada, os afetos parecem ligados a um tipo de condição superficial genérica (PICON, 2013).

As capacidades não simbólicas, também chamadas de capacidades pré-reflexivas não envolvem o uso da linguagem e são partilhadas com os outros animais em diferentes graus (principalmente com os vertebrados e em maior grau com os cetáceos e com outros primatas de grande porte). Apesar de não utilizar a linguagem, isso não significa que essas capacidades sejam incapazes de identificar mensagens do seu meio. Pelo contrário, elas estão sempre identificando essas mensagens através da incorporação de significados. Por sua vez, esses significados são extremamente importantes para a formação da identidade e da subjetividade de um ser humano. Portanto, as análises buscadas aqui visam avaliar a intensidade de que cada iteração é capaz de transmitir de uma determinada expressão ou significado incorporado.

Desde o Renascimento até os dias de hoje, existe dentro e fora do campo do Design uma hegemonia da forma de pensar e fazer alinhada as capacidades

simbólicas. Apesar dessa hegemonia, desde o final dos anos de 1980, a academia em geral vem mudando a atitude em relação as capacidades não simbólicas, o que vem fazendo com que a forma de cultura alinhada a ela venha emergindo como um tópico por si só nas ciências sociais (KNAPPETT, 2005).

No campo do Design esse resgate das capacidades não simbólicas acredita que um processo que inclua essas capacidades pode gerar uma produção de Design mais criativa, inovadora e conectada com a realidade e por isso mais ética. Além disso, para alguns pesquisadores, por contribuir com a formação da identidade e da forma de pensar, incluir esses estímulos na produção do Design é uma forma da profissão transformar o mundo. Isso não significa negar a importância das capacidades simbólicas, mas o uso indiscriminado do significado linguístico no processo do Design pode limitar as possibilidades de novas relações entre o Design, os seres humanos e o mundo.

1.1. Problema, Questões Norteadoras e Hipótese

Nesse contexto, o que se percebe no campo do Design Digital¹ é que as pesquisas que investigam a aplicação de algum tipo de técnica de máquina de Aprendizado Profundo apresentam problemas relacionados a réplica de métodos de outras áreas de maneira isolada sem considerar as particularidades dos processos de Design e das capacidades que estão sendo replicadas.

Como forma de solucionar esse problema, pesquisadores envolvidos nessa área, apontam para a necessidade de se buscar conhecimentos dentro e fora do Design para informar esses processos. Nesse sentido, Llach explica que métodos computacionais sempre funcionaram em conjunto com outros domínios do conhecimento e que essa abertura conceitual impõe demandas críticas a essas práticas, já que elas nunca estão contidas com segurança em um balde disciplinar ou metodológico (LLACH, 2021). Steinfeld vê essa busca como uma maneira de desenvolver novas competências necessárias para os designers, além de gerar novas alianças entre o Design e outras disciplinas (STEINFELD, 2021). Assim, o problema identificado é que sem um embasamento teórico, essas técnicas acabam se limitando a um exercício fantasioso e ingênuo de automação de Design.

A partir desse problema a pesquisa define as seguintes questões norteadoras: quais e como embasamentos teóricos do Design e de outras áreas

¹ O campo do Design Digital engloba diversos modelos de Design como o próprio Design Digital, o Design Paramétrico, o Design Computacional e o Design Computacional Generativo.

podem informar os processos de Design que visam incluir essas demandas não simbólicas computacionalmente? Fora essa pergunta principal, a pesquisa também questiona: como o papel do designer vai ser modificado com a facilitação da inclusão de mais demandas nos processos de Design através das técnicas de Aprendizado Profundo? E qual o impacto da inclusão das demandas não simbólicas humanas na produção do Design?

Levando em conta que a pesquisa parte da interseção do tema da inclusão de agências não simbólicas no Design e da utilização das técnicas de Aprendizado Profundo no Design Computacional, a primeira tarefa aqui foi buscar qual áreas do conhecimento poderiam embasar o trabalho. Assim, buscou-se em pesquisas similares anteriores quais áreas do conhecimento haviam sido adotadas.

O estudo da inclusão de agências não simbólicas é um tema antigo no campo do Design. Por exemplo, no século XVIII, considerados como neoclassicistas radicais, Claude-Nicolas Ledoux e Étienne-Louis Boullée, defendiam que a disciplina devia fortalecer o seu posicionamento antes da linguagem relacionando composições formais com as sensações primárias, mas sem rejeitar as relações simbólicas (PICON, 2021; VIDLER, 1990). Também pode-se citar o trabalho de professores precursores da Bauhaus, como Mohogy Nagy e Joseph Albers que estudaram e expandiram o conhecimento sobre o tema no início do século XX. Mais tarde, após os anos de 1950, diferentes grupos se basearam em diferentes linhas filosóficas para direcionar os seus processos para uma reaproximação com a percepção não reflexiva humana. Aqui, pode-se citar a adoção da fenomenologia por Norberg-Schulz e Pallasmaa (NORBERG-SCHULZ, 1965; PALLASMAA, 2011) e o realismo materialista adotado por Shin Takamasu e Shinohara (BROTT, 2016).

Associada à computação a inclusão das agências não simbólicas começa a ser debatida nos anos de 1960 com os estudos da gramática da forma de Knight e Stiny (KNIGHT, 1981; STINY, 2022). Ainda hoje, a gramática da forma ainda se associa à inclusão das agências não simbólicas como pode-se observar nas pesquisas de Arpak e Gun, por exemplo (ARPAK, 2008; GUN, 2016). Além dessas abordagens ligadas a gramática da forma, os trabalhos dos pioneiros do Design Digital dos anos de 1990, como o de Greg Lynn e Spuybroek (LYNN, 1993; SPUYBROEK, 2013) são considerados marcos dessa associação. Desde então, a busca por um Design computacional influenciado pelos afetos humanos vem surgindo em pesquisas teóricas (INGRAHAM, 2005; PICON, 2021; VIDLER, 2002) e práticas (AHLQUIST, 2020a; ALVES, 2014; ANDRASEK, 2018; SNOOKS, 2016; WISCOMBE, 2019).

Cada um desses trabalhos destacados utiliza diferentes referências teóricas para embasar o estudo da interseção entre a inclusão da agência não simbólica e a computação no Design. Entre essas bases podem-se citar diferentes linhas da psicologia e da neurociência, as teorias cibernéticas, diferentes correntes filosóficas (fenomenologia, Materialista realista, OOO), teoria estética, biologia, na própria teoria do Design entre outras.

Com isto posto, as áreas do conhecimento selecionadas para embasarem essa pesquisa foram escolhidas devido a familiaridade de conhecimento prévio do autor e a complementaridade entre elas. Portanto, essa pesquisa parte da hipótese de que embasamentos teóricos da teoria filosófica Pós-humana, da neurociência Conexionista e das teorias de Fundamentos do Design associadas as técnicas de aprendizado de máquina profundo podem guiar e possibilitar a inclusão de estímulos não simbólicos na síntese da forma em processos de Design de maneira consistente.

1.2. Objetivo

O objetivo deste trabalho é compreender como a inserção de novas técnicas, propiciadas pelas máquinas de Aprendizado Profundo associadas a uma fundamentação teórica específica, vão propiciar a inclusão de estímulos humanos não simbólicos que não eram inseridas computacionalmente na síntese da forma em processos de Design Computacional Generativo. Esse objetivo geral foi desmembrado nos seguintes objetivos específicos:

A) Organizar aspectos-chave sobre o Design Computacional Generativo e sua relação com as técnicas de Aprendizado Profundo.

B) Apresentar o conceito de Pós-humano, sua perspectiva sobre as capacidades humanas não simbólicas e a sua aplicação no Design.

C) Apresentar a linha da neurociência Conexionista, sua perspectiva sobre as capacidades humanas não simbólicas e a sua aplicação no Design.

D) Apresentar a linha não universalista da Teoria de Fundamentos do Design, sua perspectiva sobre as capacidades humanas não simbólicas e a sua aplicação no Design.

E) Propor uma estrutura metodológica conceitual para processos de Design Computacional Generativo que utilizem ferramentais de Aprendizado Profundo.

F) Implementar, apresentar os resultados e avaliar um experimento que testa a utilização de uma técnica de máquina de aprendizado profundo.

G) Organizar uma visão geral das discussões levantadas ao longo da tese e identificar as contribuições, limitações e as oportunidades para o futuro da pesquisa.

1.3. Metodologia

Para essa pesquisa, compreender e incluir os estímulos, ou agências² não simbólicas, na forma da produção do Design de maneira consistente, significa entender o que essas capacidades são, como elas funcionam, como elas podem ser operadas para serem incluídas na forma, como isso impacta a produção do Design; bem como entender em que contexto metodológico processual e com que ferramentas essas inclusões podem ser atingidas. Nesse sentido para atingir esse objetivo, a pesquisa propõe a elaboração de um conjunto de noções; de uma estrutura metodológica conceitual; e de um experimento prático que verifique o funcionamento da avaliação através de máquinas de Aprendizado Profundo. Esses três itens partem do estado da arte da interseção entre o Design Computacional Generativo e as técnicas de Aprendizado Profundo e se baseiam nos conhecimentos Pós-humanos, da neurociência Conexionista e das teorias de Fundamentos do Design.

O trabalho adota como base metodológica a pesquisa exploratória de natureza qualitativa. O caráter exploratório da pesquisa se justifica uma vez que há poucos estudos publicados sobre a interseção entre a utilização de máquinas de Aprendizado Profundo no Design e a inclusão de agências não simbólicas na forma; e que o objeto de estudo é um fenômeno recente. Esse tipo de pesquisa permite compreender os agentes e pensamentos envolvidos no ato de projetar, contribuindo para a geração de um conhecimento relacionado à sua fundamentação teórica (GERHARDT; SILVEIRA, 2009) e também a implementação prática para a solução de problemas do mundo real (LUKKA, 2003).

O trabalho se divide em três partes, notadamente: a etapa de fundamentação teórica, de elaborações propositivas e de procedimentos práticos experimentais. Na fundamentação teórica foram conduzidas revisões bibliográficas com o objetivo de identificar, avaliar e sintetizar o corpo de conhecimentos disponível. Na condução desta primeira etapa a literatura foi

² O termo “agências não simbólicas” vem da noção de que quando as capacidades não simbólicas são incluídas na forma de um design, elas atuam como influenciadores ou agentes da síntese da forma de um projeto de Design.

organizada em quatro eixos temáticos: Design Computacional Generativo e as máquinas de Aprendizado Profundo; Pós-humano e as capacidades humanas não simbólicas no Design; Neurociência e as capacidades humanas não simbólicas no Design; e Teoria de Fundamentos do Design e as capacidades humanas não simbólicas no Design. Assim, essa etapa investiga o contexto e o estado da arte da relação entre o Design Computacional Generativo e as técnicas de Inteligência Artificial; bem como, busca como as disciplinas selecionadas podem informar o processo proposto na pesquisa.

Entendimentos acerca do Design Computacional Generativo foram vitais para a seleção de uma estrutura metodológica conceitual que servisse como ponto de partida para as adaptações propostas na pesquisa, bem como para compreender como as ferramentas de inteligência artificial podem ser utilizadas para incluir agências humanas não-simbólicas na síntese da forma em processos de Design Computacional Generativo. Além disso, essa etapa foi instrumental para identificar os caminhos que outros pesquisadores interessados em investigações semelhantes vêm trilhando.

O segundo eixo temático introduz o conceito de Pós-humano e a sua perspectiva sobre as capacidades humanas não simbólicas aplicadas no Design. O Pós-humano é uma concepção historicamente específica de subjetividade atrelado ao seu contexto em constante mudança que ocorreu aproximadamente na década de 1930 até o presente (HAYLES, 1999). Segundo essa forma de pensar e entender o mundo, todos os entes são formados por uma rede de relações que são informadas por outras formas de conhecimento que não apenas as que vem da mente humana (VOYATZAKI, 2018b). Para o Pós-humano, as capacidades não simbólicas são uma maneira dos seres humanos se conectarem a qualquer ente no mundo de maneira direta. O Pós-humano engloba uma vasta gama de posições que muitas vezes defendem políticas de agendas diametralmente opostas. Entre essas linhas teóricas, essa pesquisa examina a teoria Pós-Humana Crítica desenvolvida pela filósofa Rosi Braidotti. Para o Design, as ideias do Pós-humano são um caminho para instrumentalização da reconceptualização e da transformação do ambiente construído (GORNY, 2018) sobre uma perspectiva mais inclusiva e baseada na realidade ao invés de uma baseada em convenções.

O terceiro eixo temático contextualiza a pesquisa em relação ao campo da neurociência, principalmente da corrente Conexionista e apresenta a sua perspectiva sobre as capacidades humanas não simbólicas no Design. A neurociência é o estudo científico do sistema nervoso (cérebro, medula espinhal

e sistema nervoso periférico) e de suas funções. Desde o final dos anos 1980, uma série de estudos científicos, possibilitados principalmente por técnicas de imagem e varredura, vem revolucionando esse campo ao desvendar como e porque o cérebro funciona da maneira que funciona. Parte significativa do que a neurociência nos mostra hoje reforça as ideias que as capacidades não simbólicas ou pré-reflexivas são responsáveis por grande parte da forma como percebemos e agimos no mundo; bem como, pela formação do cérebro e assim pela forma como os humanos pensam. Nesse sentido, diversas áreas do conhecimento vêm se associando a essa área para compreender como o cérebro humano se relaciona com os seus objetos de estudo.

O quarto eixo temático contextualiza a pesquisa em relação às Teorias de Fundamentos do Design e apresenta a sua perspectiva sobre as capacidades humanas não simbólicas no Design. As teorias de fundamentos do Design não universalistas têm por objetivo inventar e organizar o conteúdo visual a partir de um arcabouço descritivo comum. Elas possuem as suas origens associadas a instituições de ensino como a Bauhaus na Alemanha e a Vkhutemas na antiga União Soviética. Apesar de muitos associarem essas teorias a uma visão universalista que acredita na criação de um arcabouço descritivo e interpretativo comum e fixo, hoje muitos professores, pesquisadores e praticantes utilizam uma visão não dogmática dessas teorias que reconhece que cada projeto precisa desenvolver e constantemente atualizar uma taxonomia que articule forma e significado.

O levantamento bibliográfico do primeiro eixo foi realizado por meio de consultas a bases de dados específicas da área do Design Computacional. A pesquisa começou utilizando o banco de dados da biblioteca virtual *cumulative index of computer aided architectural design* (CumInCAD) e alguns periódicos importantes das áreas de metodologia de projeto e computação no Design, como *Design Studies*, *IJAC*, *ITCON* e *Automation in Construction*. Através desse primeiro canal, foram sendo identificados autores e publicações que desencadearam buscas mais específicas sobre o tema.

O levantamento bibliográfico do segundo, terceiro e quarto eixos partiu de autores já conhecidos do autor, como Gilles Deleuze, Baruch Espinoza, Manuel DeLanda, Sanford Kwinter, Gail Greet Hannah entre outros. Em um segundo momento, consultas a bases de dados mais gerais como o Web of sciene, Scopus e ResearchGate foram utilizados para identificar outras publicações. Em todas as pesquisas foram priorizados materiais revisados por pares, e publicados em periódicos e congressos de qualidade reconhecida.

Aqui é importante colocar que, apesar dessa pesquisa estar inserida dentro do contexto do Design Industrial, a literatura utilizada aqui foi majoritariamente obtida do Campo da Arquitetura. Isso se deve ao fato dessa disciplina possuir mais trabalhos sobre a computação e a Inteligência Artificial; além do autor ser familiarizado com esse campo. Nesse sentido, essa pesquisa busca, de certa maneira, transferir esse conhecimento do campo da Arquitetura para o campo do Design de produto.

A etapa de elaborações propositivas visa organizar um conjunto de noções e diretrizes; além de uma estrutura metodológica conceitual de processo de Design para informar e contextualizar a inclusão de agências não simbólicas através de componentes de análise gerados por técnicas de Aprendizado Profundo. A organização das noções e diretrizes parte dos conhecimentos coletados na fase de fundamentação e a metodologia proposta é gerada através dessa organização.

A etapa de procedimentos prático experimentais testa a utilização de uma técnica de Máquina de Aprendizado Profundo na avaliação da intensidade de um significado incorporado. Especificamente, o critério da análise envolve a identificação da intensidade de ativação de um espaço negativo, de movimento e de equilíbrio visual de um grupo de iterações geradas computacionalmente. Assim, o experimento verifica se essa técnica é capaz de replicar as avaliações do designer sobre as formas geradas computacionalmente. O experimento é moldado de acordo com a organização das noções organizadas anteriormente.

Os experimentos aqui se associam ao ramo da disciplina chamada de Design experimental que se preocupa em abrir novos caminhos ao desafiar práticas convencionais e consolidadas da disciplina através do desenvolvimento de ferramentas e metodologias de Design inovadoras. Essas aplicações são práticas de pesquisa capazes de desenvolver paradigmas alternativos, redefinindo os materiais, ferramentas e limites do Campo (ARMSTRONG, 2020). É importante esclarecer desde já, que a ideia aqui não é simular um projeto real, mas sim uma versão simplificada. A utilização das ferramentas investigadas em um projeto mais complexo seria parte de uma etapa futura da pesquisa. As bases técnicas para os experimentos foram em grande parte influenciadas por workshops organizados por congressos internacionais em que o autor participou como o *Design Space Construction* do ACADIA 2017; *Constructing Cognition* do ACADIA 2020; *Complex City* do Digital Futures 2020; *Latent Morphologies: Disentangling Design Spaces* do ACADIA 2021; e do *AI in Design: Simulating Subjective Evaluation with Neural Networks* do CAADRIA 2021.

1.4. Estrutura

O conteúdo deste trabalho é distribuído em oito capítulos. Este primeiro capítulo, de caráter introdutório, apresenta o tema, as oportunidades, o problema, as questões norteadoras, a hipótese, os objetivos, a opção metodológica para a condução da pesquisa, bem como a sua estrutura, as suas contribuições e a sua justificativa.

O Capítulo 2 investiga como a introdução de máquinas de Aprendizado Profundo podem facilitar a inclusão de agenciamentos na síntese da forma em processos de Design. Para isso, o capítulo é dividido em três seções: a primeira se aprofunda na questão da agência no Design; a segunda traz a contextualização do ambiente em que a introdução dessas novas ferramentas de Aprendizado Profundo vem sendo introduzidas no Campo do Design; e a terceira apresenta o estado da arte das pesquisas que estudam a interação entre o Design e a IA, em especial aquelas que focam na expansão de agenciamentos em processos de Design Computacional Generativo pelas técnicas de Aprendizado Profundo (ANDRASEK, 2019; MONDAL, 2021; NEWTON, 2021; PENG; ZHANG; NAGAKURA, 2017; STEINFELD et al., 2019). O capítulo termina apresentando e discutindo o direcionamento, a linha teórica, a abordagem e o modelo de Design adotados na tese, bem como definindo uma síntese das contribuições e as conclusões relevantes para o prosseguimento da pesquisa.

O Capítulo 3 apresenta uma contextualização do conceito de Pós-humano, a perspectiva da linha Pós-humana Crítica sobre o que são, como funcionam e como as agências humanas não simbólicas podem ser operadas para serem incluídas na síntese da forma em processos de Design. No final, discutiu-se sobre a relevância da inclusão de estímulos capturados por essas capacidades no Design.

O Capítulo 4 apresenta uma contextualização da relação entre a neurociência e o Design, a perspectiva da neurociência Conexionista sobre o que são as capacidades humanas não simbólicas, como elas funcionam e como elas podem ser agentes na síntese da forma em processos de Design. No final, discutiu-se sobre a relevância, segundo a neurociência, da inclusão dessas agências no Design.

O Capítulo 5 apresenta uma contextualização das teorias de fundamentos do Design, a perspectiva delas sobre o que são as capacidades humanas não simbólicas, sobre como elas funcionam e como elas podem ser agentes na síntese

da forma em processos de Design. No final, discutiu-se sobre a relevância, segundo essas teorias, da inclusão dessas agências no Design.

O Capítulo 6 organiza um conjunto de noções e diretrizes; e elabora uma estrutura metodológica conceitual para a inclusão de estímulos não simbólicos através de técnicas de Aprendizado Profundo em processos de Design Computacional Generativo. Primeiro, o capítulo apresenta as diretrizes, depois é apresentada uma visão da metodologia geral, para depois focar nas demandas humanas não simbólicas e na criação dos componentes de análise.

O Capítulo 7 apresenta, analisa e discute a implementação de um procedimento prático experimental. O capítulo é dividido em três seções, onde a primeira contextualiza o experimento, apresentando brevemente a sua base teórica e técnica; a segunda descreve e apresenta o experimento e os seus resultados; e a terceira traz uma discussão sobre o resultado.

O Capítulo 8 reúne uma síntese de todos os pontos levantados, a identificação das contribuições, ideias para próximos passos e as limitações da pesquisa. Além disso, é apresentada uma discussão a respeito da hipótese, do objetivo e das questões norteadoras formuladas no início da pesquisa.

1.5. Contribuições e Justificativa

De maneira geral, acredita-se que esse trabalho contribui com a prática e a teoria do Design trazendo uma contextualização e um direcionamento para o campo em um momento de muitas transformações. Ela entrelaça dois temas atuais e significativos para o campo do Design. De um lado, ela se insere nos esforços para que o Design seja um instrumento de transformação da sociedade na direção de uma produção mais inclusiva através da inclusão das capacidades humanas não simbólicas. E de outro, ela busca conhecimentos que preparem os designers para as transformações que a computação no Design vem sofrendo com a incorporação de técnicas de Aprendizado Profundo.

Apesar desses temas (a inclusão de agências não simbólicas e a computação no Design) já terem sido extensamente trabalhados no campo do Design, esse trabalho se diferencia ao atualizar a prática da computação do Design incluindo a recente introdução das técnicas de Aprendizado Profundo e ao se embasar em três fontes de conhecimentos específicas, notadamente a teoria Pós-humana, a neurociência Conexionista e a Teoria de fundamentos do Design.

Apesar de curta, a história da teoria do Design Digital, é cheia de momentos em que a introdução de uma nova ferramenta tecnológica, somada ao seu

contexto cultural e social, resulta em ajustes e transformações de como se pensa e como se pratica o Design. Assim, entender como os modelos de Design são impactados pela coprodução de forças tecnológicas, culturais e sociais é um tipo de investigação do Design que vem se tornando cada vez mais relevante devido as constantes transformações do mundo de hoje. Compreender a relação entre essas forças e os modelos de Design é uma forma que o campo utiliza para “tornar-se mais conscientes do potencial que temos em mãos e assumi-lo” (NATIVIDADE, 2010).

O funcionamento das esferas não simbólicas nos humanos acontece de maneira tão automática que muitas a sociedade ocidental esquece de como elas são importantes. A todo momento, os seres humanos são bombardeados com uma infinidade de informações do seu meio através das suas capacidades não simbólicas. Essas informações não são apenas processadas pelo cérebro para regular as atividades não voluntárias do corpo, mas também são processadas em significados incorporados que conectam os humanos ao mundo de maneira direta sem o uso da linguagem. Apesar de vitais para a humanidade e sua evolução, o foco exagerado nas capacidades simbólicas em processos do Design acaba por limitar a prática a predeterminações que limitam e muitos vezes se desconectam da realidade do mundo. Em contrapartida, as capacidades não simbólicas operam através de encontros afetivos virtualmente infinitos e cujos significados são sentidos sem intermediários.

Fora isso, além de significados incorporados, essas ricas trocas com o meio são extremamente influentes na formação da estrutura cerebral humana e assim, na forma como um indivíduo se comporta e pensa. Portanto, em última instância, para o Design, atentar para como as capacidades humanas não simbólicas podem ser agentes na síntese da forma do Design pode indicar um caminho para a transformação de como a sociedade pensa e se relaciona com o mundo.

2 Inclusão de agências através das máquinas de aprendizado profundo no Design

Esse capítulo investiga como a introdução de máquinas de Aprendizado Profundo podem facilitar a inclusão de agenciamentos na síntese da forma em processos de Design, em especial aqueles ligados as agências humanas não simbólicas. Para isso, o capítulo é dividido em três seções: a primeira se aprofunda na questão da inclusão de agências no Design; a segunda traz a contextualização do ambiente em que a introdução dessas novas ferramentas de Aprendizado Profundo vem sendo introduzidas; e a terceira apresenta o estado da arte das pesquisas que estudam a interação entre o Design e essas técnicas na inclusão de agências humanas não simbólicas. O capítulo termina apresentando a abordagem e o modelo de Design adotados na tese, bem como definindo uma síntese das contribuições e as conclusões relevantes para o prosseguimento da pesquisa.

2.1. Agenciamento e o Design Digital

Até chegar ao seu estágio atual, a curta história do Design Digital sofreu muitas transformações e uma forma de entendê-las é analisar quais agências foram consideradas ao longo dessas mudanças. Assim, essa seção visa investigar como a inclusão de agências se deu ao longo do desenvolvimento desse ramo do Design. Baseando-se principalmente na divisão das duas fases do desenvolvimento do Design Digital sugeridas pelo professor Mario Carpo (CARPO, 2017) e na percepção das recentes transformações que a área vem sofrendo nos últimos anos, as análises serão separadas em três momentos distintos, notadamente: a primeira revolução Digital, a segunda revolução digital e a fase atual. Antes de qualquer coisa, é preciso apresentar o conceito de Pós-humano e de sua visão sobre agência que será utilizada aqui.

O conceito de Pós-humano é fruto da convergência entre a crescente oposição ao pensamento antropocêntrico e humanista europeu e pode ser percebido pelo desenvolvimento de vários movimentos e escolas de pensamento que orbitam em torno dele. Segundo Hayles, o termo Pós-humano “serve para descrever um fenômeno histórico que ocorreu em ideias sobre o ser humano

desde aproximadamente a década de 1930 até o presente” (HAYLES, 1999). Foi a partir desse período, que desenvolvimentos nas mais diversas áreas do conhecimento acumulados ao longo do século XX começaram a desmontar a herança Iluminista de ênfase na autonomia, racionalidade e individualidade. Portanto, esse desmonte e conseqüente mudança da forma de pensar da sociedade ocidental, não acontece de uma hora para outra, mas sim, através de uma gradual reconcepção historicamente específica de subjetividade atrelada ao seu contexto em constante mudança (HAYLES, 1999).

Com uma perspectiva não hierárquica que não concede primazia aos seres humanos, o Pós-humano articula as condições para uma epistemologia preocupada com a experiência não humana como local de conhecimento. Ou seja, o Pós-humano é uma forma de compreender e agir que deixa de priorizar somente a agência humana e reconhece que essa agência trabalha junto com a força de outros agentes como animais, plantas, estruturas naturais e artefatos inanimados. Nesse sentido, uma visão diferente sobre o conceito de agência é central para compreender como tudo aquilo que não é humano é afetado e afeta a dinâmica do mundo.

A teórica política Jane Bennett, define o termo “agência” como “a capacidade de agir de forma a produzir resultados particulares” (BENNETT, 2010). Segundo ela, enquanto a maioria das teorias sociais atribui agência apenas a capacidades humanas, ela e outros teóricos Pós-humanos tendem a enfatizar a agência e a capacidade de resposta do não-humano e da matéria (BENNETT, 2010). Isso parte da ideia de que “coisas e forças não humanas moldam ativamente os corpos que encontram, incluindo os humanos” e sugere que “em muitos casos, as intenções humanas, esforços ou atividades deliberadas não são os principais operadores” (FERRANDO, 2019).

Esse tipo pós-humano de agência envolve diferentes modalidades de existência e significado e a operação através de diferentes estratégias de encontro e relacionalidade, em vez de assimilações (FERRANDO, 2019). Ou seja, essas estratégias não obedecem a nenhum dualismo ontológico que separe a mente do corpo e um ente e o mundo. Nesse enquadramento, o ser humano, ou tudo o que existe pode ser compreendido como formados por redes de energias, alianças, matéria e perspectivas ao longo do tempo. Essas redes ligam um ente a quaisquer outras formas de existência, por meios materiais distintos e, possivelmente, em diferentes dimensões quânticas, em uma radical ressignificação do que é a existência de um ser (FERRANDO, 2019).

Na vida de uma pessoa, essas ideias inspiram uma consciência existencial que ultrapassa a noção de um devir unidimensional atingindo uma percepção de continuidade que se tem com o mundo. Assim, pode-se dizer que a prática Pós-humana pede que se vislumbre as redes de alianças e filiações em diferentes espaços e tempos e seus impactos (FERRANDO, 2019). Nesse sentido, pode-se dizer que o viver passa a ser experimentar as melhores redes de alianças numa perspectiva colaborativa com outros entes.

Aplicada ao Design, essa perspectiva subverte a ideia da prática processual ser centralizada no designer humano para um processo que partilha a agência da síntese da forma com outros entes. Essa compreensão coloca o designer em uma posição onde ele é parte de um contínuo com diversos entes ou forças humanas ou não humanas que juntos atuam como coautores de projetos. Em outras palavras, o trabalho do designer aqui é comparável ao de um maestro que organiza composições de forças de diversos entes e busca um equilíbrio para a integração geral delas.

Malafouris explica que a agência e a intencionalidade podem até não ser propriedades das coisas, mas também não são uma propriedade dos humanos. Para ele: “Elas são propriedades de um engajamento material, isto é, da zona cinzenta onde cérebro, corpo e cultura se fundem” (MALAFOURIS, 2008). Para Albena Yaneva, na agência de um projeto “não existem apenas seres humanos e grupos humanos, mas também agentes naturais e técnicos; indivíduos e instituições: vigas e sonhadores, engenheiros e estudantes protestantes, políticos e partes de telhado” (YANEVA, 2016) que imprimem intenções em um projeto. Ela explica que antes e depois de construído, um prédio por exemplo, sempre pode ser compreendido como parte de uma ecologia composta por diversos agentes que afetam e são afetados, como pode-se observar na citação abaixo:

Um edifício não é uma entidade estática composta de símbolos, mas um fluxo de trajetórias. A arquitetura é feita de dramas de design e construção. É composto de forças e eventos; de diferentes materiais e texturas; das vozes discordantes de seus criadores; de qualidades e substâncias; de ruídos de transeuntes; e de acidentes. Um edifício não é uma forma, mas um mapa de todas essas trajetórias fluidas. Não é uma materialidade estável, mas um tecido que muda de acordo com velocidades diferentes. Não é um meio de atividades, mas uma plataforma de navegação. (YANEVA, 2016)

Historicamente, mesmo que de maneira implícita, a questão da agência do Design na grande maioria das vezes foi tratada por um viés centrado na mente do designer humano, que como Ahlquist coloca, a agência do Design é ainda hoje a agência do designer (AHLQUIST, 2019). O conceito de Pós-humano e a sua forma

de agência entraram há relativamente pouco tempo no Campo do Design, principalmente através de ideias vindas da teoria cibernética e da filosofia de Gilles Deleuze.

O foco na mente humana remete a uma concepção moderna de subjetividade e um modelo de pensamento hilomórfico, que no Design se traduz em projetos baseados em modelos e princípios desenvolvidos no domínio da teoria e focados principalmente nas intenções do designer (DOUCET; CUPERS, 2009). O modelo hilomórfico, considerado hegemônico, pressupõe a centralidade de um autor humano que atua como uma agência externa agindo sobre uma matéria vista como fundamentalmente passiva e inerte.

Em oposição ao modelo hilomórfico hegemônico do Design, o modelo morfogênico digital possibilitada pelo modelo de Design Computacional Generativo, representa um caminho para alinhar o processo do Design a uma forma de pensamento ligada as ideias de continuidade e dinâmica do mundo da concepção Pós-humana. Assim, este modelo sustenta a ideia de que as coisas (formas, pensamentos e práticas) emergem como eventos produzidos pela agência de diferentes entes (sendo estes humanos e não humanos) agindo sobre a matéria em qualquer momento de sua contínua variação (MARENKO; BRASSETT, 2015).

Baseado em processos naturais, a morfogênese digital compreende primordialmente conceitos da teoria da evolução e da teoria da morfogênese natural. Apesar de se inter-relacionarem, enquanto na natureza podemos distinguir o processo morfogênico do evolutivo mais claramente, na morfologia artificial esses processos são indissociáveis.

Na natureza, a morfogênese é a sequência de eventos biológicos que definem o desenvolvimento de um organismo, da sua geração inicial a um sistema maduro. Ela gera uma organização complexa de forma e estrutura através da interação entre capacidades intrínsecas ao sistema com forças e influências externas (MENGES; AHLQUIST, 2011a). A evolução é o aspecto central do Design da natureza. Segundo ela, indivíduos da mesma espécie possuem variações genéticas e diferentes características entre si. Indivíduos que possuam características hereditárias que contribuam mais para a sua sobrevivência se tornam mais comuns numa população, enquanto características prejudiciais tornam-se mais raras (MENGES; AHLQUIST, 2011a). Juntas, a morfogênese e a evolução provem uma abrangente e intrincada concepção da formação e do funcionamento de sistemas naturais (MENGES; AHLQUIST, 2011a).

Já a morfologia digital, compreende vários processos geradores da forma que resultam em uma configuração indissociável do ponto de vista da lógica material e construtiva. Semelhante a natureza, ela envolve dois tipos de processos: o desenvolvimento do indivíduo (ligado a morfogênese natural) e a evolução do sistema gerador ao longo das gerações de populações de indivíduos (ligado a evolução) (MENGES, 2011). Assim a morfogênese digital pode ser entendida como um processo que emula ao mesmo tempo o desenvolvimento morfogênico de um organismo e a evolução de uma população.

A ideia de morfologia digital associada a modelos de Design Computacional Generativo vem ao longo do tempo conseguindo expandir o número de agências e da resolução das relações entre Design e agentes. Nesse sentido, cada avanço desses é um passo a mais na direção de livrar o campo do Design de modelos representacionais baseados na cultura simbólica. Segundo Oxman e Oxman, desde a sua pré-história o Campo do Design Digital “buscou fugir da representação como modelo dominante operacional e lógico da geração da forma no Design” (OXMAN; OXMAN, 2014). Assim, o campo foi adaptando tecnologias disponíveis de outras áreas num esforço para evitar modelos prontos e predeterminações através da inclusão de outras agências que não somente as do designer ou das advindas da mente humana.

Para analisar a mudança de foco das agências consideradas ao longo da história do Design Digital, serão utilizadas três categorias que indicam a modalidade de cada agência, o tipo de capacidade e a fase do Design que essas agências atuam.

Um agente pode ser uma unidade absoluta ou pode ser composto por uma unidade formada por outras unidades. As unidades absolutas podem ser de natureza orgânica ou inorgânica. As modalidades orgânicas incluem todos os seres vivos do reino da natureza e os inorgânicos englobam qualquer ente que não é considerado “vivo” em termos biológicos. Enquanto no conjunto da natureza orgânica, o gênero classifica os entes em sencientes e não sencientes, no conjunto inorgânico só existem modalidades não sencientes³. No conjunto orgânico senciente, os entes são divididos em humanos e não humanos. E no conjunto inorgânico não senciente, os entes são divididos em vegetal, fungi, protista, monera e animais não sencientes. Já no conjunto inorgânico, onde todos

³ Seres sencientes são aqueles que possuem um sistema nervoso central. Nenhum outro ser vivo além dos animais possui um sistema nervoso e a posse de um sistema nervoso central é o que permite que os animais tenham experiências. Contudo, alguns animais não possuem um sistema nervoso (poríferos como as esponjas) ou não possuem um sistema nervoso centralizado (cnidários como anêmonas, hidras e corais; e equinodermos como as estrelas do mar).

os indivíduos são não sencientes, os entes são divididos nas modalidades natural e artificial.

A partir dessas modalidades de primeiro nível, outras se formam de maneira híbrida ou apenas coletiva, onde a modalidade dos entes é a mesma. Nesse sentido, um agente da modalidade humana pode ser um indivíduo (como um arquiteto, um engenheiro, um empreiteiro, um cliente, um prefeito), um coletivo de humanos (a comunidade, um público, a nação), ou formar um agente híbrido com outras modalidades. As modalidades híbridas são formadas por dois ou mais entes de diferentes modalidades configurando um novo agente com novas propriedades e capacidades.

Cada agente possui diferentes propriedades que por sua vez podem se atualizar em uma infinidade de capacidades que possibilitam que eles afetem e sejam afetados por outros entes. Para essa seção será necessário fazer apenas a distinção entre dois grandes tipos de capacidades: as capacidades simbólicas e as não-simbólicas (ou materiais). Enquanto as capacidades simbólicas envolvem representações, as capacidades materiais são baseadas nas experiências com a materialidade e pautadas pela identificação de afetos (DELANDA, 2019). As capacidades simbólicas estão associadas a propriedades, únicas na natureza, de abstração dos seres humanos. Assim, enquanto todos os agentes possuem capacidades não simbólicas, somente agentes humanos ou máquinas inteligentes isoladamente ou em assemblagens possuem capacidades não simbólicas.

A outra classificação distingue a etapa da vida do Design em que cada agente mantém contato com o artefato em si. Aqui será empregada uma adaptação da classificação trabalhada no artigo “Estética afetiva por trás da Arte e da Arquitetura: Deleuze, Francis Bacon e o pássaro caramanchão de Vogelkop” (*Affective Aesthetics beneath Art and Architecture: Deleuze, Francis Bacon and Vogelkop Bowerbirds*). Baseado nas ideias de Deleuze sobre o trabalho de Francis Bacon expressas no livro: “A lógica da sensação” (DELEUZE, 2017), nesse artigo, Gökhan Kodalak separa os agentes de uma obra de arte em três grupos, que serão chamadas aqui de assemblagem da produção, assemblagem do objeto e assemblagem da recepção (KODALAK, 2018).

Assim, o primeiro grupo de agentes é formado pelos entes ligados a produção. Esse grupo pode ser formado por um ou mais designers, consultores, ferramentas, máquinas e até pelo espaço onde o projeto é trabalhado, por exemplo. Kodalak frisa a ideia de que a definição dos agentes nessa assemblagem de forma criativa pode produzir um forte impacto no resultado de um projeto (KODALAK, 2018).

O segundo grupo de agentes, se refere aos componentes do artefato que está sendo concebido. Esse é o centro da união de todos os agentes que de um lado está ligada ao agenciamento da produção; e de outro, ao agenciamento da recepção (como veremos a seguir). Apesar de normalmente ser entendido como o reflexo passivo de outras agências, a assemblagem do objeto é na verdade uma possível fonte de grande dinamismo, tendo em vista que o desenrolar de um processo, se bem explorado, fatalmente irá sugerir caminhos que nunca seriam deslumbrados sem a sua agência.

Finalmente, a assemblagem da recepção é aquela que reúne a “audiência” de um projeto pronto (KODALAK, 2018). Ela pode incluir os usuários humanos de um produto, mas também podem ser pensadas para incluir outros seres humanos que não foram pensados como usuários, animais, objetos e plantas que serão ou podem ser afetados por tal produto.

O que se percebe analisando a história do Design Digital é que em um primeiro momento, os pioneiros da área focaram na assemblagem de recepção das agências não simbólicas humanas ao focar na forma. Depois, a segunda Revolução Digital é marcada pela atenção a assemblagem de produção e dentro dela das agências da matéria e das técnicas computacionais e de máquinas de produção. Finalmente, nos dias de hoje percebe-se um direcionamento a assemblagem de recepção e dentro dela de todas as agências possíveis. Ou seja, existe a preocupação em incluir todo tipo de entes como agentes da síntese da forma, sendo eles, animais, plantas, objetos ou seres humanos marginalizados. Em particular, a preocupação com os impactos sociais aponta para a necessidade de pensar como as agências não humanas e não simbólicas humanas, ligadas as capacidades não reflexivas, podem gerar novas formas de comportamento simbólico e assim alterar a forma como os seres humanos pensam.

2.1.1. Primeira Revolução Digital

A incorporação de ferramentas da ciência da computação pelo campo do Design tem início na década de 1950, entretanto, a relação entre Design, computação e Pós-humano só aconteceu quarenta anos mais tarde. Chamada hoje de primeira Revolução Digital no Design, essas abordagens devem seu caráter Pós-humano principalmente nas ideias do filósofo Gilles Deleuze. Esse período resgata as raízes da cultura arquitetônica ao tentar se desviar do representativo como lógica e modo operacional dominante da geração de formas no Design (OXMAN; OXMAN, 2014).

A vanguarda digital dos anos noventa, focou na variação das formas contínuas, o que pode indicar o aproveitamento das novas ferramentas digitais da época, muito associadas ao Design Paramétrico, e a vontade dos designers de buscar novas relações entre o sujeito humano e esses novos comportamentos formais. Segundo Andrasek, utilizando as ferramentas de modelagem baseadas em *splines* e em conceitos matemáticos, essa fase procurou expressões “orgânicas” e contínuas para substituir os modelos de tipologia e criar desconexões com a realidade do Design tradicional (ANDRASEK, 2018). Portanto, esse período inclui a agência das capacidades dos computadores, bem como as capacidades humanas não-simbólicas.

No caso da agência dos computadores, os sistemas paramétricos dessa época foram capazes de criar uma grande quantidade de variações formais controladas pela manipulação de parâmetros diretamente pelos designers.

As agências não simbólicas humanas são propiciadas por capacidades que permitem a recepção de afetos, pregnancies, o acionamento de ações e a compreensão de significados sem a necessidade da linguagem. Assim, a união do Design Paramétrico com as capacidades não simbólicas era criar variações formais inusitadas e deixar que as formas fossem selecionadas, pelo menos em parte, pelas capacidades não-simbólicas humanas. Dessa maneira, os designers da época poderiam navegar por diversas iterações e selecionar aquelas através da percepção pré-linguística do designer baseada na identificação de afetos, pregnancies e significados incorporados como artesões.

As críticas dessa primeira geração vêm da maneira com que se aplicou as ideias de Deleuze, considerada literal e simplista (BROTT, 2016); por ser uma fase caracterizada por excessos, gastos e delírios tecnológicos (CARPO, 2017); bem como por não ser capaz de incluir computacionalmente as agências que produzem a forma do Design, em especial a agência dos materiais.

O principal conceito da filosofia de Deleuze apropriada nessa fase foi o conceito de Dobra. Para Deleuze esse conceito serve para ilustrar a relação contínua entre o que cerca um ser, o seu corpo e sua mente. Nesse sentido, o conceito de dobra fornece uma compreensão de como os espaços realmente produzem afetos dentro do corpo e moldam a forma de pensar (HICKEY-MOODY; MALINS, 2008). O que aconteceu é que muitas das interpretações desse conceito foram utilizadas de maneira literal, o que se observa em projetos com dobras e curvas buscando uma continuidade formal de um projeto e não o impacto que a forma acarretaria à subjetividade de um sujeito.

No final dos anos noventa início dos anos 2000, o estilo “*blob*” proposto por alguns dos designers da vanguarda dessa época era algo impensável para todo o resto do mundo devido ao seu custo elevado. Assim, essas abordagens ficaram marcadas por uma aura excludente e alienada. Hoje o estilo curvilíneo dessa época ainda existe e as suas superfícies complexas agora podem ser construídas a preços mais acessíveis. Carpo cita projetos recentes do escritório Zaha Hadid que utilizam essa linguagem sinuosa em escalas cada vez maiores e mais ousadas, com um nível de virtuosismo técnico e formal que seria inimaginável há apenas alguns anos (CARPO, 2017).



FIGURA 1 - Centro Heydar-Aliyev de Zaha Haddid Architects

Fonte: Baan, Iwan. <<https://www.zaha-hadid.com/architecture/heydar-aliyev-centre>>

Essas abordagens não tinham a capacidade de incluir o comportamento dos materiais empregados em um projeto. Nesse sentido, a questão tectônica de um Design precisava ser pensada em um segundo momento para se acomodar a forma. Ou seja, como colocado por Andrasek, apesar de serem surpreendentes, as formas geradas nessa época se limitavam apenas a uma ruptura em termos visuais que imitavam o resultado de um processo natural, mas não o processo em si (ANDRASEK, 2018).

Mesmo com essas críticas, os trabalhos dessa fase foram bastante significativos, pois além de partilhar a autoria da mente do designer humana com os computadores e privilegiar as capacidades humanas não simbólicas, esses

trabalhos também intuíram sobre a variabilidade e a personalização digital em massa.

2.1.2. Segunda Revolução Digital

Apesar desses esforços Pós-Humanos do passado, Rivka e Robert Oxman explicam que somente a partir dos anos 2000 que essas tecnologias começaram a constituir um conjunto poderoso de possibilidades para transformar o Design (OXMAN; OXMAN, 2014). Maria Voyatzaki argumenta que foi somente no início dos anos 2000 que mudanças no campo do Design causadas pela crescente oposição as ideias antropocêntricas e humanistas convergiram com o avanço de meios tecnológicos e propiciaram que o Design reunisse os meios para efetivamente organizar e botar em prática um modelo de Design fundamentado por uma subjetividade Pós-humana (VOYATZAKI, 2018).

Nessas duas primeiras décadas do século XXI, as abordagens baseadas em computação no Design rapidamente se desenvolveram e se tornaram populares entre designers (CAETANO; SANTOS; LEITÃO, 2020). Essas abordagens, conhecidas pelo termo guarda-chuva “Design Computacional”, diferem significativamente das anteriores, pois fundamentam a representação do projeto em sua lógica computacional e não em seus aspectos geométricos (CAETANO; LEITÃO, 2020). Esse período é marcado pela disseminação do Design Computacional Generativo, que é o modelo de Design mais utilizado atualmente entre os designers “computacionalmente inteligentes” (CARPO, 2017). Ele é o resultado da associação entre o Design Computacional e o Design Generativo⁴ e em meio digital é onde a lógica generativa tenha alcançado o seu maior potencial no Design.

Nessa época a segunda geração de designers computacionais mudaram o foco dos aspectos formais para preocupações ligadas ao processo e a performance do design (OXMAN; OXMAN, 2014). Se em um primeiro momento, os designers da primeira revolução digital no Design incluíram agenciamentos humanos não simbólicos e esqueceram a materialidade da forma, na segunda eles incluíram a agência da matéria e se afastaram das questões ligadas ao

⁴ O Design Generativo é um modelo de Design baseado em lógica generativas ou gerativas que partem do conceito de produção de "gerações" a partir de iterações iniciais (FISCHER; HERR, 2001). Ele é um modelo de segunda ordem que subentende que exista alguma modificação do seu sistema.

agenciamento não simbólico humano (PICON, 2021). Nesse sentido Leach coloca que:

Dentro do projeto arquitetônico contemporâneo, uma mudança significativa na ênfase pode ser detectada - um afastamento de uma arquitetura baseada em preocupações puramente visuais em direção a uma arquitetura justificada por seu desempenho. Estruturais, construtivos, econômicos, ambientais e outros parâmetros - preocupações que já foram relegadas ao domínio do ensino secundário tornaram-se preocupações primárias e estão sendo adotadas como insumos positivos no processo de projeto desde o início. A arquitetura - ao que parece - não está mais tão preocupada com o estilo e aparência. É como se um novo paradigma emergisse. (LEACH, 2009)

Ainda sobre a influência da Filosofia de Deleuze, mas agora trabalhada pela visão do Novo Materialismo Vitalista, essa nova fase também buscava o distanciamento do simbólico através da inclusão de outras agências. Dessa vez o que guiaria uma formação menos centrada na mente humana seria a experimentação irrestrita da agência das capacidades materiais e do contexto ambiental de um projeto em razão da sua performance, como pode ser visto na citação de Doucet e Cupers, abaixo:

A recente paixão por desempenho em Arquitetura pode ser entendida como uma tentativa de se afastar resolutamente do simbólico, como vinha sendo defendido na teoria da Arquitetura, e em vez disso pensar, através dos conceitos Deleuzianos de imanência e afeto. (DOUCET; CUPERS, 2009)

Esse período contou com grandes avanços tecnológicos que possibilitaram a inclusão da agência das propriedades materiais e do contexto ambiental, através de avaliação de uma infinidade de iterações. Segundo Carpo, isso foi possível porque os avanços tecnológicos que surgiram nessa época possibilitaram um armazenamento de dados nunca imaginado na história, além do processamento dessa grande quantidade de informações em qualquer computador pessoal (CARPO, 2017). Através desse poder computacional o Design passa a realmente utilizar o poder da lógica computacional, que significa remover as limitações da ciência moderna e do pensamento sedentário, baseado em arquivar e transmitir as informações coletadas em experimentos para descobrir novas singularidades através de simulações e análises super aceleradas propiciadas pela computação. Ou seja, diferente da antiga ciência que utiliza fórmulas para recuperar um punhado de números, nessa época, com a chamada nova ciência, ou ciência sedentária, começa-se a experimentar as infinitas formas de organizar a matéria através de representações tridimensionais que geram

avatares tridimensionais do fato original, ou algo próximo a ele, e assim buscar o novo (CARPO, 2017).

Isso representa uma oportunidade para diminuir a dependência de fórmulas pré-estabelecidas e explorar as possibilidades de projeto para além do limitado “estoque” de padrões que o Design geralmente se baseia. Por exemplo, as abstrações matemáticas como a lei da gravidade, as leis da mecânica ou qualquer tipologia replicada no Design são apenas meios que a mente humana utiliza para entender o mundo. Elas funcionam como uma espécie de tecnologia de compressão de data que possibilita que os humanos possam interagir em meio a complexidade do mundo de forma mais eficiente. Portanto, como Carpo coloca, “se atualmente, não existe a necessidade de comprimir tanto as informações, a mente humana tem mais flexibilidade para encontrar muitas outras maneiras de se relacionar ou interpretar a natureza” (CARPO, 2017). Ou seja, se a computação consegue processar informações de mais situações complexas, um designer não precisa partir de um conceito, mas pode partir da experimentação formal auxiliada por essas tecnologias.

Talvez o pesquisador mais importante desse período seja o professor Achim Menges. Menges foi o primeiro pesquisador a implementar digitalmente e traduzir em termos computacionais o processo de design heurístico de Frei Otto (CARPO, 2017). O seu trabalho busca sem a aplicação tradicional e dedutiva de fórmulas científicas ou qualquer outra lei de causalidade linear encontrar composições formais com um bom desempenho estrutural através da geração e simulação de diversas iterações. Enquanto a grande maioria falha sob certas condições escolhe-se a que apresenta o melhor desempenho para que ela seja construída.

Fundamentados por ferramentas de “*feedback loop*” (como o *anemone*, *hoopsnake* e o *loop*) que estocam informações de iterações, ou através da utilização de *plug-ins* mais complexos de algoritmos evolutivos (Galapagos, octopus e opossum) o modelo de Design Computacional Generativo começou a substituir os modelos de Design Computacional simples e os modelos de Design paramétrico. Fora isso, esses modelos de Design também contaram com a disseminação de *plug-ins* de simulação e análise de performance. Aqui pode-se citar os *plug-ins* “Rhinovault” (para invólucros complexos apenas de compressão) e o “Karamba” para performances estruturais; de mecanismos físicos como o “Kangaroo” e o “Myllipede”; o “Ladybug” para performance térmica; o “Honeybee” para performance lumínica; entre muitos outros que podem ser incluídos em sistemas generativos.



FIGURA 2 - Produção do pavilhão de pesquisa 2012 ICD/ITKE

Fonte: <<http://icd.uni-stuttgart.de/?p=6553>>

Apesar da louvável, inclusão de agências não-humanas na síntese da forma, muitas das abordagens dos designers desse período são apontadas como tendo rejeitado o pensamento acerca do impacto social da produção do Design. Talvez tentando incluir outros entes, pode se dizer que a segunda Revolução Digital no Design focou em fatores ligados a produção do Design das agências não-humanas e pôs de lado, pelo menos em partes, o pensamento de como a produção do Design impacta mais diretamente os seres humanos. Ou seja, o foco parece ter sido direcionado mais para como construir um artefato levando em consideração as propriedades de materiais, as capacidades de meios de produção e as consequências disso para a sustentabilidade do planeta, sem refletir em como esse artefato impacta a forma de agir e pensar da sociedade.

Essa pesquisa acredita que essas abordagens podem se enquadrar no que Voyatzaki chama de experimentos dentro da materialidade. Essas abordagens partem de uma perspectiva que foca nas agências não-humanas e rejeita a ordem simbólica das coisas (VOYATZAKI, 2018b). Aqui o projeto é tratado de baixo para cima e é guiado pelo agenciamento da materialidade livremente. Nessa abordagem ascendente vários conceitos e estratégias são

criados de forma incremental e combinados para formar conceitos complexos e compostos (BELÉM; SANTOS; LEITÃO, 2019).

Voatzaki argumenta que essas abordagens se baseiam em uma interpretação errada das ideias de virtualidade de Deleuze que entendem esse conceito como uma falsa esperança de que tudo o que for pensado de baixo para cima, vai acabar funcionando mesmo que no final esses projetos acabem se tornando desconectados e inexpressivos. Para ela, esses processos são orientados para a criação de possibilidades para construções materiais espaço-temporais emergentes com a presunção (errônea) de que tudo que é sintetizado dessa maneira acaba sendo eficiente e assim adequado (VOYATZAKI, 2018). Apesar de focar nas agências não simbólicas, as ideias de Deleuze e do Novo

Materialismo contam com uma racionalização dessas forças através das capacidades simbólicas humanas. É através da racionalização e abstração dos possíveis impactos de um projeto que um designer pode orquestrar de cima para baixo as forças das agências que atuam de baixo para cima na síntese da forma.

Segundo Picon, essas abordagens ao desvincular suas pesquisas da centralização da agência do designer acabaram não levantando questões ligadas a agência dos artefatos do Design, suas formas de afetar e objetivos (PICON, 2021). Além disso, para ele ignorar o agenciamento simbólico humano significa negar uma forma de expressão que juntamente da expressão material é um meio poderoso para construir significados. Ele também argumenta que pleitear um estado mental puramente pré-linguístico na concepção de um projeto é um tanto controverso, tendo em vista que segundo ele: “O designer que disser que não utiliza nenhum tipo de linguagem fatalmente o fará de forma inconsciente e até mesmo ingênuo” (PICON, 2021). Por fim, ainda citando Picon, os designers que buscam esse caminho acabam dando força justamente a visão centrada no simbólico que buscaram denunciar. Isso porque, essa atitude fortalece um tipo de simbolismo elitista que é instigado por “clientes que querem que seus prédios “falem” com um determinado público” (PICON, 2021).

Doucet e Cupers também apontam a falha em se fugir do simbólico desses designers ao denunciar a relação dessas abordagens com as práticas dos chamados “Arquitetos estrelas” (DOUCET; CUPERS, 2009). Isso é relevante porque apesar de possuírem um discurso contra a esfera simbólica esses profissionais geralmente acabam justamente se apoiando nela, como coloca Doucet e Cupers quando argumentam que: “O que mais chama a atenção é como essas tentativas recentes são acompanhadas por o triunfo da arquitetura das estrelas, e assim implicam, apesar de suas grandes ambições, um retorno - no

mais confinamento de disfarces - à autoria e intencionalidade” (DOUCET; CUPERS, 2009).

Segundo Brott, essa visão exclusivamente ascendente dessas abordagens, é consequência das interpretações erradas das ideias de Deleuze que não levam em consideração o cerne de sua Filosofia, notadamente a questão da Subjetividade. Em especial, a relação entre a materialidade e a subjetividade, ou como as relações físicas formam o pensamento de alguém. Para ela, essas abordagens seguem uma versão reduzida de Materialismo que vê a síntese da forma como a consequência de forças descentralizadas atuando sobre a matéria. Aqui, o Design apenas responde tranquilamente a essas forças sem nenhuma interferência. Nesse sentido, Brott explica que o pensamento de Deleuze pede uma articulação de novas formas de subjetividade através da experimentação material, e não a sua repressão e submissão.

2.1.3. Novo Direcionamento

Nos últimos anos percebe-se um direcionamento do campo do Design Digital para as questões ligadas ao impacto da sua produção no mundo. Isso significa que mais do que saber incluir agências de diferentes entes em uma trajetória de baixo para cima, é importante racionalizar e direcionar um projeto levando em conta as consequências a combinação dessas inclusões na síntese da forma

Sean Ahlquist coloca que a maturidade alcançada por procedimentos de abordagens orientadas pelo domínio material no campo do Design Digital atualmente, requer a necessidade de mudar o foco da busca do “como” para explorações dos “porquês”. Os porquês da eficiência material; da estética sob medida; em suma os porquês das escolhas serem essenciais para um determinado Design (AHLQUIST, 2019). Velikov *et al.* colocam que as demandas do Design Digital não são mais uma questão de como trabalhar com *big data*, mas como avaliar a qualidade dos dados e a sua política; como considerar o impacto do julgamento do Design e como tomar decisões de ordem estética em processos orientados por dados (VELIKOV et al., 2016).

Aqui, diversas preocupações ou necessidades são relacionadas a como entes esquecidos vem sendo expostas e transformadas em agências na síntese do Design. Por exemplo, a dinâmica das propriedades de um material, de um animal não são pensadas só para agenciarem a favor dos interesses humanos,

mas também para atender a própria reserva desse material, da vida do animal e da sustentabilidade do planeta.

Essas atitudes visam transformar a produção do Design em um agente de mudança no mundo e na sociedade. Nesse sentido, é preciso refletir como o Design pode exercer todo o seu poder político ao criar situações que podem reforçar ou romper as linhas divisórias usuais na sociedade (PICON, 2021). Isso implica em incluir o raciocínio dos designers em vislumbrar as cadeias de consequências dessas decisões. E por sua vez esse pensamento então envolve a agência simbólica do designer em vislumbrar o que cada decisão de Design desencadeia em termos de impacto no mundo. Em especial é importante que o designer identifique os comportamentos e pensamentos que uma iteração formal pode fomentar e até cristalizar na sociedade.

Para isso, um processo de Design Computacional Generativo deve intercalar um direcionamento de baixo para cima com um de cima para baixo. No primeiro, agentes externos negociam a sua participação na síntese da forma; e no segundo o designer analisa as possíveis consequências da síntese da forma de maneira mais ampliada. Ou seja, a ideia não é buscar uma otimização de alguns critérios de ordem objetiva, mas buscar um resultado que possa gerar um resultado benéfico para o maior número de entes. Isso através da expansão da ecologia e dos encontros de um artefato que desde a sua produção envolva uma sinergia entre diversas modalidades de entes e as suas capacidades.

Para esse trabalho, interessado nas agências humanas não simbólicas no Design, vale frisar que a inclusão dessas capacidades não significa a rejeição das capacidades simbólicas. Essas capacidades são essenciais na hora de acompanhar as modificações de um Design que insere agências de baixo para cima. Assim, o processo do Design pode ser um processo cíclico que unem trajetórias de cima para baixo e de baixo para cima, em uma "uma inferência abdutiva que manipula parâmetros sinteticamente" (NEGARESTANI, 2014). Segundo Negarestani, esse tipo de prática:

Emprega entidades e mecanismos de nível inferior para orientar e aprimorar a construção em níveis superiores e usar variáveis de nível superior e processos robustos para corrigir modelos de nível inferior e normalizar seu espaço de possibilidades simultaneamente para atualizar suas possibilidades construtivas, produzir observáveis e condições de manipulação necessário para a construção. (NEGARESTANI, 2014)

Nesse sentido, Robin Mackay argumenta que para incorporar certas características e qualidades da matéria para a computação, é preciso uma

passagem pelo abstrato ou racional (MACKAY, 2015). Nesse sentido, ele defende uma ponte entre o afetivo e o racional. Em suma, a agência não simbólica é vital para conectar de maneira direta o usuário humano ao artefato, a agência simbólica é essencial para o designer organizar o caos de um processo que inclua diversos agentes em um direcionamento significativo para o mundo e para a sociedade. Quando bem-sucedida, essa organização encontra um meio termo entre o simbólico e o material.

2.2. Modelos de Design Digital

Desde a década de 1960, o Campo do Design como um todo vem estudando formas de sistematizar os seus processos⁵ (CROSS, 1993). Os processos até então não deixavam evidentes os procedimentos adotados, ocorrendo uma busca heurística⁶ por possíveis alternativas que solucionassem um determinado problema (MARTINO, 2015). Apesar de não possuírem as tecnologias necessárias para desenvolver sistemas computacionais eletrônicos para o Design, pesquisadores dessa época foram pioneiros no desenvolvimento teórico de sistemas para o Design que mais tarde seriam incorporados ao chamado campo do Design Digital e em especial na inserção da computação e da Inteligência Artificial no Design. Desde então diferentes sistemas ou modelos de Design vem sendo propostos de acordo com a percepção sobre os processos e as novas tecnologias disponíveis na área.

A rápida inserção e adaptação de tecnologias de outras áreas foi indiscutivelmente um fator preponderante no surgimento e no desenvolvimento de novos modelos de Design Digital. O Design assistido por computadores, o Design Paramétrico, o Design Computacional e o Design Computacional Generativo são alguns dos modelos de Design Digital que foram desenvolvidos unindo avanços tecnológicos e pensamentos de Design.

O problema aqui recai sobre o fato de que o Campo do Design Digital não possui uma taxonomia unificada sobre os seus modelos o que gera sobreposições e ambiguidades sobre esses termos. Por sua vez isso acaba dificultando a comunicação dos designers interessados nessa área (CAETANO; SANTOS; LEITÃO, 2020). Devido a essa situação é comum que pesquisadores esclareçam

⁵ Nessa época uma série de conferências foi promovida com o intuito de discutir os métodos de projeto, dando origem ao movimento chamado *Design Methods movement*.

⁶ Uma busca heurística usa uma informação do domínio do conjunto de itens buscados para limitar as áreas onde podem existir soluções.

a taxonomia utilizada em suas pesquisas antes de entrar propriamente no tema de seus trabalhos, como pode ser observado nas teses de Daniel Davies e John Harding (DAVIS, 2013a; HARDING, 2014) e na dissertação de Stanislas Chaillou (CHAILLOU, 2019). É importante ressaltar que a nomenclatura utilizada aqui é apenas uma das possibilidades utilizadas e que a ideia aqui não é sugerir uma nova taxonomia, mas sim informar aquela que será utilizada na pesquisa.

Após analisar algumas definições desses termos e propostas de nomenclaturas (CAETANO; SANTOS; LEITÃO, 2020; DAVIS, 2013b; HARDING, 2014; YUAN; MENGES; LEACH, 2017) a pesquisa adota a taxonomia proposta por David Stasiuk no artigo “Terminologia de modelagem de Design” (*Design Modeling Terminology*) (STASIUK, 2018). Essa escolha se deve ao fato da classificação sugerida por Stasiuk se alinhar ao entendimento do autor deste trabalho e de que essa classificação segue uma lógica didática fácil de compreender. Essa lógica se baseia na gradação aditiva de capacidades que cada modelo de Design traz de novo e como essa novidade altera a maneira de pensar do designer. Ou seja, essa classificação segue a ideia de que cada tipo de modelagem⁷ dentro do Design Digital necessariamente incorpora ou pode incorporar características centrais necessárias daquelas que a precedem (STASIUK, 2018).

Para começar é útil separar os modelos de Design Digital em duas categorias que os classificam quanto a sua ordem e quanto a utilização da computação ou apenas da informatização. Em relação ao primeiro critério, existem dois tipos de ordem, notadamente os modelos de primeira ordem; os de segunda ordem. Fora isso, os modelos de segunda ordem podem contar com movimentos de transformação ou não.

Os modelos de primeira ordem contam com um engajamento direto entre o designer e a representação de um projeto e baseiam-se em um engajamento intuitivo com uma representação estática para análise e resposta visual ou tátil. Eles produzem resultados por meio de uma sequência de comandos que são implantados “diretamente” pelo projetista. Nesse caso o esquema de um processo é a própria representação do projeto que funciona ao mesmo tempo como elemento material e estímulo para a interação do projeto (STASIUK, 2018). Assim, os modelos de primeira ordem configuram uma forma específica de raciocínio criativo e cíclico baseado na ação, análise e modificação na representação.

⁷ O termo modelagem aqui se refere ao processo de um determinado modelo de Design.

Os modelos de segunda ordem, também chamados de modelos procedurais, mantem numa relação indireta entre o designer e o elemento projetado ou a sua representação, já que entre eles existe um conjunto de instruções ou um algoritmo (STASIUK, 2018). Os modelos de segunda ordem podem contar com a transformação ou mutação das suas instruções. Nesses casos, o designer após observar a geração de um sistema tem a prerrogativa de reformular as regras de geração desse sistema. Isso pode acontecer por diversos motivos como pela busca de uma propriedade emergente observada nas iterações do sistema, pelo foco na exploração de um subespaço de soluções ou pela necessidade de explorar alternativas inesperadas, por exemplo.

Sobre a segunda classificação é importante colocar que o Campo do Design Digital engloba diversos modelos de Design e que enquanto todos utilizam a informatização apenas alguns utilizam a computação. Segundo Stasiuk, diferenciar essas capacidades não é uma tarefa fácil para teóricos e praticantes de Design, e o ponto tem sido enfatizado repetidamente, primeiro por Nicholas Negroponte no início dos anos 1970, por Kostas Terzidis em 2006 e mais recentemente por Sean Ahlquist e Achim Menges em 2011 (MENGES; AHLQUIST, 2011b; NEGROPONTE, 1973; STASIUK, 2018; TERZIDIS, 2006).

Segundo esses autores a computação é o procedimento de determinar algo por métodos matemáticos ou lógicos. Ela lida com processos indeterminados, vagos, pouco claros e muitas vezes mal definidos. Já a informatização utiliza o computador para solucionar problemas que poderiam ser desempenhados em meio manual. Nesses casos, o computador funciona como uma ferramenta que substitui processos trabalhosos e repetitivos que lidam com entidades ou processos pré-concebidos, predeterminados e bem definidos.

Com isto posto, a pesquisa agora entra na descrição de cada modelo. Começando pelo modelo mais simples, o Design assistido por computadores é uma forma de Design tradicional de primeira ordem digital e por isso apresenta características cognitivas muito semelhantes aos projetos tradicionais baseados em papel. A diferença aqui fica a cargo de uma vantagem em relação a questão da produtividade devido ao seu funcionamento no meio digital que propicia a automatização de tarefas mecânicas. Na prática esse modelo é utilizado em projetos que utilizam comandos simples de desenho bidimensional em programas como o *Autocad*, ou de modelagem tridimensional como o *Sketch-up*. Ainda hoje é possível que esse modelo de Design seja o mais utilizado entre todos os modelos de Design Digital. Mesmo sendo muito utilizados, esses modelos não se valem da computação e a única agência ferramental que é inserida através dele é

da própria interface digital que auxilia na aceleração de um projeto. Nesse sentido, a capacidade digital de copiar e colar facilita muito a tarefa de modificar uma versão prévia sem falar em outras automações de tarefas mecânicas que este modelo é capaz de executar.

O Design Paramétrico é um modelo de segunda ordem geralmente associado ao meio digital que pode ser entendido como “um conjunto de equações que expressam a implantação de um sistema informativo de Design como funções explícitas de uma série de parâmetros” (STASIUK, 2018). As modelagens paramétricas são comumente desenvolvidas por programas como *Grasshopper* ou *Dynamo* e permitem que uma sequência de funções condicionadas por variáveis ou parâmetros, sejam manualmente alterados individualmente pelo designer. A capacidade de permitir ao designer operar em um ambiente dinâmico é frutífera para os propósitos de exploração e criação de versões rápidas, entretanto, esse tipo de Design não utiliza a computação e assim não é capaz de efetuar novos conhecimento sobre o sistema de Design a partir da modelagem (STASIUK, 2018).

O Design Computacional é um modelo de segunda ordem que, como o nome já diz, conta com processos computacionais. Ele pode ser definido como uma forma de Design híbrida que mistura a lógica do cérebro humano com a lógica do “cérebro” dos computadores. Ao contrário do que muitos possam pensar, esse modelo não se refere ao Design elaborado através de equipamentos eletrônicos, que chamamos de computadores, mas sim por um tipo de pensamento que utiliza uma forma de computação em seu processo, sendo ela de ordem física ou digital.

Aqui é válido colocar que muito antes da invenção do computador eletrônico moderno, a humanidade já vem utilizando aparatos para computar há milhares de anos⁸. O termo “computação” tem suas raízes etimológicas no latim “*computare*” que significa calcular, contar e avaliar. Assim, a computação é uma operação matemática ou lógica realizada por regras práticas pré-estabelecidas que não precisam utilizar computadores eletrônicos. No Design, pode-se citar como exemplos de utilização da computação em meio não digital os experimentos com superfícies mínimas de Frei Otto, os experimentos de Gaudí com curvas catenárias e os ensinamentos em modelos físicos de Josef Albers na Bauhaus.

A constatação de que o Design Computacional pode ser praticado em meio físico ou digital, é útil pois reforça a ideia de que o que difere esse modelo de

⁸ Por exemplo o ábaco, cuja provável origem vem da Mesopotâmia há mais de 5500 anos A.C; e a calculadora mecânica de Leibniz desenvolvida em 1685.

outros é o pensamento em que essas formas de Design se apoiam ao invés do meio que utilizam. Ou seja, enquanto o pensamento do Design Auxiliado por Computadores ou do Design Paramétrico produz resultados por meio de uma ideia que não difere muito de uma ideia já pré-determinada na cabeça do designer, o pensamento subjacente aos processos de Design Computacional, ao contrário, gera um processo que é determinado através da interação com um sistema que tem a capacidade de gerar algum conhecimento novo (TERZIDIS, 2006).

Assim enquanto uma abordagem de Design Auxiliado por Computadores ou do Design Paramétrico emprega uma estratégia para encapsular informação em representações simbólicas e métodos para organizar informações, uma abordagem de Design Computacional, possibilita que um dado específico seja gerado através de uma abstração inicial na forma de códigos que encapsulam valores e ações (MENGES; AHLQUIST, 2011a). Assim, pode-se dizer que enquanto o Design Computacional cria uma determinação através de indeterminações, os modelos que não utilizam a computação auxiliam o desenvolvimento de algo já determinado ou parcialmente determinado na cabeça do projetista.

Hoje, grande parte da produção de Design que muitos podem considerar ser produto do Design Computacional, na verdade é apenas uma forma de Design tradicional que utiliza computadores para facilitar o processo de Design no meio digital. Segundo Menges, mesmo com a crescente influência dos computadores no Campo do Design desde os anos de 1990, a concepção e lógica subjacente aos processos estabelecidos com o uso dessas máquinas, permaneceram amplamente operando como uma mera extensão informatizada do bem conhecido (MENGES, 2018).

O Design Computacional é um marco no desenvolvimento do Campo do Design Digital porque ele não só incorpora a sua agência como ferramenta na síntese da forma, mas também as agências de qualquer ente que puder ser computada. Nesse sentido, o que esse modelo oferece é a agência de orquestrar um sistema que é composto por várias outras agências. Para Menges, a capacidade de incluir outros agenciamentos nos processos de síntese da forma possibilita que esse tipo de Design acione facetas do mundo material que anteriormente estavam muito além da intuição e percepção do projetista (MENGES, 2018). Sanford Kwinter coloca que através desse modelo, os designers podem empregar a computação para se aprofundar nas características complexas do mundo material e ativá-los como uma agência para o projeto (KWINTER, 2011). Poulsen e Clausen explicam que através dele, o Design é

fortalecido pela dinâmica de ambientes de modelagem específicos localizadas não no cérebro do designer individual, mas em transações distribuídas dentro de maiores ecologias cognitivas (POULSGAARD; CLAUSEN, 2018).

O Design Generativo é um modelo de Design baseado em uma lógica generativa ou gerativa que parte do conceito de produção de "gerações" a partir de iterações iniciais (FISCHER; HERR, 2001). Ele é um modelo de segunda ordem que subentende que exista alguma modificação do seu sistema.

A lógica da produção de gerações dos sistemas generativos é baseada na variação e reprodução de toda a vida. Para Fisher e Herr, replicar essa abordagem natural para auxiliar qualquer tipo de criação humana é uma atitude um tanto óbvia, e pode justificar o porquê desse pensamento ter sido utilizado há tanto tempo pela humanidade (FISCHER; HERR, 2001).

Os sistemas generativos foram amplamente investigados pelos designers ligados aos estudos das teorias e métodos do Design, principalmente por William John Mitchell (MITCHELL, 1975). Entretanto, o próprio Mitchell identificou muitos exemplos da aplicação de lógicas generativas aplicadas em disciplinas equivalentes ao Design muito antes do surgimento do *Design Methods Movement* nos anos sessenta. Entre os exemplos de Mitchell e outros, pode-se citar os sistemas generativos arquitetônicos de Leonardo da Vinci; reflexões de Aristóteles sobre a geração de variações de "Design" (MITCHELL, 1975); a abordagem de Jean-Nicolas-Louis Durand para o desenvolvimento de edificações neoclássicas; os processos de criação dos ornamentos florais de Louis Sullivan; experimentos com modelos físicos de Gaudy, Frei Otto e Albers; a formalização dos cinco pilares da Arquitetura Moderna de Le Corbusier; as abordagens de ensino de professores da Bauhaus, como Moholy-Nagy (VEIGA, 2017); bem como diversas estratégias de ensino da tridimensionalidade em disciplinas de fundamentação utilizados em muitos cursos do Campo até hoje (AKNER-KOLER, 2007; HANNAH, 2002; LUPTON; PHILLIPS, 2008).

Um sistema generativo funciona como uma referência de exploração de possíveis soluções e problemas de uma maneira sistematizada. Eles servem como um instrumento de ordenação para investigar conjuntos complexos de informações. Nesses casos o designer precisa derivar para o caos sem nunca ir longe demais. Ou seja, ele precisa explorar possibilidades e voltar para uma base que possa colocar em perspectiva toda complexidade explorada para definir novos caminhos exploratórios. Isso é importante porque, diferente das ciências naturais, o Design não busca descobrir como as coisas são, mas como as coisas devem ser (SIMON, 2019). Assim, testar diferentes possibilidades amplia as chances de

se descobrir novas e melhores soluções, como também problemas que não haviam sido identificados.

Um processo que adote o modelo do Design Generativo pode ser posto em prática em qualquer meio e se associar a qualquer modelo de Design. Por exemplo, associado a sistemas de primeira ordem, como um Design baseado em papel tradicional ou Design auxiliado por computadores, o sistema generativo vai precisar de um sistema gerador implícito (não existe um sistema digital que gere as formas) e manualmente criar as iterações baseadas nas instruções de gênese do sistema gerador para depois alterar a lógica do sistema gerador.

No caso da associação com o Design Paramétrico a situação é um pouco diferente, tendo em vista que naturalmente esse modelo já é baseado em um sistema explícito, onde as regras e comandos são visíveis e mantém uma relação direta com a representação. Assim, para ser considerado como um sistema generativo, é preciso que o designer que conte com um sistema paramétrico navegue e selecione as iterações que este achar interessantes (manuseando os comandos de variação de parâmetro). E após essa etapa, que ele modifique a estrutura topológica do sistema gerador.

A associação com o Design Computacional em meio digital é onde a lógica generativa alcançou o seu maior potencial no Design. Aqui a combinação do poder de incluir agências do Design Computacional somada ao poder criativo e inovador de um sistema generativo cria uma plataforma poderosa para morfogênese digital.

Todo esse potencial se realizou em um grande sucesso e fez com que atualmente o termo Design Generativo seja quase que exclusivamente usado para se referir a sua associação ao Design Computacional. Todavia, se considerarmos o leque de possibilidade de aplicação dos sistemas generativos, que como vimos podem se associar com vários outros modelos de Design e meios, para essa pesquisa esses processos deveriam ser designados como parte do modelo de “Design Computacional Generativo”.

Assim, o tradicionalmente, o Design Computacional Generativo inclui as agências de um processo de duas maneiras, onde a primeira precisa ser codificada para a linguagem computacional e a segunda é inserida pelo próprio designer. Nas palavras de Ahlquist:

Tradicionalmente, enquanto o “cérebro” dos computadores fica responsável pelo chamado sistema material, o cérebro humano atua na esfera extra sistêmica. O sistema material encapsula momentos em que os efeitos performativos de um design operam em função de construções materiais específicas, muitas vezes de uso mínimo de material, que respondem a forças e energias contextuais. A esfera extra sistêmica é uma forma de agência externa que não está explicitamente

vinculada aos processos de design material ou às preocupações de fabricação. (AHLQUIST, 2020b)

O sistema gerador pode ser dividido no espaço das soluções e no espaço do problema. O espaço das soluções pode ser definido como o conjunto de todas as iterações que podem ser geradas por uma configuração de regras do sistema de síntese (aquele que gera as iterações). Já o espaço dos problemas representa as restrições e requisitos de um projeto.

Um Design Generativo pode ser descrito como o conjunto três etapas distintas: geração, avaliação e evolução. A geração representa a elaboração do sistema que vai gerar as iterações e conseqüentemente delimitar o espaço das soluções. A avaliação define o tipo de análise que vai julgar a população gerada e seleciona as iterações mais aptas. E por último, a evolução que compreende o processo de modificação do sistema de acordo com a percepção da necessidade de mudar o direcionamento do processo.

2.3. Inclusão de Agências no Design Computacional Generativo através das máquinas de Aprendizado Profundo

Essa seção introduz a inserção de uma nova tecnologia que vem sendo incorporada no campo do Design Digital, em especial junto aos modelos de Design Computacional Generativo e que vem prometendo transformar o Design: as máquinas de Aprendizado Profundo. Introduzidas recentemente no Campo do Design, essas ferramentas podem ser aplicadas em diversas fases e de diversas maneiras em um processo de Design. Para essa pesquisa interessa a utilização dessas ferramentas na criação de componentes de análise que auxiliem na exploração do espaço das soluções de um Design Computacional Generativo. Componentes de análise são ferramentas que simulam alguma forma de avaliação de algum ente e por isso são capazes de incluir a influência desse ente na síntese da forma. Especificamente a pesquisa foca na capacidade dessas ferramentas em identificar, numa coleção de dados, padrões sem a necessidade do designer programar componentes de análise complexos. Mas antes de entrar nesse ponto, será apresentado uma visão geral sobre a inteligência artificial, uma breve introdução sobre a interação dessas técnicas com o Design e uma visão geral sobre as pesquisas atuais que abordam essa interação.

2.3.1. Inteligência Artificial

As técnicas de Inteligência Artificial (IA) possuem diferentes subdivisões e a primeira distinção para entendê-las é separando a IA forte ou geral da IA fraca ou restrita. Enquanto o primeiro caso se refere a uma IA com um tipo de consciência, o que está muito além do alcance das capacidades técnicas atuais⁹, o último tipo é o que a tecnologia de hoje já é capaz de lidar.

Dentro do grupo da IA restrita, que nos interessa aqui, existem diversos subtipos, que podem ser entendidos como divisões internas que definem diferentes níveis de complexidade. No primeiro nível, encontra-se a IA clássica, também conhecida, de forma um tanto depreciativa, de a “boa e velha IA” do inglês “*Good Old Fashioned AI*” (GOFAI). Nesse tipo de sistema, a máquina lida com um conjunto de dados de uma forma um tanto mecanicista e só pode fazer o que foi programado para ela fazer, o que significa que ela não consegue “aprender”.

No segundo nível, as máquinas de aprendizado (*Machine learning*) dão um passo além e usam grandes conjuntos de dados para treinarem a si mesmas. O aprendizado de máquina sempre foi um subcampo da IA e significa simplesmente melhorar a sua capacidade de fazer a coisa certa através da sua experiência. No entanto, elas ainda requerem um código a ser escrito para classificar o que se espera que elas façam.

No terceiro nível, encontram-se as máquinas de Aprendizado Profundo ou Aprendizagem Profunda, que se referem a um desenvolvimento mais recente em que a máquina não é programada de forma alguma. Em vez disso, ele ensina a si mesmo sobre um determinado assunto com base em uma forma de rede neural artificial mais evoluída que imita o cérebro humano e utiliza uma quantidade ainda maior de dados do que as redes neurais artificiais comuns. Segundo Kelleher o aprendizado profundo é “um subcampo do aprendizado de máquina que projeta e avalia algoritmos de treinamento e arquiteturas¹⁰ para modelos de rede neural modernos” (KELLEHER, 2019). Embora possa-se rastrear as origens dessas ferramentas até as redes neurais desenvolvidas por Pitts e McCulloch em 1943, as diferenças entre as redes neurais iniciais e as redes neurais mais recentes usadas nas técnicas de Aprendizado Profundo não devem ser subestimadas. Segundo Leach, existe um enorme abismo entre essas duas versões em termos de desempenho e capacidades” (LEACH, 2022).

⁹ Atualmente, a IA forte só aparece na ficção como em filmes como “Ela”, “Exterminador do futuro” “Matrix”.

¹⁰ O termo “Arquitetura” aqui, como muito utilizado pela ciência da computação, se refere a organização interna de um computador.

As redes neurais são compostas por unidades de processamento de informações chamadas de “neurônios” e conexões que controlam o fluxo de informações entre essas unidades, chamadas de “sinapses”¹¹. Essas conexões operam em paralelo, são auto-organizadas e podem funcionar sem conhecimento especializado da tarefa ou domínio. Diferente de uma IA simbólica¹², compostas de instruções sequenciais lineares, Boden explica que “as redes neurais operam através de um paralelismo maciço, onde o controle de cima para baixo simbolista é substituído pelo processamento de baixo para cima e a lógica pela probabilidade” (BODEN, 1996).

Praticamente falando, as redes neurais recebem um conjunto de pares de entrada e saída como exemplos para o seu treinamento. Esse treinamento visa encontrar a função ideal que traduza cada entrada em uma saída. Assim, a estrutura de uma rede neural é composta da camada de entrada, da camada de saída e entre elas as camadas escondidas. Cada camada consiste em um conjunto de neurônios que “calcula” sua entrada com base no “peso” da conexão de entrada, aplicando um valor limite para determinar seu “valor de ativação”. Aqui o peso se molda de acordo com o nível de sucesso que cada camada contribuiu para o sistema atingir a saída esperada. Cada neurônio extrai e filtra certos recursos, antes de passar seu valor de ativação para os neurônios na próxima camada. Daí, cada camada subsequente calcula recursos de nível progressivamente mais alto, até que uma saída de classificação seja gerada com base em sua probabilidade de ser correto.

Uma das grandes diferenças entre as redes neurais do passado das de hoje é o fato de que enquanto as redes neurais mais simples operam em uma direção¹³, as de hoje, chamadas de redes neurais convolucionais conseguem alterar o seu direcionamento através de um processo de retro propagação. Isso permite que uma rede neural volte ao cálculo de neurônios anteriores e efetivamente corrija erros de predição passadas.

No conjunto das máquinas de Aprendizado Profundo, existem três principais técnicas de treinamento adotadas: o aprendizado supervisionado, o não supervisionado e o por reforço. No aprendizado supervisionado, o sistema é treinado para executar certas tarefas de acordo com um resultado desejado, sendo alimentado com uma vasta quantidade de exemplos claramente

¹¹ Claramente em alusão a estrutura cerebral que baseou a sua ideia.

¹² IA simbólica é aquela que necessita que o conhecimento sobre o problema seja definido manualmente no sistema para que ele possa raciocinar e tomar as decisões. Um exemplo dela é o sistema de atendimento telefônico automatizado.

¹³ no caso da camada de entrada para a camada de saída, através da camada escondida.

identificados que relacionam cada elemento de um conjunto de entrada com outro elemento que está contido em um conjunto indexado de saída correspondente. Isso significa que as variáveis dependentes precisam ser fornecidas e que o sistema descobre uma função ou conjunto de regras que transformam os elementos de entrada nos seus correspondentes no conjunto de saída. Ou seja, o que o usuário fornece é a entrada e a saída e a máquina descobre a regra e a replica.

Com a aprendizagem não supervisionada, não há resultados desejados. Em vez disso, o sistema encontra padrões ou grupos (*clusters*) que possam existir em dados não estruturados, descobrindo assim efetivamente o conhecimento. Kelleher define o aprendizado não supervisionado como “uma forma de aprendizado de máquina em que a tarefa é identificar irregularidades, como clusters de instâncias semelhantes, nos dados”. Ele também explica que ao contrário da aprendizagem supervisionada, não há atributo de destino em uma tarefa de aprendizagem não supervisionada” (KELLEHER, 2019). Para Leach, essa é uma das áreas mais desafiadoras, mas igualmente promissoras, do aprendizado de máquina, como pode-se ver quando ele coloca que: “Na verdade, se as máquinas pudessem realmente aprender por si mesmas sem intervenção humana, este seria um grande passo em direção à possibilidade da inteligência geral artificial, ou seja, que possui consciência e pode pensar genuinamente” (LEACH, 2022).

Na aprendizagem por reforço, o sistema não precisa receber exemplos claramente rotulados para aprender, mas depende inteiramente de mensagens de feedback informando se ele está correto ou não. Seu conhecimento evolui com base na lógica da punição ou recompensa. Essa técnica é utilizada em jogos e no controle robótico, como na condução automática de veículos, onde um processo pode ser repetido na simulação várias vezes a uma taxa notavelmente rápida de maneira que máquina aprenda o que fazer e o que não fazer.

2.3.2. Inteligência Artificial no Design

Com essa noção geral sobre a IA, essa seção investiga como as máquinas de Aprendizado Profundo vem sendo utilizadas junto ao campo do Design Digital. A interação entre o Design e a IA não é nova, existindo relatos de pesquisas teóricas relacionadas ao desenvolvimento de plantas arquitetônicas já na década de 1930 (UZUN, 2021). De qualquer maneira essa interação ocorreu de forma mais sólida entre os anos de 1960 e 1980 também através do campo da

Arquitetura. Nessa época, pesquisadores pioneiros da IA na Arquitetura não tinham acesso a algoritmos complexos, entretanto foram capazes de propor sistemas simbólicos para arquitetura autônoma (ALEXANDER, 1968) e resumir o status da programação computacional não tecnicamente, mas conceitualmente, como Negroponte afirmou de si mesmo¹⁴ (NEGROPONTE, 1973). Ou seja, longe de lidar com algoritmos realmente inteligentes, esses precursores projetaram esquemas, resumiram todos os trabalhos da interseção entre a AI e a Arquitetura e especularam sobre o potencial de tais sistemas que vem sendo utilizados hoje (CHAILLOU, 2019). Ligados ao *Design Methods Movement*, esses pesquisadores foram vitais para o desenvolvimento dos sistemas cognitivos que mais tarde deram origem as ideias do *Design Thinking*.

Mais recentemente, avanços tecnológicos, como a maior disponibilidade de conjuntos de dados, o maior poder de processamento e o ressurgimento das redes neurais, infundiu uma nova vida na promessa de usar análises estatísticas para informar o raciocínio computacional. As origens do Aprendizado Profundo utilizado atualmente remontam às pesquisas de estatísticas aplicadas a IA da década de 1980, entretanto só agora através dos recentes avanços tecnológicos contando a favor, que essas ideias vêm sendo postas em prática de maneira mais robusta (LLACH, 2021).

Sendo um tipo de IA, as ferramentas baseadas em Aprendizado Profundo vêm prometendo revolucionar o campo do Design. Apesar de recentes, o interesse nessas técnicas vem se espalhando rapidamente por círculos acadêmicos¹⁵ e até por algumas práticas mais progressistas, passando por conferências e workshops (LEACH, 2022). Atualmente, junto as disciplinas do Design as técnicas mais utilizadas são as que auxiliam nas tarefas de classificação e de síntese de imagens (LEACH, 2022).

A classificação de imagens ou modelagem discriminativa tornou-se uma aplicação importante da IA, especialmente nos domínios de carros autônomos e sistemas de reconhecimento facial. Já a síntese de imagens é uma consequência das técnicas de classificação de imagens e vem sendo mais significativa nas áreas ligadas ao Design e as Artes.

¹⁴ Negroponte resumiu todos os trabalhos da interseção entre a AI e a Arquitetura e propôs um modelo conceitual de um processo que utiliza técnicas de inteligência artificial.

¹⁵ Segundo Neil Leach, as escolas que já usam IA no estúdio de design incluem a Architectural Association (AA), a Bartlett School of Architecture, a University College London (Bartlett), a Carnegie Mellon University (CMU), a Florida Atlantic University (FAU), a Florida International University (FIU), Harvard Graduate School of Design (GSD), University of Innsbruck (Innsbruck), Massachusetts Institute of Technology (MIT), University of California Los Angeles (UCLA), University of Michigan (Michigan), Southern California Institute of Architecture (SCI-Arc) e a Universidade Tongji (Tongji).

Entre as técnicas utilizadas para a classificação de imagens destacam-se as redes neurais convolucionais (“*convolutional neural networks*”). Como foi mencionado anteriormente, essas técnicas são uma versão mais poderosa do que as redes neurais comuns e são tão eficazes na classificação de imagens que redes se tornaram quase universais (LEACH, 2022). Segundo Melaine Mitchell:

Inspirado pelas descobertas de Hubel e Weisel sobre o córtex visual do cérebro, a ConvNet pega uma imagem de entrada e a transforma - por meio de convoluções - em um conjunto de mapas de ativação com recursos cada vez mais complexos. Os recursos na camada convolucional mais alta são alimentados em uma rede neural, que gera porcentagens de confiança para as categorias de objetos conhecidas da rede. O objeto com a maior confiança é retornado como a classificação da imagem da rede. (MITCHELL, 2019)

As redes neurais convulsionais são igualmente capazes de realizar tarefas de regressão de imagem, apesar de não serem muito utilizadas para isso. A diferença básica entre as tarefas de classificação de imagem e a regressão de imagem é que a variável alvo (o que estamos tentando prever) na tarefa de Classificação não é contínua, enquanto na tarefa de Regressão é contínua. Por exemplo, classificar um conjunto de imagens nas categorias cães e gatos é uma tarefa de Classificação. Já prever os preços de casas com base nas suas imagens é uma tarefa de Regressão.

O sonho profundo (“*deep dream*”) é uma das primeiras técnicas de Aprendizado Profundo capaz de sintetizar imagens. Desenvolvida por Alex Mordvintsev da “*Google Artists and Machine Intelligence*” e lançado em 2015, o sonho profundo inverte o fluxo processual de uma técnica convolucional. Assim, em vez de reconhecer uma imagem e categorizá-la, o sonho profundo parte de uma categoria e gera uma imagem. Essa técnica visualiza os recursos que um neurônio ou camada ativaria ou aprenderia a extrair das imagens que alimentam um sistema, o que explica a aparência muitas vezes chamada de “alucinógena” das imagens criadas (LEACH, 2022).

Outra técnica de sinterização de imagem é a das redes adversárias gerativas (GANs). Elas foram propostas pela primeira vez por Ian Goodfellow em 2014, e desde então vem sofrendo um rápido desenvolvimento (GOODFELLOW et al., 2014). A GAN é uma técnica que treina o computador para realizar tarefas complexas, como criar imagens do nada por meio de um processo generativo medido em relação a um conjunto de imagens de treinamento. Segundo Leach, ela representa um grande avanço na busca por sintetizar imagens e supera o sonho profundo que acaba apenas criando imagens de objetos que aparecem em

uma variedade de poses. Ele também gera imagens com resolução significativamente melhor (LEACH, 2022).

Uma GAN funciona através de uma competição entre duas redes neurais diferentes. Enquanto uma é chamada de gerador ou “artista” e opera de baixo para cima gerando imagens; a outra é chamada de discriminador ou “crítico” e trabalha de cima para baixo avaliando as imagens. O objetivo do gerador é enganar o discriminador produzindo imagens tão realistas que o discriminador seja incapaz de distingui-las de um conjunto de imagens reais. O gerador começa o processo sem saber nada sobre as imagens reais que pretende replicar e aprende sobre elas ao longo das avaliações do discriminador sobre a sua produção. Por sua vez o discriminador determina se uma imagem é real ou falsa, ou seja, se é do grupo de entrada que alimentou o sistema ou se ela foi criada pelo gerador (NAYAK, 2018).

Os dois sistemas trabalham em conjunto e assim melhoram seu desempenho com o tempo, de modo que o "artista" treina o "crítico" e o "crítico" por sua vez treina o "artista". A máquina “artista” é então treinada até o designer humano achar que as imagens que ela cria sejam satisfatórias para o contexto de sua utilização. Depois disso, a máquina “crítico” pode ser removida e a máquina “artista” pode ser utilizada livremente, criando imagens do mesmo nível, já que não busca mais uma evolução. Atualmente existem diversas formas de GANs como as Progressive Growing of GANs (ProGAN), StyleGANs, Conditional adversarial networks (cGANs) e CycleGANs.

Apesar de atualmente, a síntese de imagens estar no centro do debate sobre a IA no Design, essa pesquisa foca nas técnicas de classificação e regressão. Essa decisão vem da percepção de que essas técnicas tiveram muito pouco tempo para serem exploradas pela disciplina do Design. O que se observa é que quando elas começavam a ser aplicadas de maneira mais aprofundada, a introdução das técnicas de síntese acabou limitando as suas explorações.

Portanto, acredita-se que ainda exista muito potencial no uso dessas técnicas no campo do Design como um todo, e especialmente no que tange a exploração e a busca de iterações no espaço das soluções. Isso é relevante porque propicia uma maneira de incluir novas agências na síntese da forma, já que cada busca pode atuar como a ação de ente selecionando as melhores iterações segundo as suas necessidades.

Nesse sentido, Leach argumenta que “o centro da criatividade no processo de Design vai se mover para a definição das restrições que geram a gama de soluções possíveis para um problema, e no desenvolvimento de um método eficaz

de filtragem ou avaliação” (LEACH, 2018). Para ele, se o Design Computacional Generativo é capaz de criar uma infinidade de variações, então o foco da IA deve ser na busca de iterações dentro desse universo (LEACH 2018). O que se imagina é que o papel do designer será modificado do centro das decisões e de inventor de formas para o maestro de diversas agências. Para Leach, o designer de cima para baixo criador de formas do passado dá lugar ao designer como controlador de processos. Assim, continuando, ele coloca que isso muda a ênfase da "criatividade" do designer para o rigor da própria pesquisa desafiando toda a noção de "gênio criativo" que acompanha o Campo do Design (LEACH, 2022).

De maneira geral, com a recente proliferação das pesquisas sobre a utilização das máquinas de Aprendizado Profundo no Design, alguns estudiosos vêm apontando problemas e sugerindo direcionamentos para o campo. Para esses críticos, muitas das pesquisas apresentadas atualmente apenas replicam métodos de outras áreas de maneira isolada sem considerar as particularidades dos processos de Design. Para Llach, essa postura acaba limitando esses experimentos a um espectro de “fantasias ingênuas de automação de Design e abordagens simplistas para a transferência de estilo” (LLACH, 2021).

Para superar essas investigações superficiais, autores engajados com a incorporação das máquinas de AP no Design vêm apontando diferentes caminhos que possam dar um direcionamento ao Campo. Nesse sentido, essa pesquisa classifica quatro direcionamentos estratégicos baseados nas sugestões desses pesquisadores, que são: a sensibilidade projetual, a incorporação de conhecimentos externos, a análise dos impactos e a criatividade.

A sensibilidade de como codificar as intenções do designer num diálogo com as máquinas inteligentes é um ponto importante que se não bem atentado pode arruinar todo um processo. Nesse sentido, a atenção exige tempo, o que pode surpreender muitos daqueles que vem a IA como uma forma de acelerar processos. Por mais que a IA ainda esteja de certa forma associada a automação e a rapidez, até se chegar num ponto que uma máquina esteja calibrada e funcionando, é necessário um trabalho atento e demorado. Assim, o pensamento de Design por trás das decisões, os tipos de dados utilizados, os adjetivos utilizados ao analisar iterações, a melhor técnica e a forma de treinamento são só uma parte de aspectos que precisam ser acompanhados atentamente.

Nessa linha, Bolojan e Vermisso, apontam para a necessidade mais introspectiva de refletir sobre o processo do Design em si e não apenas para os fundamentos técnicos e da busca pela inovação, mas também as cognitivas, e como esses podem informar-se mutuamente (BOLOJAN; VERMISSO, 2020).

Daniel Llach ressalta a necessidade de compreender a construção dos dados, a criação das regras e a curadoria dos exemplos, como atos de Design. Para ele, as práticas de estruturação, coleta e manipulação de dados são atos de Design na raiz da nova estética emergente em torno da IA e dos métodos de Aprendizado Profundo. Isso significa que os dados em si não são inerentemente verdadeiros, mas construídos e, portanto, sua produção e os processos de coleta, curadoria e visualização envolvem decisões que precisam ser bem pensadas (LLACH, 2021). Stanislas Chaillou, adverte que apesar do poder dessas ferramentas, elas ainda dependem da capacidade dos designers de comunicar sua intenção. Assim, para essas máquinas tornarem-se “assistentes” confiáveis, ele recomenda que deve-se utilizar uma taxonomia adequada, ou seja, o conjunto certo de adjetivos que possa se traduzir em métricas quantificáveis para a máquina. Chaillou também aponta a necessidade de selecionar, no vasto campo da IA, ferramentas adequadas e treiná-las também adequadamente. Segundo ele, essas duas pré-condições acabarão por determinar o sucesso ou o fracasso de um projeto que utiliza uma máquina de Aprendizado Profundo (CHAILLOU, 2019).

Outro aspecto levantado, aponta para a necessidade de se buscar conhecimentos fora do Design para informar esses processos. Nesse sentido, Llach explica que métodos computacionais sempre funcionaram em conjunto com outros domínios do conhecimento e que essa abertura conceitual impõe demandas críticas às práticas de Design Computacional, já que elas nunca estão contidas com segurança em um balde disciplinar ou metodológico. Assim, segundo ele: “Deixar de reconhecer essas demandas provavelmente resultará em mais uma tentativa simplista de transferência de estilo, mais uma fantasia ingênua para automatizar o design, ou ainda outro esforço equivocado para quantificar a qualidade arquitetônica” (LLACH, 2021). Steinfeld vê essa busca como uma maneira de desenvolver novas competências necessárias para os designers, além de gerar novas alianças entre o Design e outras disciplinas (STEINFELD, 2021).

Alinhados com a recente tendência do Campo em considerar o impacto que uma tecnologia, um pensamento ou um modelo de Design pode exercer, alguns pesquisadores apontam a necessidade de considerar como essas ferramentas vão impactar a prática do Design e a sociedade em geral. Aqui, Llach chama a atenção para que os designers não só foquem nos resultados da programação, mas também em como esses sistemas reconfiguram os relacionamentos entre designers, autores, usuários e o público (LLACH, 2021). Buscando um caminho para compreender o impacto dessas ferramentas no campo do Design e na sociedade, Steinfeld sugere reutilizar as mesmas lentes que foram utilizadas em

momentos de transição na história da teoria do Design Digital. Nesse sentido ele sugere investigar “como um novo modelo pode facilitar diferentes formas de subjetividade no design; para nos posicionarmos de forma diferente como autores individuais em relação ao nosso trabalho” (STEINFELD, 2021).

Por último, alguns pesquisadores apontam ser necessário a experimentação criativa para descobrir novas capacidades da relação entre as máquinas de Aprendizado Profundo e o Design. Nesse sentido Matias, coloca que a amplitude das possibilidades representadas pela IA requer um grande salto de experimentação e imaginação, o que pode representar, segundo ele, o maior desafio para os designers na maneira de construir cenários arquitetônicos por meio de modelos e métodos de IA (BERNHARD; SMIGIELSKA; DILLENBURGER, 2021). Joyce coloca que as aplicações das máquinas de AP definem um processo único, e por isso questões criativas são fundamentais para se definir como o Design deve operar. Portanto, para ele, cada designer que implementa tais abordagens precisa estar ciente e ter sua postura atenta para o contexto em que se encontra (JOYCE, 2021).

2.3.3. Inclusão de agenciamentos através da exploração do espaço das Soluções

A IA é normalmente descrita como “o campo de pesquisa que se concentra no desenvolvimento de sistemas computacionais capazes de realizar tarefas e atividades que normalmente são considerados como dependentes da inteligência humana” (BODEN, 1996; KELLEHER, 2019). Entretanto, levando em conta que existem diversas formas de inteligência, alternativamente, Neil Leach, sugere que a pesquisa em IA seja definida como uma tentativa de entender a própria inteligência (LEACH, 2021). Essa perspectiva, sinaliza que essa tecnologia pode não só replicar a inteligência, o pensamento ou a intenção humana, como também de qualquer forma de inteligência seja esta humana ou não.

Utilizadas juntamente aos modelos de Design Computacional Generativos as diferentes formas de IA podem operar em todas as etapas e das mais diversas formas em processos de Design. Nesse cenário amplo, essa pesquisa foca na utilização dessa tecnologia no desenvolvimento de componentes de análise para serem integrados no sistema gerador de um processo de Design. Esse foco se justifica pela capacidade que essas ferramentas possuem na inclusão de agências em um processo de Design Computacional Generativo. Em outras palavras, as máquinas de Aprendizado Profundo são capazes de criar ferramentas que

analisam as gerações de um sistema gerador de maneira muito rápida sob critérios derivados de outros agentes que não do designer humano. Dessa maneira elas são capazes de classificar ou ranquear as iterações de um sistema generativo de acordo com a avaliação de diversas perspectivas. Isso acontece porque essas máquinas conseguem aprender e replicar a forma que um agente avalia um conjunto de possíveis soluções de processo.

Até há pouco tempo, antes do ano de 2017, as análises computacionais das iterações de um sistema generativo computacional eram feitas através de funções geradas pelo próprio usuário ou realizadas com auxílio de *plug-ins* específicos de análise. Programar um componente de análise é possível, mas se torna uma tarefa muito dispendiosa quando a análise buscada envolve critérios muito complexos ou subjetivos. Por exemplo, se de um lado é relativamente fácil para um designer computacional desenvolver um componente que gradua iterações a respeito do seu volume ou da sua área; por outro, é extremamente complexo programar um componente que analise as iterações a respeito de quanto que uma iteração agrada o designer.

Mesmo dando conta de processos complexos, os *plug-ins* são limitados a poucas formas de análise. Tipicamente os *plug-ins* são endereçados a preocupações de otimização estrutural, uso de material e responsividade a fatores ambientais invés de natureza social (AHLQUIST, 2020b). Assim, essas ferramentas muitas vezes são incapazes de codificar certas intenções que um designer pode querer imprimir a um processo, pois muitas vezes esbarram na indisponibilidade de uma análise específica para explorar o espaço das soluções (VELOSO; KRISHNAMURTI, 2021).

Nos casos em que não existe um *plug-in* pronto ou não se consegue codificar um algoritmo de análise por si só, um processo de DCG tem a opção de direcionar o sistema através da intervenção do designer modificando o sistema como um todo ou através da adoção de técnicas interativas. Na primeira opção, a modificação da estrutura do sistema gerador permite que os designers sejam capazes de expressar preferências enquanto acessam o feedback e a orientação de desempenho (BROWN, 2019). Ou seja, após uma geração de iterações de um sistema, o designer muda as regras do sistema para privilegiar um comportamento formal específico. Na segunda opção, os algoritmos genéticos interativos permitem que o designer avalie a geração de iterações durante o processo de geração. Ou seja, ao mesmo tempo que as análises computacionais estão graduando as iterações por critérios objetivos, o designer avalia as mesmas iterações sobre um ponto de vista subjetivo. Criada em meados dos anos 80, os

algoritmos iterativos e suas variações, vem sendo muito utilizados atualmente no Design como uma maneira de adaptar modelos generativos clássicos (muito utilizados na Engenharia e na área financeira) as necessidades de interação do designer. Uma das principais vantagens dessa técnica é que ela insere o humano no ciclo evolutivo (MCCORMACK; LOMAS, 2020).

Mesmo sendo muito empregada hoje no Campo do DC, esse tipo de técnica ainda impõe um subaproveitamento da capacidade de geração computacional. Isso porque, apesar de unir a vantagem da intuição humana com a capacidade de processamento dos computadores, essa interação carrega a desvantagem da incompatibilidade da linguagem formal da máquina com a linguagem natural da intuição humana (MENNAN, 2014). Essa incompatibilidade acaba ocasionado um gargalo, já que o designer humano processa as informações de maneira muito mais lenta do que os computadores.

Nesse contexto, as máquinas de Aprendizado Profundo trazem uma maneira de criar uma comunicação entre a intuição humana e a lógica dos computadores. Isso porque essas técnicas são capazes de replicar diversos comportamentos após “observá-los”. Elas captam conhecimentos, pensamentos ou aprendizados implícitos, através da sua capacidade de encontrar padrões, e depois os assimilam a lógica de um modelo (VELOSO; KRISHNAMURTI, 2021). Tecnicamente, elas não aprendem a avaliar as interações da mesma forma que um ente, mas aprendem a copiar as relações que elas observam. Portanto, elas podem servir como mediadores da relação entre as iterações geradas por um sistema com diferentes tipos de agentes.

Com essas técnicas, os designers podem construir componentes de análise de um modelo generativo sem descrever explicitamente a sua lógica, o que seria muito complexo e conseqüentemente caro (VELOSO; KRISHNAMURTI, 2021). Eles só precisam que as máquinas recebam os dados associados a algum tipo de evento ou comportamento para que este seja replicado mais tarde.

Nesse sentido, Kizilcan explica que agora é possível formar inteligências coletivas entre atores humanos e maquínicos que têm capacidades estendidas tanto para resolver a complexidade visual quanto para satisfazer as restrições performativas; visto que é possível compilar um conjunto de dados, um histórico consistente de ações e experiências para uma solução de design específica (KIZILCAN, 2021). McCormack e Lomas colocam que foi somente mais recentemente que a introdução das técnicas de aprendizado profundo, possibilitaram que avaliações mais complexas, como as estéticas, por exemplo,

rompessem a barreira da objetividade do sistema gerador expandindo uma capacidade genuinamente humana (MCCORMACK; LOMAS, 2020).

Ibanez acredita que para as abordagens de Design Computacional Generativo preocupadas com a inclusão de novos agenciamentos (além dos simbólicos humanos), “o horizonte distante está necessariamente emparelhado com o da IA, onde a sensibilidade do aprendizado de máquina cria uma mudança de paradigma”. Segundo ela, essas abordagens significaram uma ruptura com a tradição da Arquitetura que está centrada na escala, proporções e cultura humanas. Citando como exemplo o modelo paskiano¹⁶, ela acredita que nesse cenário, as inclinações de outras espécies, materiais e inteligências precisarão estar engajadas em conversas ou em esforços compartilhados (IBAÑEZ, 2019).

Em suma, como foi mencionado anteriormente, a autoria do designer, tende a se afastar definitivamente do mito do “gênio artístico”. Onde essa visão de autoria centralizada seria substituída por outra que entende o designer humano como curador e condutor de um sistema complexo que inclui diversos agentes. Sobre essa perspectiva, o projeto de Design é entendido como o resultado da coprodução de uma ampla gama de agentes inteligentes, onde o papel do designer é deslocado da fonte de autoria para um coreógrafo ou catalisador entre diferentes assemblagens que têm capacidade de influenciar o ambiente de uma forma significativa (CANTRELL; ZHANG; LIU, 2021). Como Leach coloca: “Não é sobre o designer “inventando” algumas novas propostas desenhando sobre seu “gênio”, mas sim de selecionar a melhor solução a partir de uma gama de opções possíveis existentes” (LEACH, 2018)

2.3.4. Exemplos da inclusão de agências humanas através de técnicas de aprendizado profundo

Essa seção traz exemplos de experimentos que utilizam técnicas de Aprendizado Profundo na classificação, agrupamento ou identificação de objetos na exploração do espaço das soluções. Os experimentos selecionados priorizaram aqueles que buscam replicar a agência humana não simbólica através das máquinas de Aprendizado Profundo.

Após a coleta e filtragem dos trabalhos, buscou-se analisá-los em relação aos seguintes critérios: ferramentas utilizadas; pontos positivos e negativos do experimento; influência de outras disciplinas relacionadas; discussões sobre o

¹⁶ Em relação as ideias de Gordon Pask.

impacto do emprego das técnicas, bem como, se os experimentos discutem questões relacionadas a inclusão de agenciamentos através da IA.

Investigar as ferramentas utilizadas visa demonstrar não só o tipo de técnica de Aprendizado Profundo que cada experimento utiliza, mas também todo o seu procedimento metodológico. Ou seja, interessa entender como as outras ferramentas tecnológicas e cognitivas foram aplicadas e de que maneira.

Os pontos positivos e negativos visam identificar o diferencial e as lacunas que porventura esses experimentos possam apresentar, para destacar boas e más condutas que possam servir de exemplo para a elaboração de novas abordagens.

As influências visam apresentar quais as disciplinas foram utilizadas para informar os processos descritos. Como foi mencionado anteriormente, não existe uma fórmula já definida para lidar com esse tipo de ferramenta. Assim é importante buscar conhecimentos não só dentro dos paradigmas do campo do Design, como de outras áreas para informar a avaliação dessas máquinas.

Identificar o que os experimentos colocam sobre a questão da inclusão visa coletar mais dados sobre como os designers entendem os tipos possíveis de agenciamento e se cada tipo envolve uma forma de inclusão diferente.

Apesar de apresentarem diferentes qualidades, de maneira geral, como antecipado pelas observações citadas anteriormente, se percebe que as pesquisas de um modo geral tendem a focar apenas na precisão da avaliação. Dessa maneira, acredita-se que é dado pouco destaque a questões relacionadas à integração dessas técnicas numa estrutura processual, a discussão sobre as sutilezas que a técnica demanda (como a atenção a seleção do critério e da curadoria de dados utilizados), as sugestões de novas formas de utilizar essas técnicas, aos conhecimentos de outras áreas que possam ser relevantes ao processo e ao impacto dessas técnicas para o Design e para o mundo.

A) Sintaxe Emergente de Sjoberg, Beorkrem e Ellinger

No artigo “Sintaxe Emergente”, Sjoberg, Beorkrem e Ellinger (SJOBORG; BEORKREM; ELLINGER, 2017), apresentam um experimento embrionário que visa explorar o uso de técnicas de Aprendizado Profundo combinadas a técnicas de multi-otimização através do uso de um algoritmo genético. Eles propõem uma metodologia que captura o critério de seleção implícito do designer através do Aprendizado Profundo para depois criar uma função de adequação (*fitness function*) baseada nessas seleções humanas para um solucionador genético.

Assim, a metodologia desse experimento é dividida em duas partes: a primeira compreende o treinamento da rede neural através da seleção do usuário; depois, a segunda parte compreende a busca de iterações mais aptas de acordo com o ranking derivado pela máquina a partir das escolhas da primeira parte.

Os critérios de seleção do usuário foram os seguintes: programa azul deve ser adjacente ou o mais próximo possível do programa lilás; O programa amarelo deve ter contato com o solo; e todos os programas devem ter o mínimo de interseção. Com isso em mente, o usuário deve selecionar as composições que melhor satisfazem esses critérios em grupos de 16 iterações randômicas geradas por um sistema não otimizador.

Na segunda parte do experimento um algoritmo genético foi desenvolvido para otimizar a geração das iterações com base em um componente de análise desenvolvido através das seleções da fase anterior.

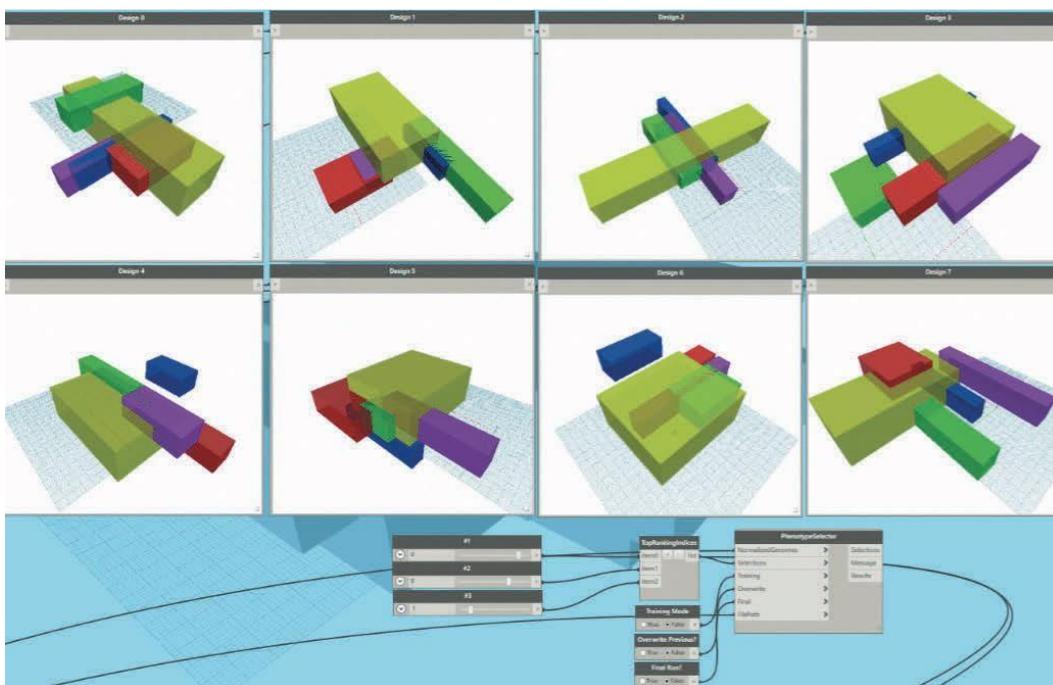


FIGURA 3 – Interface do sistema proposto
Fonte: (SJOBERG; BEORKREM; ELLINGER, 2017).

Os resultados do experimento indicaram que com apenas 138 iterações o sistema teve uma média de erro de apenas 0,0928 em um intervalo que vai de 0 a 1. Segundo os autores, uma das vantagens dessa abordagem, é a capacidade do sistema avaliar muito mais iterações do que o designer. Outra vantagem é a capacidade do sistema alterar ou adicionar um requisito a qualquer momento sem maiores complicações. Além disso, os autores citam a capacidade desse método

em delimitar regiões de alta performance de determinados objetivos dentro do espaço das soluções (SJOBORG; BEORKREM; ELLINGER, 2017). Uma das desvantagens dessa abordagem vem da limitação imposta pela seleção do designer. Nesse sentido o artigo sugere que diferentes stakeholders, clientes e até um formato de “*crowdsourcing*” possa treinar o sistema. Vale ressaltar que quanto maior o número de iterações analisadas para o treinamento da máquina, maior a tendência de se chegar em resultados satisfatórios.

B) Percepções de espaço das máquinas de Peng e outros autores

No artigo “Percepções de espaço das máquinas” (PENG, 2018; PENG; ZHANG; NAGAKURA, 2017) é apresentado um método que quantifica a incidência e a frequência de determinadas composições espaciais em um projeto arquitetônico. Isso é feito através de um treinamento com uma rede neural convolucional alimentada por imagens gerada através de uma análise de isovist¹⁷. O artigo traz a aplicação dessa técnica em três casos de modelos virtuais de projetos emblemáticos de Mies van der Rohe e Aldo van Eyck.

O experimento parte da seleção de quinze tipos básicos de composição para descrever as condições espaciais procuradas. Com esses tipos básicos definidos, o algoritmo procura no espaço tridimensional modelado incidência deles. Essa procura é feita demarcando vários pontos no espaço do projeto onde diversas análises de isovist são executadas. Abaixo, pode-se ver a listagem dos tipos básicos.

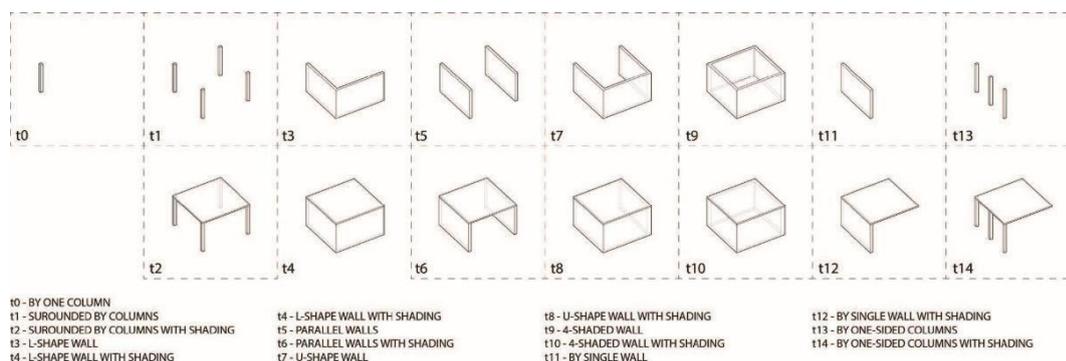


FIGURA 4 – Catálogo de comportamentos formais

Fonte: (PENG, 2018; PENG; ZHANG; NAGAKURA, 2017).

¹⁷ Um isovista é um método de representação espacial para estudar o espaço composição (Benedikt 1979). Enquanto um isovista 2D captura a projeção de um ponto que projeta raios circulares em um Plano, um isovista 3D, projeta raios esféricos e assim captura as barreiras espaciais de um ponto.

O artigo não faz nenhuma referência a temática da expansão do agenciamento e como referência teórica, os autores citam o livro: *Arquitetura: Forma, espaço e ordem* de Francis D.K. Ching (CHING, 2013), especialmente na visão do livro sobre o entendimento do espaço através dos elementos da forma.

Entre os pontos positivos do artigo, destaca-se a utilização da análise isovist. Essa técnica foi utilizada porque ela analisa o espaço de um ponto através de uma visão esférica.

Já o fato do experimento partir de quinze situações formais previamente definidas para classificação e limitar a análise a três modelos tridimensionais virtuais estáticos restringe a capacidade de explorar a emergência de um sistema generativo. Nesse sentido, os próprios autores sugerem e demonstram o interesse de ultrapassar essa limitação e aplicar o procedimento desenvolvido em modelos generativos, como também em utilizar ferramentas de Realidade Virtual.

C) Soma Architects de Stefan Rutzinger e Kristina Schinegger

Stefan Rutzinger e Kristina Schinegger, professores de arquitetura e fundadores do escritório Soma Arquitetura baseado em Viena, trabalham com a exploração formal através de métodos generativos da forma selecionados por técnicas de inteligência artificial que integram aspectos técnicos e Estéticos. Segundo eles, busca pela beleza no Design, a noção de emergência, definida como o aparecimento de novas qualidades, “é crucial e sugere métodos e operações capazes de gerar experiências estéticas fascinantes” (RUTZINGER; SCHINEGGER, 2019).

Estética, qualidades experimentais, desempenho, programa, relações entre interior e exterior não são tratadas como domínios separados ou sucessivos, mas emergem de operações geométricas maleáveis que são informadas por e alteraram simultaneamente critérios estruturais, funcionais, programáticos e condições tipológicas ou urbanas (RUTZINGER; SCHINEGGER, 2019).

Citando Max Bense, no trabalho “Programming of Beauty” (BENSE, 1960), eles argumentam que os efeitos estéticos podem ser transformados em expressões matemáticas e conscientemente explorados. Entretanto, eles fazem uma ressalva que essa abordagem não deve ser entendida como uma quantificação de qualidades, já que, segundo eles, essas duas categorias não se relacionam diretamente e não se correspondem (RUTZINGER; SCHINEGGER, 2019).

Para eles, a possibilidade de lidar com grandes quantidades de dados evita a necessidade de uma fórmula de beleza prévia. Ou seja, as expressões matemáticas servem como instrumento para os computadores captarem estéticas atraentes identificadas através da seleção afetiva do designer ao observar iterações randômicas. Assim, o Big data e o Aprendizado Profundo (*Deep Learning*) desafiam as estratégias tradicionais de dedução de regras das observações, levando a métodos pós-científicos que recuperam padrões de dados complexos que o ser humano talvez não consiga enxergar. Segundo os autores, o Aprendizado Profundo permitirá que processos estéticos individualizados emergam, onde a beleza seria altamente subjetiva, singular, transformadora e carregada com habilidades desconhecidas, levando à sua dissolução como um ideal comum (RUTZINGER; SCHINEGGER, 2019).

D) Novos olhos de Steinfled e outros autores

No artigo: “Novos olhos: Uma estrutura para a aplicação de aprendizado de máquina ao projeto arquitetônico generativo e um relatório de Atividades na Smartgeometry 2018” (STEINFELD et al., 2019), os autores propõem um método que integra diferentes análises subjetivas no espaço gerador de um processo de Design Computacional Generativo através do treinamento de uma rede neural convolucional. Aqui diversas imagens são captadas de um modelo tridimensional digital e avaliadas em razão de três critérios por designers.

Citando dois artigos de DeLanda, Steinfeld *et al.* apontam para a importância das análises propiciadas pela IA e se colocam como defensores do uso criativo do aprendizado de máquina e da cultura prática de avaliação automatizada de projetos. Segundo eles, já em 2002 e 2012, DeLanda (DELANDA, 2002, 2012) mencionava “profeticamente sobre a integração de redes neurais no processo de design generativo”, em especial sobre o encapsulamento do “gosto ou preferências estilísticas do designer para que possam ser aplicados automaticamente”. Nesse sentido, os autores colocam que implicitamente DeLanda sugere em seu argumento a aplicação de redes neurais para substituir o “olho de quem vê” (STEINFELD et al., 2019).

O trabalho utiliza o programa Grasshopper e o sistema Lobe. O Grasshopper foi utilizado para criar as variações dos modelos e gerar as imagens que alimentam a rede neural convolucional. O Lobe é um ambiente de programação gráfica baseado em navegador para a criação de redes. Nesse trabalho, ele ficou responsável pela parte da rede neural convolucional.

Entre os artigos selecionados, esse é talvez o que apresenta a maior contextualização da técnica em si em relação a sua incorporação a sistemas generativos e sobre o tipo de agência.

E) Aprendizado Profundo de estéticas individuais de Jon McCormack e Andy Lomas

No artigo “Aprendizado Profundo de estéticas individuais”, Jon McCormack e Andy Lomas mostram como os avanços recentes no Aprendizado Profundo podem ajudar a automatizar o julgamento estético pessoal. Usando o conjunto de dados de arte computacional de Lomas, os autores investigam a relação entre as medidas de imagem, como complexidade e avaliação estética humana. No experimento eles utilizam vários métodos de aprendizagem de máquina, incluindo algoritmos de redução de dimensão; redes neurais convolucionais (CNNs) como classificadores personalizados, para auxiliar artistas digitais ao navegar e pesquisar grandes espaços de design; e sistemas evolutivos de arte generativa. O objetivo geral é que o computador aprenda sobre as preferências estéticas de um artista individual e usar esse conhecimento para ajudá-lo a encontrar fenótipos mais apropriados. Onde “apropriado” se refere a iterações que se encaixem na concepção estética do artista, ou que estão em alguma categoria que seja significativa para a exploração criativa do artista.

F) Diferenças entre a percepção visual entre arquitetos e não arquitetos na originalidade da tipologia de uma torre de Joy Mondal

Nesse artigo, Joy Mondal propõe o desenvolvimento de um componente de análise desenvolvido através de uma técnica de Aprendizado Profundo que avalie a originalidade de diferentes iterações de um edifício (MONDAL, 2021). O autor utiliza uma rede neural profunda que quantifica e prevê qualquer tipo de avaliação subjetiva ao combinar avaliação do edifício por um grupo de avaliadores arquitetos e não arquitetos. Nesse experimento, não são utilizadas imagens como entradas para o algoritmo, mas sim os índices de cada parâmetro para cada iteração do prédio. Mesmo sendo mais rápida, essa abordagem perde em performance, já que não utiliza as diversas análises de imagens que uma rede neural convolucional pode gerar.

O experimento conclui que os arquitetos consideraram as iterações mais originais do que os não arquitetos e que estes tendem a avaliar a originalidade de

forma mais coesa. Para essa pesquisa, isso pode indicar que uma avaliação popular de critérios de Design, apesar de soar inclusiva pode ser problemática devido à falta de uma visão profissional sobre o que se avalia.

G) Em direção à otimização dinâmica e exploratória para o projeto arquitetônico de David W. Newton

Nesse artigo, David W. Newton propõe uma ferramenta para ser utilizada em processos generativos de otimização interativa (NEWTON, 2021). Ele apresenta dois casos em que critérios objetivos (custos de fabricação, valorização para aluguel e economia energética) e subjetivos (qualidade espacial e lumínica de um cômodo) são utilizados como métricas para a evolução de sistemas generativos. Ele explica que diferente do passado, em que as análises subjetivas teriam que ser feitas diretamente pelo designer humano, as análises subjetivas executadas pelas máquinas de Aprendizado Profundo agora podem substituir o designer.

H) Alisa Andrasek

Em seus trabalhos, Alisa Andrasek propõe o engajamento entre o humano e o não humano, articulando de maneira distribuída a interação entre designer e a estrutura de informações propiciada pelos computadores (ANDRASEK, 2019). A expansão das agências é o tema central de Andrasek, que considera que “o superpoder da Arquitetura reside na complexa síntese de uma multiplicidade de agências” (ANDRASEK, 2018). Assim, ela busca integrar agências não-humanas na síntese da forma para que a predominância da lógica humana, que é encontrada até hoje no Design Computacional, seja substituída por uma nova de natureza híbrida.

Em especial, a sua metodologia visa restaurar o papel da percepção estética sensorial a um protagonismo perdido nos processos de Design Computacional. A estética que interessa a ela é uma contra-intuitiva que procura transmitir os efeitos invisíveis que inspiram admiração e um certo espanto. Apesar de soar como uma agência humana, esse tipo de estética, a que Andrasek se refere não é considerada como tal. Isso porque, esse tipo de estímulo é encontrado em todos os animais e não envolve as capacidades humanas. Como foi mencionado, essas capacidades são chamadas de pré-reflexivas e não envolvem a compressão de conhecimentos simbólicos que a agência humana ou humanista propriamente dita

envolve. Com isto posto, a seguir serão apresentados dois experimentos que ilustram bem as ideias de Andrasek.

No experimento “In Search of the unseen”, apresentado em sua tese de doutorado, Andrasek traz um método que ajuda o designer computacional a procurar por comportamentos formais interessantes dentro das infinitas possibilidades que um sistema generativo pode gerar. Para ela, é muito comum que após preparar um sistema generativo complexo um designer acabe por não procurar bem por iterações interessantes, como pode-se ver na citação abaixo:

Sistemas generativos, como os usados em geometria para arquitetura, pode gerar ricos resultados que seriam impossíveis com computadores convencionais e técnicas de projeto assistido. No entanto, em muitos casos, designers que estão escrevendo código generativo não gastam muito tempo procurando o que eu chamo de expressões inéditas e raras de estética. Muitas vezes, apenas escrever um código é difícil o suficiente, e os designers podem aceitar um pequeno conjunto de resultados selecionados quase aleatoriamente da gama possível de comportamentos de que sistemas emergentes complexos são capazes. Isso tem causado, muitas vezes justificado, críticas à computação design como sendo amplamente homogeneizado. (ANDRASEK, 2018)

Assim, ela parte de um sistema que gera um grande número de iterações e após explorar o espaço das soluções, é preciso que se avalie uma amostra de iterações em dois sistemas de categorização. No primeiro caso, as iterações são avaliadas sob o critério da estética com notas de 0 a 10 e o no segundo, categoriza as peças em diferentes padrões. Com isto, o sistema pode buscar não só as iterações mais esteticamente satisfatórias, mas também pelo tipo de iteração.

O projeto “*Gossamer tower*” parte da sobreposição de técnicas de multi-otimização somada a utilização de redes neurais convolucionais treinadas pelo designer. O processo parte de um sistema expressivo baseado em um processo biológico, nesse caso, o comportamento baseado em agentes por estigmergia¹⁸ (*Agent-based stigmergy behaviour*). Depois, a síntese é guiada por um algoritmo genético de multi otimização que inclui junto de outras análises de ordem objetiva um tipo de rede neural convolucional que encontra determinados padrões selecionados pelo designer através da observação das iterações. Ou seja, aqui os critérios são definidos de maneira indireta ao observar os resultados gerados pelo sistema e selecioná-los. Para finalizar, o designer precisa afunilar as suas escolhas até achar uma solução satisfatória através de um processo interativo.

O trabalho de Andrasek é muito desenvolvido tecnicamente, entretanto não existe discussão acerca de como a sua pesquisa e metodologias irão impactar o

¹⁸ Estigmergia é uma forma de auto-organização, como o encontrado em população de insetos, como as formigas.

campo do Design e a sociedade. Além disso, as suas pesquisas não citam teorias dentro ou fora do Campo que possam auxiliar nos processos que utilizam as máquinas de AP. Finalmente, apesar de mencionar questão da agência e do agenciamento de entes não-humanos, essa temática não é aprofundada nem nos artigos nem na tese de doutorado da pesquisadora.

2.4. Discussão

Com essas questões levantadas, esse trabalho se insere no grupo de designers computacionais que buscam a orquestração da cognição humana junto a agências não humanas em processos de Design. Por mais que a comparação entre as abordagens não humanas, humanistas ou híbridas seja um tema bem contemporâneo, elas remetem a discussões da pré-história do campo das teorias e métodos do Design, que podem ser ilustradas pelo embate das ideias de defendidas por Christopher Alexander contra as ideias defendidas por Gordon Pask.

Como foi mencionado anteriormente, esses encontros foram importantes para sistematizar os processos de Design, mas além disso, foram ao mesmo tempo os primeiros passos da interação entre o campo do Design e a computação e a IA. Nessa época, os trabalhos de Alexander consistiam em explicar o sistema do processo de Design através de seus padrões. Isso devido a grande quantidade de informações e da carga cognitiva que um processo de projeto envolve. Assim, Alexander enfatiza a necessidade da representação simbólica das soluções e das restrições dentro do problema. No livro, *Sistemas Geradores de Sistemas*, Alexander esboça a tradução da teoria geral dos sistemas de Bertalanffy em um contexto de Design e divide o processo de Design em dois sistemas, já mencionados aqui. O sistema como um todo, que conta com a visão de um indivíduo sobre o comportamento holístico do projeto; e o sistema gerador, que fornece um conjunto de peças e regras combinatórias.

Segundo Ahlquist, essa distinção é crítica, pois examinar apenas individualmente os conteúdos do sistema gerador impede qualquer compreensão de como o sistema como um todo se comporta. Ele também explica que ao decifrar a relação de partes, associações, e comportamentos, Alexander posiciona o designer como construtor de conteúdo e regras. Assim, essa separação “fornece uma estrutura valiosa para discernir a relação entre os afetos e os conjuntos de regras subjacentes, permitindo o processo fundamental pelo qual a descoberta da forma ocorre” (AHLQUIST, 2020b)

Apesar da importância inegável de Alexander, para alguns pesquisadores como Gordon Pask, a visão de Alexander limitava a exploração e modificação mais profunda em processos de Design ao engessar as intenções do designer em certezas pré-determinadas sobre os objetivos de projeto e seus problemas. Isso porque a proposição sistemática de Alexander, nessa época¹⁹, considerava que o sistema gerador não contava com a modificação da sua estrutura topológica, somente dos parâmetros associados a ela. Segundo Kim, devido a sua inevitabilidade e certeza, o sistema de Alexander não contava com a possibilidade de uma operação que modificasse a estrutura do sistema gerador (KIM, 2014). Ou seja, ele não previa que o aprendizado e a identificação de emergências ao longo do processo iriam justificar a modificação da estrutura topológica do sistema gerador, somente as variáveis.

Em outras palavras, um modelo como o de Alexander acaba sempre buscando uma otimização de uma ideia dentro de um espaço das soluções e do espaço dos problemas fechado e estático. Assim, Alexander propicia uma agência de Design que exacerba uma lógica circular auto satisfatória, onde o equilíbrio só ocorre através das calibrações explícitas dentro de um gama limitada de variações pré-estabelecidas pelas motivações do designer, formadas por suas interpretações do sistema como um todo (AHLQUIST, 2019). Isso é problemático para ele, porque, em suas palavras, “o Design exige uma vontade de ampliar ou silenciar comportamentos particulares do sistema devido a outras restrições programáticas ou contextuais” (AHLQUIST, 2019).

Diferentemente, a ideia de Gordon Pask se associa a uma visão não determinista e imanente. Pask foi um cientista cibernético muito importante para o desenvolvimento do campo do Design. Em sua publicação “The Architectural Relevance of Cybernetics” (PASK, 1969), ele já expunha a sua visão de que a Arquitetura e a cibernética eram intimamente relacionadas, pois ambas envolvem o design de sistemas (UZUN, 2021). Diferente da visão de Alexander, um sistema de Design para Pask, deve estar aberto a uma modificação completa.

Pask também acreditava que a agência de outros entes é central em um processo de Design até para guiar as modificações em um sistema. Para ele, as demandas de um agente podem alterar um sistema e indicar novas formas de outros agentes se conectarem a um projeto. Na sua Teoria da Conversação, Pask expõe a ideia de um campo plano onde humanos e não-humanos são participantes iguais na conversa. Para ele, qualquer agente que demonstre

¹⁹ Mais tarde, Alexander mudou a sua visão estática e em busca do equilíbrio para uma mais dinâmica em busca de novas formações.

inteligência não pode ser relegado a uma função de serviço ou descartado como uma ferramenta (IBAÑEZ, 2019). Nesse sentido, incluir novas agências, fora as do designer, é uma forma de criar possibilidades e perturbações que expandem o espaço das soluções e apontam outras necessidades de um projeto (AHLQUIST, 2020a). Essa dinâmica complexa e aberta que intercala a agência humana com outros entes é o que o sociólogo, filósofo e historiador da ciência britânico, Andrew Pickering chama de a “dança da agência” ao citar as ideias de Pask. Segundo ele:

Ao mudar o foco do equilíbrio do sistema para celebrar a “dança das agências”, qualquer perturbação é uma ação de Design que desencadeia uma série de efeitos observacionais e escolhas de um determinado estado, ponto ou motivação para observar e medir efeitos específicos em preparação para uma resposta. (PICKERING, 2002)

Em suma, essa pesquisa se insere junto ao novo direcionamento do campo focado em compreender o impacto da produção do Design Digital. Especificamente interessa investigar como novas agências podem ser incluídas na síntese da forma, como elas podem guiar a criatividade e a inovação e como elas podem fortalecer uma concepção de subjetividade mais empática na sociedade.

Nesse contexto é importante colocar que por mais que a pesquisa parta de uma linha experimental²⁰, isso não significa que a pesquisa não compreenda a importância de processos mais pragmáticos. Ou seja, projetos que foquem em uma fórmula estabelecida, no custo e no tempo, ao invés de focar na inovação.

Sobre o emprego de um Design Computacional Generativo, por exemplo, apesar de suas vantagens, como qualquer sistema de segunda ordem, esse modelo de Design envolve um trabalho maior do que um processo tradicional (de primeira ordem) e assim a sua adoção deve levar em conta o contexto em que o processo é inserido. É raro atualmente que um designer se encontre em uma posição em que ele disponha de tempo e orçamento, sem falar de uma cultura que apoie um modelo como os do Design Computacional Generativo. Deste ponto de vista, é natural que a grande maioria dos processos de Design ainda hoje se apoiem nas metodologias tradicionais do DAC, que são baseados em ideias já consolidadas e pré-determinadas que apenas apresentam pequenas variações em relação ao conceito original.

²⁰ O Design experimental é um ramo da disciplina preocupado em abrir novos caminhos ao desafiar práticas convencionais e consolidadas da disciplina através do desenvolvimento de ferramentas e metodologias de Design inovadoras. Para Rachel Armstrong, essas aplicações são práticas de pesquisa capazes de desenvolver paradigmas alternativos, redefinindo os materiais, ferramentas e limites do Campo (ARMSTRONG, 2020).

E mesmo adotando um modelo de Design Computacional Generativo, um designer não precisa estar no âmbito do Design experimental. Pelo contrário, é muito comum que esse modelo não envolva uma atitude exploratória. Nesses casos, um sistema generativo serve para otimizar alguns aspectos de um artefato sem alterar o conceito de um produto, como imaginado por Alexander. Um bom exemplo disso, é a indústria automobilística que faz o uso de sistemas generativos que otimizam diversos aspectos de um produto sem alterar o seu conceito. Ou seja, se compararmos os modelos dos primeiros veículos do século XIX com os de hoje, percebe-se que a estrutura conceitual de ambos se mantêm muito semelhantes. Ambos possuem quatro rodas, espaço para aproximadamente cinco pessoas, a mesma proporção geral entre outras semelhanças. Todavia se observamos outros aspectos de ordem conjectural, podemos reparar que ocorreram muitas adaptações ao longo do tempo como a aerodinâmica dos veículos, as cores e até a inserção de compartimentos para o apoio de recipientes, só para citar algumas.

2.5. Conclusão

Neste capítulo, procurou-se contextualizar, analisar e discutir o estado da arte das pesquisas que abordam o tema da interação entre IA e o Design. Especificamente, a pesquisa foca nas técnicas de Aprendizado Profundo aplicadas a agência não simbólica humana.

Para isso, primeiramente, o capítulo descreve a relação do conceito de agenciamento com o Campo do Design Digital desde os anos 1990 até os dias de hoje com a inserção das máquinas de Aprendizado Profundo. Em seguida é apresentado uma taxonomia de alguns modelos do Design Digital, em especial o modelo de Design Computacional Generativo. Depois se introduz o tema da IA, a história da interação entre a IA e o Design, a situação atual dessa relação e exemplos de abordagens que utilizam técnicas de máquina de Aprendizado Profundo para inserir agências humanas não simbólicas em processos de Design.

Em relação a questão da agência, a pesquisa contribui com a análise de três períodos da recente história do campo do Design Digital a luz deste conceito. Aqui observa-se que, pelo menos para as vanguardas desse campo, sempre existiu uma tentativa de fugir de fórmulas disciplinares do Design através da rejeição das agências humanas simbólicas. Todavia, se percebe que o foco muitas vezes isolado de agências não humanas ou das agências humanas não simbólicas somado a rejeição das agências humanas simbólicas limita o sucesso das

abordagens desses grupos. Nesse sentido, conclui-se que para a produção do Design, a inclusão de agências deve ser plural e que as agências simbólicas são vitais para o processo, principalmente na fase em que se avalia a integração de todas as agências na síntese da forma e deve-se tomar decisões sobre as possíveis alterações do sistema gerador.

Sobre os diferentes modelos de Design do Design Digital, o capítulo contribui com uma classificação simples e didática que leva em conta as tecnologias e as formas de pensar associadas com cada modelo. A conclusão que se chega aqui é que o Design Computacional Generativo é um modelo poderoso capaz de incluir a lógica computacional ao mesmo tempo que possibilita a inclusão de outras agências de maneira integrada.

Na terceira parte do capítulo, a pesquisa contribui trazendo uma visão geral da relação entre a IA e o Design. Aqui se conclui alguns pontos importantes, como a noção de que apesar do foco atual nas aplicações ligadas a síntese da forma, ainda existe muito espaço para as técnicas de classificação serem exploradas. Além disso, conforme argumentado por pesquisadores, foi observada a necessidade de melhor embasar as pesquisas práticas que utilizam Máquinas de Aprendizado Profundo no Design.

3 Agência Humana não simbólica no Design segundo o Pós-humano

Desde os anos de 1980, a academia de uma forma geral vem buscando uma aproximação com as capacidades humanas não simbólicas que vinham sendo gradativamente eclipsada pelas capacidades simbólicas pelo menos desde o Renascimento. No Design, parte dessa reaproximação envolve refletir sobre como um design pode materializar comportamentos formais que atuem como estímulos captados pelas capacidades não simbólicas. Esses estudos partem do entendimento sobre o que são e como funcionam essas capacidades e daí consideram essas capacidades agentes de influência da síntese da forma.

Apesar de não utilizar as categorizações simbólicas humanas, isso não significa que as capacidades não simbólicas não sejam capazes de identificar ou transmitir expressões e significados. Por sua vez, esses significados são extremamente importantes para a formação da identidade e da subjetividade de um ser humano. Portanto, em última instância incluir as agências não-simbólicas na forma da produção do Design é uma maneira da profissão transformar o mundo.

As pesquisas sobre a inclusão das agências não simbólicas humanas no Design se fundamentam em diferentes áreas do conhecimento como na Filosofia, na neurociência, na teoria estética, na computação e como não poderia deixar de ser na própria disciplina do Design junto a teoria histórica e a teoria de fundamentos do Design. Nesses casos, os pesquisadores do Design se associam as correntes teóricas que melhor se alinhem com as suas visões de mundo. Dentro do Campo da Filosofia, essa pesquisa parte de uma visão alinhada a teoria Pós-Humana Crítica e algumas de suas bases, notadamente o Novo Materialismo Vitalista e as filosofias de Deleuze e Espinoza.

É importante colocar que outras correntes teóricas dentro da Filosofia, vêm sendo utilizados em busca de conhecimentos acerca das agências humanas não simbólicas. Em especial, nota-se um interesse contínuo do campo na Fenomenologia desde os anos 1960. Nessa época, as principais figuras que se apropriaram da fenomenologia na crítica arquitetônica eram Christian Norberg-Schulz (HADDAD, 2010; NORBERG-SCHULZ, 1965, 1980) e Gaston Bachelard (BACHELARD, 1996). Mais recentemente, Juhani Pallasmaa (PALLASMAA,

2011) e Alberto Pérez-Gómez (PÉREZ-GÓMEZ, 2016) talvez sejam os seus maiores entusiastas.

A escolha pela linha materialista realista do Pós-humano Crítico ao invés da fenomenologia se deu pelo fato da fenomenologia defender um significado estático transcendental, enquanto o Pós-humano acreditar numa significação material imanente condicionada pela constante modificação dos entes.

Para Simone Brott, na fenomenologia o sujeito se insere em um sistema de signos para estabelecer algum significado (BROTT, 2016). Nesse sentido, a fenomenologia no Design apenas propõe alterar uma mitologia por outra e segunda ela, a fenomenologia no Design apenas reinscreve o humanismo do modernismo utópico (BROTT, 2016). Segundo Antoine Picon, a relação entre sensorial e o simbólico; e entre a materialidade e humanidade têm sido usualmente mobilizados pelos proponentes da abordagem fenomenológica no campo do Design. Entretanto, ele argumenta que a abordagem deles se torna problemática devido a tendência da fenomenologia de referir-se a uma concepção a-histórica do sensorial e do simbólico (PICON, 2021). Ou seja, para Fenomenologia o significado incorporado não é relacional.

O capítulo parte da teoria Pós-Humana em geral, mas com atenção especial a teoria Pós-humana Crítica da filósofa Rosi Braidotti e algumas de suas bases como as filosofias de Deleuze e Espinoza e o Novo Materialismo Vitalista. Além disso foram utilizados trabalhos dos principais comentaristas da obra de Deleuze no Design: Manuel DeLanda, Sanford Kwinter, Brian Massumi, John Rajchman e Anthony Vidler; bem como pesquisadores como Andrej Radman, Stavros Kousoulas, Robert A. Gorny, Peg Rawes, Gökhan Kodalak entre outros.

O objetivo deste capítulo é investigar a perspectiva Pós-humana em relação as agências humanas não simbólicas e sua inclusão na síntese da forma no Design. Especificamente busca-se compreender o que é? Como funciona? Como operá-la dentro e fora do Design? E qual é a relevância da inclusão dessa forma de agência para o Design? O capítulo é dividido em seis partes que correspondem as questões mencionadas anteriormente, além de uma contextualização do conceito de Pós-humano e da conclusão que apresenta o resumo do capítulo.

3.1. Contexto: Conceito Pós-Humano e o Design

Segundo Hayles, o termo Pós-humano “serve para descrever um fenômeno histórico que ocorreu em ideias sobre o ser humano desde aproximadamente a década de 1930 até o presente” (HAYLES, 1999). Foi a partir

desse período que os desenvolvimentos do século XX começaram a desmontar a herança do Iluminismo que enfatizava a autonomia, racionalidade e individualidade. Esse desmonte não foi executado de uma hora para outra e assim o Pós-humano não é uma quebra brusca ou radical, mas sim, uma concepção historicamente específica de subjetividade atrelado ao seu contexto em constante mudança (HAYLES, 1999).

Aqui é importante colocar que em uma de suas conotações o termo “subjetividade” pode se referir ao modo como um grupo pensa sobre si, sobre o mundo e sobre as suas experiências. Segundo Figueiredo e De Santi, essas maneiras de se pensar não são naturais nem necessárias, mas sim partem de um movimento de transformações pelas quais o homem tem passado em sua história. Assim ao longo dos séculos, investigações sobre a subjetividade foram abordadas, respondidas e ignoradas de maneiras diversas de acordo com o contexto em que elas ocorreram (FIGUEIREDO; DE SANTI, 1997).

Isso significa que a concepção da subjetividade Antiga é diferente da subjetividade Medieval, por exemplo, não por uma mudança da natureza do universo, mas por uma mudança de como os seres humanos passaram a entender as suas relações. E essa forma com que os seres humanos passaram a entender as suas relações é o resultado dela mesma agindo com forças tecnológicas, sociais e culturais de seu tempo (FIGUEIREDO; DE SANTI, 1997). Portanto, pensar sobre a subjetividade de um grupo social envolve pensar em como diversos agentes formaram essa maneira de pensar e como ela forma esses agentes.

Para Donald Hall, a subjetividade como um conceito crítico nos convida a considerar a questão de como e de onde surge a identidade, em que medida ela é compreensível e em que grau ela é algo sobre o qual temos alguma medida de influência ou controle. O que para ele implica na ideia de que o estudo da subjetividade é a intersecção de duas linhas de investigação filosófica: a epistemologia e a ontologia (HALL, 2004).

Hoje grande parte da humanidade vivencia ou pensa de maneira alinhada a concepção da subjetividade Moderna. Essa maneira de pensar surgiu na Idade Moderna e é fundamentada na ideia de que existe uma dualidade entre a mente e o corpo; e a mente e o mundo. Assim, para essa forma de pensamento, a mente é o loco onde tudo é criado, e o resto é submetido a ela.

Em crise desde o final do século XIX, a subjetividade Moderna vem cada vez mais sendo desafiada por pensadores que veem nela a causa do desalinhamento entre a humanidade e o mundo. Para esses pensadores, essa

forma de subjetividade não suporta mais as percepções que a humanidade tem sobre si mesmo e sobre o mundo. Nesse sentido, a cada nova descoberta das ciências humanas e naturais sobre a existência de um contínuo entre mente e corpo e o mundo, mais a subjetividade moderna é vista como causa da desconexão entre os seres humanos e a matéria. Essa desconexão por sua vez acontece pelo uso exagerado da capacidade simbólica humana e da rejeição as capacidades não simbólicas.

Uma forma de compreender mais sobre as diferentes formas de subjetividade é pensar em exemplos de pessoas que seguem esse tipo de pensamento. Para Anthony Vidler, o sujeito moderno é um sujeito perdido no “enquadramento ou estrutura do infinito” que ele mesmo cria ao inventar regras transcendentais para não encarar o infinito da imanência da vida (VIDLER, 2002). Vidler usa os arquitetos, Le Corbusier e Howard Roark como exemplos desse sujeito. Roark é o personagem principal do livro *The Fountainhead* de Ayan Rand (RAND, 1943). Para Vidler, esses sujeitos querem ser vistos como heróis que gozam de uma grande liberdade para conceber um mundo novo através de suas mentes geniais. Apesar de se entenderem dessa maneira, o autor aponta que na verdade, eles acabam apresentando posturas arrogantes e desconectados da realidade. O autor compara o “desdém arrogante de Le Corbusier pelas pessoas, pelas ruas e pela natureza” como semelhante ao comportamento de Roark, que acredita ser o centro do saber. Ou seja, eles querem se livrar dos preceitos clássicos impondo novas regras sem levar em conta nenhum tipo de agência que já exista.

Pode-se dizer que levado pela crença na centralidade da mente humana, o sujeito Moderno não só ignora a dinâmica dos outros seres humanos, mas também a de seu próprio corpo e do mundo. Essa desconexão do que se sente através da relação com a matéria e da submissão com o que se é imposto a pensar pela capacidade simbólica introjetada, é o que, para Vidler, causa a sociedade Moderna neuroses e fobias. Nesse sentido, ele cita a sensação de agorafobia e vertigem que Corbusier e Roark relatam em momentos em que se deparam com a grandeza da natureza²¹. Ou seja, o significado incorporado captado da imensidão da natureza se choca com a linguagem artificial e limitada que eles se impuseram.

Para Simone Brott, o sujeito Moderno é uma pessoa “dispersa em um crescente número de sistemas desconectados abstratos e um tanto sinistros”

²¹ Quando Corbusier vai a Acrópole de Atenas e quando Roark olha para um penhasco.

(BROTT, 2016). Ao invés de um sujeito livre e heroico, como Le Corbusier talvez se sentisse, e como vislumbrado por Ayn Rand, Simone Brott sugere que o sujeito mais condizente para ilustrar o sujeito moderno hoje seja o narrador central do filme “Clube da Luta” (“Fight Club”) (BROTT, 2016). A história narra a busca gradativa do eu-lírico por formas de se sentir no controle de sua vida e de formas de sentir afeto e significância. Sem sentir prazer na sua vida cotidiana, marcada pela rotina, solidão e compras; ele começa sua procura frequentando grupos de apoio, onde ele possa escutar histórias impactantes; depois cria um clube de luta e uma gangue e finalmente bota um plano para atacar o sistema financeiro. Segundo a autora, sem conseguir criar vínculos reais e perdendo a sua identidade, esse personagem acaba criando um avatar que se coloca como um super-humano onisciente. Assim, ela conclui que é o desejo desse indivíduo de ser autodeterminado e o fracasso de atingir essa meta que acaba sendo a marca do sujeito moderno que é replicada até hoje (BROTT, 2016).

Apesar da sociedade ocidental ainda viver sobre a concepção da subjetividade Moderna, cada vez mais percebe-se que os seus valores vêm sendo substituídos por outros de uma nova concepção denominada Pós-humana. Mais precisamente, desde o início do século XX, iterações entre avanços culturais, sociais, descobertas científicas, transformações tecnológicas e ambientais vêm borrando as fronteiras entre a dualidade da mente e corpo; do orgânico e do inorgânico; e do humano e não humano. Segundo Voyatzaki, todas essas transformações vêm naturalmente convergindo para a percepção que somos formados por uma rede de relações que são informadas por outras formas de conhecimento que não apenas as que vem da mente humana (VOYATZAKI, 2018). Assim, diferente da subjetividade Moderna, a subjetividade Pós-humana entende que existe um continuum entre o humano, o corpo, a natureza e as tecnologias e que este torna-se cada vez mais evidente nos materiais inteligentes, nos sistemas sencientes e nas redes de comunicação onipresentes que povoam o ambiente urbano hoje (HARRISON, 2013).

Entre esses avanços pode-se citar a teoria da relatividade e a física quântica no Campo da Física (VOYATZAKI, 2018); a descoberta do neurônio espelho na ciência cognitiva (FREEDBERG; GALLESE, 2007); o conceito de visão inicial na psicologia (MITROVIĆ, 2013, 2018) o desenvolvimento da ideia da biologia herdada na neuro estética (ZEKI, 2009, 2019); e a teoria do aquecimento global são alguns dos exemplos de avanços científicos que veem confirmando a visão de que os humanos e tudo o que existe são formados objetivamente e subjetivamente por uma rede de outros entes que os rodeiam. Nesse sentido, viver

de forma ativa significa se situar numa rede complexa que liga cada sujeito a diversos entes e suas forças de afetar e ser afetado.

Da mesma forma que Vidler e Brott exemplificaram o sujeito Moderno, o sujeito Pós-humano de hoje talvez possa ser exemplificado pelo personagem principal do filme Matrix, Neo. No filme, o protagonista descobre que toda a sua vida foi uma simulação computacional que serviu para gerar energia para uma sociedade de máquinas. Aqui, a simulação imposta ao personagem remete aos sistemas de códigos super determinados que atuam como cúmplices da subjetividade desmaterializada Moderna (BROTT, 2016). Por sua vez, escapar da simulação significa se conectar com a realidade da complexidade do mundo material onde se pode viver ativamente ao atentar para os devires da vida.

Outro exemplo, de um sujeito Pós-humano já completamente livre da subjetividade Moderna pode ser referenciado de forma conceitual pelo povo Navi do filme Avatar (CAMERON, 2009), como citado de forma pejorativa por Mark Foster Gage (GAGE, 2016). No filme, o povo extraterreno Navi habita o planeta Pandora onde incursões humanas vêm buscar recursos através do extrativismo mineral. Os Navis são retratados como indígenas que tem a capacidade de fisicamente e subjetivamente se conectar com todo o seu planeta, a fauna e a flora. Apesar da conexão extrema que esses seres conseguem manter com o seu ambiente, a intenção do diretor James Cameron é transmitir a ideia de que, como os Navis, os humanos afetam e são afetados pelo seu ambiente e que a sociedade corre um risco sério se não modificar a sua forma de pensar. A primeira cena do filme de 2009 já externa essa preocupação ao exibir uma cidade onde uma multidão de pessoas está vestindo máscaras, numa referência as preocupações sobre o surgimento de pandemias.

A partir dessas ideias, o conceito de Pós-humana se fragmentou em uma vasta gama de posições que muitas vezes defendem políticas de agendas diametralmente opostas. Nesse sentido, Harrison coloca que o Pós-humano evoca quase tantas posições teóricas diferentes quanto parecem pressagiar novas espécies ao longo de um continuum de vida humana, animal e digital (HARRISON, 2013).

Entre essas linhas teóricas, essa pesquisa examina a teoria Pós-Humana Crítica desenvolvida pela filósofa Rosi Braidotti. Enquanto muitas visões do Pós-humano orbitam em torno de visões sombrias ou passivas, a postura afirmativa adotada por Braidotti acredita em um futuro esperançoso baseado em uma ética conjunta que requer mudanças drásticas nos valores da sociedade e nas formas

de pensar através de práticas criativas sem negar o passado humanista da sociedade ocidental (BRAIDOTTI, 2019).

O Pós Humano Crítico, foge de uma reconhecida polarização do Campo dos estudos Pós-Humanos e se posiciona no que Braidotti chama de um “meio termo” (BRAIDOTTI, 2013). Enquanto um extremo inumano reconhece a agência de outros entes junto ao agente humano, mas rejeita qualquer forma de subjetividade; o extremo humanista, reconhece a necessidade de mudança, mas ainda adota uma concepção de subjetividade baseada na mente humana. Entre eles, o “meio termo” da teoria de Braidotti considera o agenciamento de múltiplos entes humanos e não-humanos na formação da subjetividade.

Existem diversas linhas ditas inumanas dentro do movimento Pós-humano, entretanto, devido a percepção de que apenas duas delas sejam de fato aplicadas no campo do Design, essa seção analisa apenas a teoria ator-rede (TAR) e a Ontologia Orientada a Objetos (OOO).

No campo dos estudos da ciência e tecnologia, a teoria ator-rede tem estressado a importância de atores não humanos nas relações entre redes e "assemblagens" na produção de conhecimento. De acordo com Bruno Latour, o principal proponente da teoria, esta abordagem surgiu no final dos anos 1980 como uma maneira de os teóricos captarem o papel das coisas e objetos nos estudos sociais da ciência e tecnologia (LATOURE, 2005). A maior contribuição de Latour foi em desafiar a distinção do objeto e do sujeito e mais especificamente desafiar a associação da matéria com passividade.

Segundo Lillywhite, essa teoria desestabiliza a visão construtivista social e introduz uma forma não reducionista do Novo Materialismo como uma perspectiva realista da verdade (LILLYWHITE, 2017). Para Frichot e Loo, mesmo com algumas diferenças marcantes, essa teoria admite uma estreita aliança com a teoria de Deleuze e Guattari, especificamente em seu estudo dos atores humanos e não humanos que se reúnem em seus conjuntos complexos e dinâmicos. Dessa forma, a Teoria da Rede de Atores redefine a ecologia por meio de um novo materialismo (FRICHOT; LOO, 2013).

Apesar de Braidotti enaltecer a técnica analítica de Latour, ela acredita que as suas ideias acabam por não conseguir prover uma mudança qualitativa de perspectiva dentro das redes analisadas. Segundo ela, isso se deve ao fato da ontologia plana da teoria ator-rede não só planificar as entidades, como na visão de Espinoza e mais tarde de Deleuze, mas também por igualar as suas capacidades. Nesse sentido, ela acredita que essa não diferenciação de capacidades acarreta em um abandono da ideia de sujeito e da subjetividade.

Assim, sem diferenciar a força que cada ente emana, Braidotti argumenta, é que essa teoria perde um dos principais componentes do Pós-humano que é a multiplicidade de perspectivas de base ("*ground perspectives*"), que pede diversidade e heterogeneidade (BRAIDOTTI, 2019).

A Ontologia Orientada aos Objetos é outra linha teórica Pós-humana inumana que vem ganhando espaço nos últimos anos. Formulada em 1999 pelo filósofo Graham Harman em sua tese de doutorado (LEACH, 2016), a OOO é uma maneira de ver o mundo não antropocentricamente, mas, em vez disso, fazer uma distinção entre objetos e seus latentes pacotes de qualidades (HARMAN, 2019).

Para a Ontologia Orientada aos Objetos, a subjetividade é algo completamente inventado que ocorre sobre uma rede de interações do mundo que acontece independente dos humanos. Dessa maneira, essa teoria defende que os humanos não devem se preocupar em buscar relações com o mundo real pois o poder de pensamento e de ação que acontece nele é muito complexo para o entendimento humano. O único contato com o mundo que existe para a OOO ocorre de maneira extremamente limitada através apenas de interações sensoriais objetivas e qualquer relação real que pode existir entre as coisas são meramente indiretas e, como tal, estéticas. Aqui, defende-se a visão que os objetos e qualidades reais existem por si mesmos, enquanto objetos e qualidades sensuais existem apenas como correlatos de algum objeto real, humano ou não (BEDFORD; HARMAN, 2020).

Entre os críticos da OOO, Frichot, argumenta que a incorporação das ideias de Harman cria o risco de uma interrupção entre as relações entre os objetos (humanos ou não) ou de tornar os objetos inacessíveis e "retirados" a ponto de retrocedermos para uma forma conservadora e retrógrada de fascínio fenomenológico. Através dessas ideias, Frichot argumenta que:

O objeto sensorial "nos é roubado", ou pelo menos sua sombra é lançada mais uma vez em uma tela ou em uma parede da caverna e somos informados de que tudo o que podemos fazer é descrevê-lo através de uma divagação fenomenológica poética, aplicando uma definição delimitada e estética insignificante, agarrando-a cegamente enquanto continua a nos iludir. (FRICHOT, 2018)

Continuando, ela coloca que os objetos que os seguidores da Ontologia Orientada aos Objetos tratam, correm o risco de serem circunscritos como exercícios estéticos autônomos. Ou seja, as entidades reais primordiais são retiradas dos humanos e substituídos pela própria mente do observador estético como o novo objeto real que sustenta as qualidades do mundo (FRICHOT, 2018).

No outro extremo das teorias Pós-humanas, as linhas humanistas dentro do Pós-Humano, buscam uma mudança na sociedade através do combate as ideias Humanistas eurocêntricas. Essas linhas teóricas defendem que a sociedade está vivendo em um momento de transição para uma concepção de subjetividade Pós-humana e utilizam o humanismo para transformar algumas ideias do próprio humanismo. Essa autocrítica ao Humanismo europeu já pertence a uma tradição do próprio Humanismo em geral e europeu, que como coloca Edward Said: “Alguém pode criticar o humanismo em nome do Humanismo (SAID, 1994).

Entre essas teorias pode-se citar as teorias humanistas pós-coloniais, feministas, queers, indigenistas e raciais. Essas teorias trazem uma análise crítica meticulosa da extensão em que as suposições sobre a supremacia de um grupo humano moldaram as discussões filosóficas sobre todos os humanos, excluindo os outros grupos. E com isso elas também buscam incluir a agência de todos os seres humanos que foram sexualizados, racializados, ou outros que lutam por justiça social e rejeitam a exclusão, a marginalização e a desqualificação simbólica. (BRAIDOTTI, 2019).

Apesar de bem-intencionadas, Braidotti argumenta que essas linhas teóricas são menos capazes de gerar mudanças estruturais na sociedade devido a não inclusão da crítica ao antropocentrismo. Para ela, mais do que a soma de suas partes, o Pós-humano quando enfrenta o humanismo eurocêntrico e o antropocentrismo conjuntamente blinda as suas abordagens contra essas hierarquias e exclusões. Continuando ela acredita que sem a união dessas duas linhas investigativas, corre-se o risco de que apenas sejam criadas novas formas de hierarquia ou exclusões para substituir as antigas (BRAIDOTTI, 2019).

Com esses polos definidos, a teoria Pós Humana Crítica situa-se em um meio termo onde se prioriza a agência não humana sem negar a agência simbólica. Dessa maneira ela prioriza as agências materiais e a relação dessas com a formação códigos simbólicos sem excluir a formação cultural de nenhum grupo humano e da própria importância única da capacidade simbólica humana. Assim, ela funciona como uma ferramenta analítica para compreender a natureza fundamentada e localizada responsável pelos processos afetivos, sociais e epistêmicos em que estamos envolvidos atualmente, e o papel dos agentes não humanos em coproduzi-los (BRAIDOTTI, 2019).

Nesse sentido, Braidotti argumenta que o Pós-humano pode ser entendido pela convergência dos movimentos pós-humanista e pós-antropocêntrico. Ou seja, ele engloba tanto a oposição da ideia que vê o ser

humano como centro do mundo, quanto a oposição do humanismo europeu que força apenas o seu ponto de vista.

Questionado pela teoria pós-humana, o antropocentrismo é uma forma de pensamento que separa e atribui ao ser humano primazia sobre as outras espécies, bem como tudo o que existe. Ainda muito presente na forma que a sociedade ocidental entende o mundo até hoje, a hegemonia do pensamento antropocêntrico se iniciou há muitos séculos, no fim do período Medieval, quando o Renascimento ressuscitou da antiguidade a oposição binária entre alma e corpo. Ao longo do tempo, a dialética entre corpo e alma foi progressivamente substituindo a alma pela mente em seu projeto de des-teocentralização. Como crítica ao antropocentrismo, o pós-antropocentrismo, surge como o deslocamento da centralidade dos humanos, rompendo uma série de fronteiras entre os seres humanos e o ambiente ou os “outros” naturalizados: animais, insetos, plantas e meio ambiente.

O ideal humanista também é questionado pela teoria pós-humana e se refere a uma forma de pensamento que coloca o “homem” como a medida supostamente universal de todas as coisas. O termo “homem” aqui se refere ao homem (do sexo masculino) branco, europeu, heterossexual em oposição a todos os outros seres humanos que não se encaixam no padrão dominante. O pós-humanismo critica o humanismo europeu em relação a como historicamente a narrativa do “Homem” eclipsou os outros seres, reivindicando justiça social e rejeitando a exclusão, a marginalização e a desqualificação simbólica (BRAIDOTTI, 2019).

A subjetividade Pós-humana e o desenvolvimento de sua estrutura são o ponto central para a teoria de Braidotti. Isso porque, segundo Braidotti e Hlavajova, “a remodelação do conceito de subjetividade para o contexto atual proporcionará uma produção de uma cartografia adequada das condições em transformação atuais e para um delineamento de soluções possíveis para essas condições”(BRAIDOTTI; HLAVAJOVA, 2018). De maneira geral a subjetividade nesse enquadramento é uma capacidade de qualquer ente de transmitir significados através de encontros afetivos e é capaz de modificar não só o estado, mas a forma de pensar de um ser humano.

Para Braidotti, a subjetividade Pós-humana é “uma capacidade relacional estrutural, acoplada ao grau específico de força ou poder de que qualquer entidade é dotada: sua capacidade de se estender para e na proximidade de outras” (BRAIDOTTI, 2019). Massumi coloca que essa subjetividade é estruturada por conexões caracterizadas pelo poder de afetar e ser afetado e começa com o

reconhecimento de que o que nos define não é a racionalidade, nem nossa faculdade cerebral sozinha, mas sim a autonomia do afeto como uma força virtual que se atualiza por meio de laços relacionais (MASSUMI, 2002a). Esse conjunto de laços, é chamado de rede transversal e conecta o planeta, o solo, a água, plantas, animais, bactérias e agentes tecnológicos e tudo o que existe (BRAIDOTTI, 2019).

Aqui, o sujeito pós-humano não é apenas um ser humano, mas uma assemblagem mais complexa que desfaz os limites entre interior e exterior ao enfatizar processos e fluxos. Se de um lado esse sujeito é internamente fragmentado, já que ele é parte de uma assemblagem que o define, ele também é ao mesmo tempo intimamente conectado com o mundo. Para Tsing *et al.* essa conexão ativa gera um senso profundo de cuidado e compaixão para o estado danificado do nosso planeta (TSING *et al.*, 2017).

A teoria Pós Humana Crítica é amplamente baseada na filosofia de Gilles Deleuze e é através dela que se busca operacionalizar uma relação mais real com o mundo. Nesse sentido, Braidotti coloca que “é adotando as ideias de Deleuze, que os modelos antropocêntricos e humanistas podem ser renovados por outros que possam nascer de uma relação mais direta com o mundo através dos encontros imanentes de afetos” (BRAIDOTTI, 2013).

O afeto é a base operacional conceitual que traduz as condições reais do mundo para novas subjetivações. É através dos afetos que novas formas de pensar se desdobram livres de modelos prontos. Segundo Massumi:

O afeto é a chave para repensar o poder pós-moderno após a ideologia. Pois, embora a ideologia ainda esteja muito presente conosco, geralmente nas formas mais virulentas, ela não é mais abrangente. Não define mais o modo global e o funcionamento do poder. Agora é um modo de poder em um campo maior que não é definido, em geral, pela ideologia. Isso torna ainda mais premente conectar a ideologia às suas reais condições de emergência (MASSUMI, 2002b).

Nesse sentido, Hickey-Moody e Malins argumentam que o afeto tem implicações éticas e políticas porque afetar determina a maneira pela qual um assunto é abordado. Como conceito, o "afeto" nos permite pensar em como certas assemblagens, idiomas ou instituições sociais afetam os corpos de maneiras que não são conscientes. Os afetos têm a capacidade de perturbar as formas habituais e arraigadas de pensar. Eles têm a capacidade de nos fazer mover nossos corpos de novas maneiras, para nos forçar a nos relacionarmos e pensarmos sobre o mundo de maneira diferente (HICKEY-MOODY; MALINS, 2008).

A filosofia de Deleuze pode ser entendida como uma forma de compreender quem somos e o mundo que nos cerca através de uma visão que não depende nem da mente humana e da ideia de que tudo pode ser construído; nem da visão essencialista de que o mundo é composto de objetos totalmente formados. Assim, algo a mais é necessário para explicar o que confere a nossa identidade e a identidade do mundo e o que preserva essa identidade através do tempo. Nesse sentido, DeLanda explica que esse algo a mais são processos que envolvem materiais, energias ou que mesmo que não envolvam nenhuma dessas substâncias, permanecem imanentes ao mundo da matéria e da energia (como as convenções simbólicas) (DELANDA, 2005). Assim, as ideias de Deleuze representam uma forma de entender a subjetividade como sendo um processo anterior a linguagem; e o sujeito como sendo indissociável de outros entes que o cercam.

Isso não significa que arquétipos como convenções simbólicas não impactem a formação de um ente, mas esta convenção só consegue isso porque pode ser descrita pelos processos energéticos e materiais que impactam uma formação. Como Massumi coloca, “um ato de fala modifica o potencial do alvo da fala para executar uma ação: é uma ação da fala sobre o potencial de ação do alvo” (MASSUMI, 2002b). Da mesma maneira, DeLanda explica que para Deleuze a subjetividade se forma pelas relações intensivas materiais e também pode ser influenciada pelas formações linguísticas existentes, apesar dessas relações transcendentais não serem necessárias para a geração subjetiva (DELANDA, 2013). Nesse sentido, a linguagem é uma codificação que comprime ou agrupa um conjunto de processos materiais e energéticos.

Em relação a formação da subjetividade, Brott explica que para Deleuze a subjetividade “não é uma pessoa, mas sim um poder composto por forças imanentes que emanam e são captadas por entes para agir e produzir efeitos no mundo” (BROTT, 2016). Nesse sentido o “eu” é nada mais que o efeito superficial de processos impessoais de diferenciação e repetição de singularidade pré-pessoais (BROTT, 2016).

Apesar do termo “Pós-humano” ser recente, sendo primeiro utilizada em meados da década de 1980, as ideias Pós-humanas não são totalmente novas para o campo do Design. Na introdução do livro “Teorias arquitetônicas do meio ambiente: território pós-humano” (*Architectural Theories of the Environment: Posthuman Territory*), publicação do ano de 2013, a professora Ariane Lourie Harrison, traz um panorama da produção Pós-Humana antes mesmo do termo ser cunhado (HARRISON, 2013). Enquanto alguns autores veem traços de uma

“sensibilidade pós-humana” desde os anos de 1920 em certas obras arquitetônicas, Harrison coloca que “os corpos pós-humanos e suas subjetividades em rede, surgem na Arquitetura do pós-guerra”, muito antes do surgimento do termo Pós-humano propriamente dito. Entre esses exemplos pode-se citar o trabalho de Cedric Price que demonstra empatia aos animais e atenção a materialidade ao misturar pássaros e humanos nas redes e passarelas elevadas do Aviário para o Regents Park Zoo de Londres (1960-63) e a inclusão da dinâmica material nos trabalhos de lonas tensionadas de Frei Otto e Gunther Behnisch.



FIGURA 5 - Aviário do zoológico Regents em Londres de Cedric Price
Fonte: (HARRISON, 2013).



FIGURA 6 - Cobertura do estádio olímpico de Munique de Frei Otto e Gunther Behnisch
Fonte: (GLAESER, 1972).

Mais recentemente, o Campo do Design e as ideias Pós-humanas se encontram através da filosofia de Deleuze nos anos de 1970, e anos de 1990 quando elas foram consumidas de maneira mais significativa dentro do campo do Design Digital, especialmente na busca pela inclusão de agências humanas não simbólicas. Entre essas abordagens pode-se citar o trabalho de designers como Petra Blaisse, Pipilotti Rist, Arakawa Gins e Lars Spuybroek. Segundo Ingraham, Petra Blaisse dominou o aumento das propriedades do material nos interiores de alguns edifícios da OMA. No caso dela, o uso extensivo de cortinas sensuais e materiais modificados digitalmente também nos aproxima desse ideal animal de um ambiente puramente sensibilizado. Sobre o trabalho de Pipilotti Rist, ela coloca que “os fragmentos e manchas que percebemos em suas vídeo-instalações parecem nos conectar diretamente com profundas sensações corporais e viscerais, como experiências avassaladoras que não podem ser processadas pelo cérebro” (INGRAHAM, 2005). Sobre o trabalho de Arakawa Gins e de Lars Spuybroek, Kris Mun explica que:

Da mesma maneira que Arakawa Gins usa a forma para dar agência à experiência humana, o trabalho de NOX / Lars Spuybroek estrutura a experiência projetando a continuidade na forma de maneira que as diferenças intensas coevolam com o usuário e se formem como experiência. Spuybroek quebra a distinção típica na arquitetura de que a superfície de ação está no chão e a superfície de percepção está na parede. Em vez disso, semelhante a Arakawa Gins, Spuybroek comercializa elementos discretos com continuidade. A relação entrelaçada de ação-percepção é

retratada no wetGRID, onde o reposicionamento explícito do corpo ao visualizar as pinturas instaladas tem influência em como a informação é recebida e percebida (MUN, 2019).



FIGURA 7 - Pavilhão da água de Lars Spuybroek
Fonte: (SCHIELKE, 2016).



FIGURA 8 - Projeto Mitaka Lofts do escritório Arakawa Gins
Fonte: (LAMBERT, 2014).

Apesar desses esforços Pós-Humanos do passado, Voyatzaki argumenta que foi somente no início dos anos 2000 que mudanças no Campo do Design causadas pela crescente oposição as ideias antropocêntricas e humanistas convergiram com o avanço de meios tecnológicos e propiciaram que o Design

reunisse os meios para efetivamente organizar e botar em prática um modelo de Design fundamentado por uma subjetividade Pós-humana (VOYATZAKI, 2018b).

Aqui Voyatzaki se refere a popularização do Design Computacional, e das suas variações, que desde essa época tem sido visto como uma forma de pensamento e processo dentro do Design ideal para o desenvolvimento de uma agenda Pós-humana. A conexão entre o Pós-humano e a computação no Design começa pela percepção de que o Design Computacional é um empreendimento Pós-humano em si. Isso porque essas formas de Design podem ser entendidas como modelos híbridos que misturam o cérebro humano e o “cérebro” dos computadores ao mesmo tempo que insere a agência de outros entes na síntese da forma. Nesse sentido, Kathy Velikov, Sean Ahlquist, Matias del Campo, Geoffrey Thün, colocam na introdução do livro da conferência ACADIA de 2016, cujo tema foi “Fronteiras Pós-humanas” que:

Se o pós-humano puder ser definido como a condição na qual os seres humanos são entendidos como entrelaçados e co-evolutivos com ferramentas e redes tecnológicas, médicas, informáticas e econômicas, e existirem dentro de um continuum com entidades biológicas, ecológicas e mecânicas (WOLFE, 2010), então o Design computacional é, por definição, um empreendimento pós-humano. (VELIKOV et al., 2016)

Como foi mencionado, as ideias de Espinoza e Deleuze que inspiraram o Pós-humano, não foram pensadas para a aplicação no Design, mas sim para uma pessoa ativamente moldar a sua vida. De qualquer forma, aplicada ao Design, as ideias desses filósofos podem ser utilizadas para a transformação subjetiva dos entes que se deparam com um determinado design através principalmente de encontros afetivos guiados pela capacidade não-simbólica humana. Nesse enquadramento, o projeto não deve ser pensado como um simples artefato, mas sim como um facilitador de encontros significativos ou como um catalizador de um processo de mudança, invenção e especulação sempre possuindo implicações tangíveis que não podem deixar de afetar comportamentos e vidas. Nesse sentido, Marenko e Brassett colocam que:

Se o Design tem o potencial de revelar a riqueza do mundo, essa riqueza se dilui quando o design é tomado como uma coisa, desenhada linearmente, representando um caminho igualmente linear. Se, como afirmamos repetidamente, o design não é uma coisa, mas um processo, a questão, portanto, não será o que é design, mas sim como seu processo pode ser pensado, articulado, corporificado e praticado. Defendemos que tal pensamento sobre o design oferecerá uma infinidade de maneiras de expressar as oportunidades nas quais o futuro, o presente (e o passado) são criados através do design do que noções simples, determinísticas ou estáticas. (MARENKO; BRASSETT, 2015)

Segundo Gorny, as ideias do Pós-humano são um caminho para instrumentalização da reconceptualização e da transformação do ambiente construído (GORNY, 2018) sobre uma perspectiva mais inclusiva e baseada na realidade do que uma baseada em convenções. Em outras palavras, o Pós-humano apresenta um conjunto de ferramentas que auxiliam o entendimento do mundo e a construção de um mundo mais conectado com a sua realidade. Ou seja, com as forças que moldam o mundo além das emanadas pela capacidade simbólica humana.

3.2. Agência humana não simbólica para o Pós-humano

Com uma perspectiva não hierárquica que não concede primazia aos seres humanos, o Pós-humano articula as condições para uma epistemologia preocupada com a experiência não humana como local de conhecimento. Ou seja, o Pós-humano é uma forma de compreender e agir que deixa de priorizar somente a agência humana e reconhece que essa agência trabalha junto com a força de outros agentes como animais, plantas, estruturas naturais e artefatos inanimados. Nesse sentido, uma visão diferente sobre o conceito de agência é central para compreender como tudo aquilo que não é humano é afetado e afeta a dinâmica do mundo.

A teórica política Jane Bennett, define o termo “agência” como “a capacidade de agir de forma a produzir resultados particulares” (BENNETT, 2010). Segundo ela, enquanto a maioria das teorias sociais atribui agência apenas a capacidades humanas, ela e outros teóricos Pós-humanos tendem a enfatizar a agência e a capacidade de resposta do não-humano e da matéria (BENNETT, 2010). Isso parte da ideia de que “coisas e forças não humanas moldam ativamente os corpos que encontram, incluindo os humanos” e sugere que “em muitos casos, as intenções humanas, esforços ou atividades deliberadas não são os principais operadores” (FERRANDO, 2019).

Esse tipo pós-humano de agência envolve diferentes modalidades de existência e significado e a operação através de diferentes estratégias de encontro e relacionalidade, em vez de assimilações (FERRANDO, 2019). Ou seja, essas estratégias não obedecem a nenhum dualismo ontológico que separe a mente do corpo e um ente e o mundo. Nesse enquadramento, o ser humano, ou tudo o que existe pode ser compreendido como formados por redes de energias, alianças, matéria e perspectivas ao longo do tempo. Essas redes ligam um ente a quaisquer outras formas de existência, por meios materiais distintos e, possivelmente, em

diferentes dimensões quânticas, em uma radical ressignificação do que é a existência de um ser (FERRANDO, 2019). Nesse sentido, compreender as modalidades de entes e as suas capacidades é vital para compreender a assemblagem que define alguém ou qualquer outro ente.

Um agente pode ser de natureza orgânica ou inorgânica. As modalidades orgânicas incluem todos os seres vivos do reino da natureza e os inorgânicos englobam qualquer ente que não é considerado “vivo” em termos biológicos. Enquanto no conjunto da natureza orgânica classifica os entes em sencientes e não sencientes, no conjunto inorgânico só existem modalidades não sencientes²². No conjunto orgânico senciente, os entes são divididos em humanos e não humanos. Já no conjunto orgânico não senciente, os entes são divididos em vegetal, fungi, protista, monera e animais não sencientes. Já no conjunto inorgânico, onde todos os indivíduos são não sencientes, os entes são divididos nas modalidades natural e artificial.

A partir dessas modalidades de primeiro nível, outras se formam de maneira híbrida ou apenas coletiva, onde a modalidade dos entes é a mesma. Nesse sentido, um agente da modalidade humana pode ser um indivíduo (como um arquiteto, um engenheiro, um empreiteiro, um cliente, um prefeito), um coletivo de humanos (a comunidade, um público, a nação), ou formar um agente híbrido com outras modalidades. As modalidades híbridas são formadas por dois ou mais entes de diferentes modalidades configurando um novo agente com novas propriedades e capacidades.

Cada agente possui diferentes propriedades que por sua vez podem se atualizar em uma infinidade de capacidades que possibilitam que eles afetem e sejam afetados por outros entes. Nesse sentido, para um ente ser um agente na formação de outro é preciso que ocorra um encontro de capacidades. Por exemplo, uma lareira pode ser agente ou influenciar o estado de um ser humano porque ela tem a capacidade de gerar calor e o ser humano tem a capacidade de sentir o calor.

Para os agentes humanos, pode-se fazer a distinção entre dois grandes tipos de capacidades: as capacidades simbólicas e as não-simbólicas (ou materiais). Enquanto as capacidades simbólicas envolvem representações, as

²² Seres sencientes são aqueles que possuem um sistema nervoso central. Nenhum outro ser vivo além dos animais possui um sistema nervoso e a posse de um sistema nervoso central é o que permite que os animais tenham experiências. Contudo, alguns animais não possuem um sistema nervoso (poríferos como as esponjas) ou não possuem um sistema nervoso centralizado (cnidários como anêmonas, hidras e corais; e equinodermos como as estrelas do mar).

capacidades não simbólicas são baseadas nas experiências com a materialidade e pautadas pela identificação de afetos (DELANDA, 2019).

Para as teorias materialistas realistas, as capacidades simbólicas estão associadas a propriedades cerebrais únicas dos seres humanos. Ela utiliza abstrações na forma de códigos para transferir informações. Já as capacidades não simbólicas humanas são aquelas que não utilizam conhecimentos codificados processados pelas capacidades simbólicas humanas. Ao invés disso, elas seguem afetos ou as percepções de oportunidades e riscos que naturalmente afloram na vivência de um ser humano.

Segundo essas teorias, a relação entre uma agência não simbólica e uma simbólica é de gradação e não oposição. Ou seja, existe uma continuidade gradativa em função de quanto um evento já foi transformado em uma categoria, que liga uma experiência não codificada até ela ser codificada e replicada. Essa transformação de um evento novo em uma categoria capturada por uma associação linguística se forma naturalmente através da rotina, do hábito ou da semelhança. Quando isso ocorre significa que um evento singular foi associado a um código.

Vale ressaltar que diferente do que possa parecer, as capacidades não simbólicas humanas e sua agência na forma do Design não é um “resto humanista” (DIXON; HAWKINS; STRAUGHAN, 2012) que estaria colaborando com as práticas hilomórficas no Design ou com a manutenção da centralidade de predeterminações simbólicas humanas. Isso porque, apesar de envolver o ser humano, essa agência é antes de qualquer coisa, uma capacidade cerebral primária, não envolvendo diretamente o aparato linguístico humano. Capacidades ditas humanistas se referem as faculdades cognitivas específicas humanas que são acionadas após esse primeiro impulso moto-sensorial primário e envolvem um pensamento posterior que classifica e codifica esses impulsos.

Uma noção importante é que mesmo não utilizando as categorizações utilizadas pelas capacidades simbólicas humanas, isso não significa que as capacidades não simbólicas não identifiquem ou transmitam expressões e significados. Por sua vez, esses significados são extremamente importantes para a formação da identidade e da subjetividade de um ser humano.

3.3. Funcionamento da Agência humana não-simbólica para o Pós-humano

Entre os muitos desafios que a teoria Pós Humana Crítica e outros movimentos teóricos similares enfrentam é a dificuldade em que haja o reconhecimento que a subjetividade não é uma prerrogativa exclusiva dos humanos e da linguagem humana (BRAIDOTTI; HLAVAJOVA, 2018; DELANDA, 2019). Ou seja, que a subjetividade não está ligada à uma razão transcendental linguística situada na mente humana.

Mas se existe uma subjetividade independente da mente humana, a pergunta que se faz é: o que define a subjetividade ou a identidade autônoma dos conteúdos do mundo? A ideia da morfogênese de Deleuze em oposição a um modelo hilomórfico traz um entendimento claro de como um animal, planta ou uma entidade geológica é formada fisicamente pelos entes que estes mantem contato ao longo do tempo. Porém compreender como ocorre a formação subjetiva paralelamente a esse processo objetivo é menos intuitivo. Para responder essa pergunta, Braidotti adota o processo ontológico materialista de Deleuze e de suas adaptações através dos movimentos neo materialistas, que para ela sustenta a perspectiva de um sujeito de diferentes modalidades aberto e relacional (BRAIDOTTI, 2016).

Como uma linha emergente do pensamento do século XXI, o Novo Materialismo, está tendo uma influência significativa em um amplo espectro de Campos, da filosofia e teoria cultural aos estudos de ciências, artes e Design (MENGES, 2015). Chamado de Novo Materialismo ou Neo Materialismo, ambos os termos entraram no dicionário da teoria cultural na segunda metade dos anos 90, como resultado dos desenvolvimentos teóricos oferecidos por Manuel Delanda e Rosi Braidotti. Segundo Dorota Golańska, os dois pensadores, embora trabalhem de forma independente, parecem ter chegado a conclusões semelhantes ao diagnosticar problemas de estudos culturais da época. Especialmente, ao contínuo desrespeito pelas questões de matéria e materialidade, que o Novo materialismo visa revisar, ou mesmo reverter (GOLAŃSKA, 2017).

Esse movimento filosófico pode estar situado dentro do que começou a ser conhecido como a “virada material” e para Golańska, deu um novo impulso à reconceituação de outras “viradas” relativamente recentes, notadamente a: “virada sensorial”, “virada afetiva”, “virada performática”, “virada afirmativa”, “virada ecológica/ ambiental”, “virada espacial” e a “virada digital” (GOLAŃSKA, 2017).

Para Charles T. Wolfe, o novo materialismo atravessa discursos e compromissos teóricos, mas, como o próprio nome indica, existe uma consistência da oposição do “novo” materialismo em relação a uma forma mais antiga, ou talvez várias formas mais antigas dessa doutrina. Segundo Wolfe:

O antigo materialismo foi pego em uma obsessão física, uma visão mecanicista do mundo e um tipo de reducionismo que traduz qualquer fenômeno de nível superior ou entidade (sentimentos, corpo, consciência e assim por diante) em combinações de fisicalismos e /ou ações mecânicas. Assim, a matéria não poderia ser viva ou dinâmica; só poderia ser caracterizado pelas propriedades básicas de tamanho, forma e movimento. (WOLFE, 2017)

Hoje existem diferentes linhas neo-materialistas, e aquela que mais alinhada as ideias de Deleuze e do Pós-Humano Crítico é a linha vitalista. Além de Delanda e Braidotti, essa linha vem sendo desenvolvido por diferentes pensadores como Karen Barad, Elizabeth Grosz e Jane Bennett. Segundo Barad, o nome “vitalista” vem das ideias de Deleuze que acredita na vitalidade da matéria, ou seja, que a matéria não é entendida como imutável ou passiva (BARAD, 2003), mas sim como um complexo sistema aberto sujeito ao surgimento de propriedades emergentes (HIRD, 2004).

Com um entendimento de mundo Pós-humano, essa doutrina descreve um afastamento teórico dos dualismos persistentes nas tradições modernas e humanistas cujas influências estão presentes em grande parte da teoria cultural (DOLPHIJN; TUIN, 2012). Todavia, assim como a teoria Pós-humana Crítica, é digno de nota ressaltar que embora chame atenção para a matéria, o Novo Materialismo Vitalista de modo algum implica numa independência da matéria em relação aos contextos sociais e condições culturais. Assim, embora essa abordagem preste uma atenção cada vez maior à materialidade, ou seja, ao elemento que normalmente é riscado das teorizações construtivistas dominantes, ela admite a importância do significado linguístico.

Nesse sentido, Golanska explica que o Novo Materialismo Vitalista não ignora e se apoia bastante nas realizações teóricas do construtivismo social, exigindo atenção aos processos e estruturas materiais e a sua coexistência com a semiótica (ou com o discurso) para tornar possível a interação entre significado e matéria (GOLAŃSKA, 2017). Braidotti também explica que uma das facetas de sua lógica afirmativa passa pela não rejeição do passado humanista do ocidente, tendo em vista que ele pode ser trabalhado e “descongelado” para criar relações e se transformar (BRAIDOTTI, 2019).

Mas voltando a pergunta sobre como a subjetividade é formada e alterada sem a linguagem humana, para respondê-la, essa pesquisa se baseou principalmente no artigo: “Causalidade e significado no Novo Materialismo” (“Causality and Meaning in the New Materialism”) de Manuel DeLanda (DELANDA, 2019a). DeLanda esclarece essa questão relacionando os conceitos de causalidade e significado ao propor alterações em seus usos tradicionais e os articulando através do conceito de *pregnância (affordance)*.

Enquanto para as teorias empirista e idealista, por exemplo, que defendem a ideia de que a subjetividade está ligada à uma causalidade linear intermediada por meio do papel mediador linguístico do observador humano, para o Novo Materialismo, a subjetividade está ligada a uma relação objetiva de causalidade que quase nunca é linear, devido à complexidade do mundo, em que um evento produz outro evento, haja ou não um ser humano testemunhando essa produção objetiva (BUNGE, 1979).

A subjetividade de um ente inorgânico e não senciante então é a composição de todas as conexões virtualmente possíveis que este ente pode formar. Por exemplo, para entender a subjetividade de um saco plástico é preciso considerar as relações que esse objeto pode manter com outros elementos. Assim, pode-se imaginar que um saco plástico pode carregar as compras do mercado; pode depositar lixo, pode confundir e matar um animal (aparentando ser um alimento); pode asfixiar um homem; ou pode planar no vento. Nesse caso, a subjetividade do saco plástico, envolve todas as virtuais relações que ele é capaz de manter, ou seja, ele carrega, deposita, mata, asfixia ou plana, além de uma infinidade de outras capacidades que este pode atualizar ao se combinar com outros entes.

Da mesma forma que a conexão com esses entes inclui uma expressão subjetiva ao saco plástico, os entes que entraram em contato com ele também introjetaram uma expressão subjetiva. Por exemplo, no caso da associação com o vento, este sustenta o saco e assim, o vento aqui incorpora uma expressão ligada a sustentação.

Em outro caso, para uma criança pequena que nunca tenha visto um saco plástico, a sua perspectiva subjetiva sobre o objeto é primeiramente vazia. Entretanto, se no primeiro contato com o saco plástico, ela se sufoca momentaneamente ao manuseá-lo, o objeto será pensado como algo perigoso, que sufoca e vai transmitir para a criança a sua expressão de perigo.

Já para um adulto, mesmo este tendo apenas vivenciado as capacidades de um saco plástico para carregar compras, depositar lixo e planar; a subjetividade

do objeto ainda assim vai incluir a expressão de algo que pode asfixiar e matar. Isso porque, mesmo que o adulto não tenha sofrido nem testemunhado tais ações do objeto, ele pode ter presenciado ou ter apreendido por meio verbal. Portanto, para o adulto a subjetividade desse objeto é maior do que no caso da criança e dependendo do contexto ele pode introjetar diferentes expressões dela.

Dessa maneira, todo artefato é capaz de transmitir expressões capazes de alterar o estado ou a estrutura subjetiva de um ente sem a utilização de nenhuma forma de linguagem. No caso da relação de um artefato com um ser humano ou outro animal, essa capacidade se dá através das capacidades não simbólicas, como será explicado a seguir.

Atualmente, quando se fala em causalidade, a noção que ainda domina o inconsciente coletivo da sociedade é aquele ligado a causalidade linear. Essa perspectiva é ligada a noção newtoniana que relaciona uma ação a uma reação e que reinterpreta o mundo em um simulacro ideal para o entendimento humano baseado na representação linguística. Apesar dessa concepção, as relações de causa na natureza, quase nunca são lineares e, portanto, as ações são capazes de trazer diversos resultados (DELANDA, 2019).

Tal esclarecimento nos força a levar em consideração não apenas a tendência não linear da capacidade de uma entidade de afetar, mas também a sua capacidade de ser afetada. Capacidade, que sob esse entendimento, não significa a consequência passiva do afetar, mas sim uma capacidade ativa, apesar de depender da atividade de outro elemento. Essa capacidade ativa de um elemento afetado é o que DeLanda chama de caráter relacional dos afetos e demonstra que dependendo das circunstâncias em que um encontro afetivo ocorre, as capacidades de afetar e de ser afetado podem variar infinitamente (DELANDA, 2019).

Por exemplo, se pensarmos na relação de uma faca com outros elementos sobre uma visão causal linear, podemos chegar à conclusão de que uma faca afeta outros elementos cortando-os, e os elementos afetados são cortados. Entretanto, de uma perspectiva relacional, onde se leva em consideração as propriedades e capacidades dos elementos que afetam e são afetados e de outras forças afetivas advindas de outros elementos que se somam a esse encontro, a situação se torna muito mais complexa. Nesse caso, podemos pensar que uma faca pode fatar ou espalhar manteiga em um pão; pode ferir um ser humano ou assassiná-lo; pode matar ou repartir um animal; ou pode se chocar e quebrar ao atuar sobre uma pedra e não produzir nenhum efeito nela. Isso implica que enquanto a linguagem cria categorias estáticas que associam um ente ou um

evento a um conceito; a agência não simbólica humana não tem essa capacidade e associa encontros do mundo a todos os afetos e oportunidades possíveis que o cérebro não consciente consegue perceber. Ou seja, é como a linguagem, no alto de todas as suas vantagens, fosse uma forma de limitação da realidade do mundo. Por mais que a linguagem cubra a codificação de muitas relações, cada encontro no mundo implica em uma infinidade de expressões que nenhum código pode dar conta.

Outro entendimento que precisa ser modificado para compreender o funcionamento da agência não simbólica é sobre a ideia de significado. Nesse caso, esse conceito requer duas correções. A primeira correção envolve o empobrecimento da semiótica, e a segunda envolve a distinção de duas definições da palavra significado (DELANDA, 2019).

O empobrecimento da semiótica é consequência do seu foco na linguística de Saussure que privilegiou apenas os símbolos convencionais. Todavia, existem outros entendimentos sobre o tema, como a semiótica de Charles Sanders Peirce, que possui três categorias: símbolos, ícones e índices (DELANDA, 2019). Enquanto a agência simbólica humana só precisa de símbolos convencionais para funcionar, a agência não-simbólica é baseada em outras categorias. Entretanto, a dominância da linguagem é tão grande, que hoje mal se dá valor a essas outras categorias, mesmo que elas estejam sendo usadas o tempo todo pelos humanos inconscientemente e mesmo que elas sejam a base das tão valorizadas funções simbólicas humanas.

Os símbolos remetem ao que representam por uma relação por convenção; os ícones (por exemplo, desenhos, diagramas, mapas) se associam ao que representam por uma relação de similaridade (ou isomorfismo); e os índices são signos que indicam o que eles representam por terem uma relação causal com ele. Entre os exemplos dessa relação pode-se citar a articulação entre fogo e fumaça, impressões digitais e pegadas, anéis de árvores, sintomas de doenças, expressões faciais e, nas palavras de DeLanda, “a maioria das informações que chegam aos nossos sentidos do mundo” (DELANDA, 2019).

A predileção dos símbolos convencionais, negligenciou não só todos os signos pictóricos ou gráficos, mas também esqueceu por completo que existem índices que apontam para o que eles representam ao ter uma relação causal com ele. Para DeLanda o foco nos símbolos desde então obscureceu a capacidade de uma comunicação mais direta própria da natureza humana primitiva. Além disso, ele especula que: “se esses signos naturais (ícones e índices) tivessem se tornado parte de nossa teoria semiótica atual, a ligação entre significado e causalidade

não pareceria tão tênue como é hoje” (DELANDA, 2019). Ou seja, se não nos baseássemos tanto numa comunicação por códigos tão abstratos e arbitrários, como é o caso da linguagem, que se baseia em uma causalidade linear (do tipo “A” significa “B”), a noção da causalidade mais complexa e relacional, dos signos naturais, não seria tão distante para a sociedade ocidental.

A segunda correção sobre o conceito de significado ocorre devido a não distinção de duas definições da palavra: significação e significância. Enquanto a ideia de significação se refere ao seu conteúdo semântico, a ideia de significância se refere à relevância. DeLanda aqui utiliza o seguinte exemplo de que quando alguém pergunta: “Qual é o significado (sentido) dessa palavra?”, a pessoa que questiona está se referindo ao seu conteúdo semântico, a definição do dicionário da palavra. Já quando alguém diz: “Minha vida não tem sentido”, esse alguém deseja expressar a ideia de que a sua vida não possui relevância ou importância (DELANDA, 2019).

O problema é que o entendimento comum de significado somente como conteúdo semântico, como acontece no mundo ocidental hoje, imprime a ideia de que “tudo no mundo é uma questão de linguística e que, portanto, todas as nossas atitudes são apenas atuações textuais” (DELANDA, 2019). Já a compreensão de significado, menos usual, como significância aponta para uma relação entre afeto e significado através da relação causal entre eles. Em outras palavras, a comunicação aqui se faz através da relevância sentida afetivamente e não por um código arbitrário definido linguisticamente. Portanto a conexão entre causalidade e sentido semântico, tem base em uma relação linear onde uma língua faz uma associação a uma categoria fixa. Já a relação entre causalidade e relevância é uma ligação marcada pela causalidade não linear. Isso porque a relevância vem de uma percepção afetiva, ligado a um aparato pré-linguístico cerebral que é condicionado por variáveis complexas do mundo. Por exemplo, para uma pessoa com frio, uma lareira pode ter o significado semântico, mas também terá um significado associado a relevância daquele achado que será imediatamente sentido pelo corpo.

Feitas essas correções, a ideia de causalidade e significado (no sentido de relevância) se conectam por meio do conceito de pregnância (do neologismo cunhado por Gibson “*affordance*”). Pregnança é a capacidade não simbólica dos animais vertebrados (incluindo os humanos) de perceber oportunidades (GIBSON, 1979). Foi somente com esse conceito, que se alegou que os humanos e os animais percebem automaticamente de maneira pré-reflexiva, oportunidades de comportamento (POLLS, 2012). Gibson chama essas oportunidades de

possibilidades de ação, e argumenta que elas são onipresentes em nosso ambiente cotidiano. Por exemplo, uma única cadeira pode permitir que se sentem nela, que fiquem em pé em cima dela, que ela seja usada como apoio, entre outras possibilidades.

Esse conceito articula as relações afetivas com a criação de significados pela significância da ação que ela permite. Isso se faz necessário porque o conceito de afeto sozinho, apesar de vital, precisa da noção de pregnância para articular algum sentido a relação que ele envolve. Assim, diferente do afeto, a faculdade cerebral associada a percepção de pregnância, consegue trazer um senso de significância a nossos impulsos instintivos que formam uma espécie de mensagem. Ou seja, enquanto o afeto, (como pode ser visto no apêndice A desta tese) é uma intensidade que pode aumentar ou diminuir o volume e amplificar ou reduzir o poder de ação, o conceito de pregnância transmite uma relação de relevância e assim consegue construir significação de um encontro.

Através da experiência e da sensação de oportunidade captada pelo inconsciente que os seres humanos podem dar sentido ao que veem sem a ajuda de qualquer maquinaria conceitual. Para essas teorias, são essas conexões entre entes que possibilitam a troca de expressões para a formação da identidade e da subjetividade de tudo o que existe. Nesse sentido, Massumi, coloca que a subjetividade é estruturada por conexões caracterizadas pelo poder de afetar e ser afetado e começa com o reconhecimento de que o que nos define não é a racionalidade, nem nossa faculdade cerebral sozinha, mas sim a autonomia do afeto como uma força virtual que se atualiza por meio de laços relacionais (MASSUMI, 2002b). Assim, a subjetividade é uma força ou expressão que se aloja em conteúdos humanos ou não humanos e que pode ser transferida para outros conteúdos, onde se modifica (dependendo do conteúdo que penetra) e pode seguir o seu “contágio”.

Aqui é importante colocar que a incorporação do significado não simbólico por uma pessoa não fica só quando este acontece, mas também pode contribuir na estruturação da subjetividade de alguém. Isto é, na modelagem de como uma pessoa pensa e percebe o mundo. Nesse sentido, as relações materiais ou físicas possuem uma relação direta com a subjetividade.

O conceito de dobra incorporado por Deleuze, esclarece como esses encontros formam um indivíduo ao mesmo tempo objetivamente e subjetivamente. Para Deleuze, “a menor unidade da matéria, o menor elemento, é a dobra, não o ponto, que nunca é uma parte, e sim uma simples extremidade da linha” (DELEUZE, 1988). Mas mesmo sendo indivisível, a dobra é composta em dois

momentos indissociáveis, onde de um lado, estão os vincos e pregas da matéria, que concretizam o que é possível e pelo outro, estão as dobras da mente que emergem do processo de atualização do virtual (ALMEIDA, 2012). Sempre que um lado é alterado, o outro também é.

O' Sullivan explica que a subjetividade pode ser entendida como uma topologia de diferentes tipos de dobras. O primeiro tipo de dobras é o que cada ente nasce e que se formam no curso evolutivo de cada espécie numa grande escala de tempo. Depois pode-se falar das dobras que se formam pelos estímulos que vem do mundo e de outro lado, as dobras que vêm da mente (SULLIVAN, 2010).

Vidler explica a formação dos vincos de fora como se a subjetividade de cada um fosse uma superfície que fosse recebendo a projeção de estímulos sensoriais ao longo do tempo e que essas sobreposições de estímulos fossem causando dobras na superfície. Enquanto isso, o lado interno da superfície “não é um coletor estático de imagens, mas atua para construir novas imagens a partir de combinações dessas que já recebeu” criando vincos de dentro para fora. Assim, ele concluiu que essa superfície é o resultado dessa dinâmica imanente de estímulos externos e maquinações mentais internas interconectadas, que funciona como uma lente pela qual enxerga-se o mundo (VIDLER, 2002). Nesse sentido, ela imprime um senso de continuidade e de imanência da subjetividade. Isso porque ela se molda em função do que encontra e está sempre se modificando.

3.4. Incluindo as Agências Humanas não simbólicas no Design através do Pós-humano

Apesar de muitas vezes a filosofia ser entendida como um exercício puramente acadêmico, uma incursão em conceitos abstratos, existe uma tradição de filosofia que rejeita tal demarcação. Colebrook explica que “Gilles Deleuze se via como parte de uma tradição de filosofia que desafiava e perturbava a vida, de modo que novos conceitos e ideias resultariam em novas possibilidades de ação e prática” (COLEBROOK, 2020). Nesse sentido, as ideias de Deleuze, de Spinoza e de Guattari, por exemplo, foram pensadas para compreender essa forma de subjetividade, mas também para as pessoas alterarem a sua vida em um direcionamento mais amplo fora das estruturas simbólicas sociais.

Para atingir esse resultado esses filósofos elaboraram e desenvolveram vários instrumentos conceituais. Para Deleuze, cada conceito é como uma “caixa

de ferramentas”, ou seja, como uma coleção de instrumentos disponíveis para serem explorados livremente (DELEUZE; FOUCAULT, 1972)

Brian Massumi, coloca no prólogo da sua tradução do livro *Mil platôs*, que “a filosofia de Deleuze pode ser abordada como um sistema aberto, ao invés de uma estrutura totalizadora que deve ser tomada como um sistema de crenças”. Para Massumi, uma caixa de ferramentas não é uma imagem ou teoria consistente de um mundo onde as ferramentas se encaixam em uma narrativa consistente. Além disso ele coloca que, diferentes ferramentas conceituais podem ser úteis para diferentes tarefas intelectuais, mesmo aquelas para as quais não foram destinadas: “Um conceito é um tijolo. Pode ser usado para construir o tribunal da razão. Ou pode ser atirado pela janela” (MASSUMI, 1987).

Kim Dovey no livro *“Becoming Places”* (“Se tornando lugares”), estressa a necessidade do entendimento dos conceitos de Deleuze para não se cair no erro deles serem usados de maneira equivocada. Para Dovey, é preciso que exista uma “compreensão relativamente sofisticada desse “*kit*” de ferramentas, se não quisermos cair na prática relativística de lançar uma nova linguagem a problemas antigos ou inventar formas construídas que se assemelhem à teoria” (DOVEY, 2015).

No livro *“Understanding Deleuze”* (“Entendendo Deleuze”), Claire Colebrook explica que como na filosofia de Espinosa, a terminologia de Deleuze não consiste em “termos-chave simples, autossuficientes e definíveis, mas sim em um conjunto de axiomas e proposições entrelaçadas, um estilo de filosofia que supostamente espelha um mundo que não é um objeto fora de nós a ser julgado, mas um plano dinâmico de forças dentro do qual estamos localizados”. Assim, para Colebrook, a utilização dos conceitos de Deleuze sugere que como a vida, uma filosofia deve ter mobilidade, livre para criar todos os tipos de conexões e trilhar novos caminhos (COLEBROOK, 2020).

Nesse sentido, essa seção visa apresentar um desses conceitos e como ele pode ser aplicado ao Design. Especificamente, a seção foca na ideia dos três tipos ou gêneros de conhecimentos de Espinoza. Elas foram primeiramente estipuladas por Espinoza no livro *“Ética”* (SPINOZA, 1989) e mais tarde foi utilizado por Deleuze (DELEUZE, 2003) e Guattari (GUATTARI, 2012). Os três conhecimentos ou formas de percepção são formas de compreender o mundo que precisam ser trabalhados juntos para que uma vida, ou no caso da pesquisa, um projeto de Design consiga ativamente modificar a subjetividade de um indivíduo de forma ativa.

Em Ética, Espinoza elabora um manual para a vida e especificamente para a produção de uma vida que não é meramente devedora do mundo, mas que, em última análise, é autora de sua própria existência (O'SULLIVAN, 2006). Ele define três tipos de conhecimento e dois momentos transformadores distintos nessa suposição contínua do sujeito de sua própria causalidade.

O primeiro tipo de conhecimento nomeia a condição geral de estar no mundo. Segundo ele, os seres humanos são constituídos por “choques”, que são os afetos mais ou menos aleatórios que são determinados pelos encontros da vida (SPINOZA, 1989). Para Lord, o primeiro conhecimento é associado a imaginação, a percepção sensorial, sentimento, conhecimento empírico, associações e conhecimento adquirido a partir de signos. A imaginação envolve ideias inadequadas e, na medida em que concebemos inadequadamente, estamos mais sujeitos às paixões (LORD, 2020). Segundo O' Sullivan, um indivíduo limitado a esse conhecimento é como “um bebê que chora pelo que é imediatamente aparente (ou ausente) sem nenhuma compreensão de uma causalidade mais profunda” (SULLIVAN, 2012).

O segundo tipo de conhecimento surge do esforço que se faz para compreender e então determinar esses encontros até então aleatórios. Se, no primeiro tipo de conhecimento, alguém está consciente dos desejos e age, no segundo esse alguém se torna consciente das razões dos próprios apetites. Assim, esse conhecimento envolve tentar compreender por que alguém age da maneira que age. Para Deleuze, o segundo tipo de conhecimento envolve uma compreensão da estrutura do mundo, a realidade “por trás” da aparência, por assim dizer. É um conhecimento dos objetos e não meramente das sombras que eles projetam (DELEUZE, 2003).

Ele não é imediato e precisa de um senso de reflexão sobre um encontro. Através dessas reflexões, o segundo tipo de conhecimento chega formulações de “noções comuns” que surgem quando entendemos como duas ou mais coisas se relacionam. Por sua vez, é através dessas noções comuns que alguém ativamente consegue ser livre, porque é com elas que um indivíduo começa a determinar os afetos que o constituem. Associado a razão, esse conhecimento baseia-se em ideias adequadas (isto é, verdadeiras) das propriedades das coisas e nas ideias adequadas que podemos deduzir delas, e em noções de propriedades comuns a todos os corpos (LORD, 2020).

O segundo conhecimento surge do primeiro, e desta forma ele precisa de uma combinação particular de afetos para depois sobrepor um pensamento conceitual. Para Spinoza, a transição do primeiro para o segundo conhecimento

só pode ser formada a partir de encontros alegres que permitam o conhecimento da constituição do mundo (SPINOZA, 1989). É através da alegria que se começa a entender as várias maneiras pelas quais dois corpos concordam e, assim, aprende-se algo sobre as relações constitutivas (de movimento e repouso) desses dois corpos, o que significa aprender algo sobre as regras de combinação e composição da vida (SULLIVAN, 2012).

O terceiro conhecimento é o conhecimento intuitivo. Ele é imediato e direto. Assim, diferente das verdades adequadas que a razão do segundo conhecimento levou anos para descobrir, a intuição as descobre em um flash momentâneo (SPINOZA, 1989). Esse conhecimento, se desenvolve com a ajuda da imaginação e da razão, e gera uma intuição das semelhanças entre potenciais singulares de modalidades e o continuum substancial da vida através da experiência vivida (KODALAK, 2020a). Assim, ele parte do micro e do macro, ou seja, de cada afeto sentido e das redes expansivas causais. Ele identifica as forças que formam e auxilia na criação de novas forças.

Ele envolve a causa das próprias relações, o que remete ao conhecimento da fonte de onde e para onde levam as noções comuns. Essa fonte é apontada como uma espécie de ponto em torno do qual uma dada subjetividade pode se unir. Segundo O' Sullivan, ele é um conhecimento de essências modais, um conhecimento que conduz, em última instância, a Deus/Natureza entendido como a fonte dessas essências. Assim a essência é a potência de transmissão de expressão de cada encontro e a subjetividade que surge neles.

Isso não significa que essa forma de conhecimento é um caminho para a salvação ou a felicidade eterna, mas um caminho de liberdade vindo da capacidade de criar forças novas ou singulares que podem ser eternas e alimentam o fluxo generativo da vida. Para Koddalk, significa alcançar as mais altas formas de liberdade e ativação, as maiores formas de alegria e potencialização, formas máximas de clareza intelectual, pavimentando caminhos únicos de vida (KODALAK, 2020a).

O terceiro conhecimento indica um curso de prática, que exige um grande e constantemente repetido esforço em meio ao nosso aprisionamento dentro da fúria cega e assertiva de nossas parcialidades do ego, em que pode-se passar pela experiência da transindividualidade. Nesse sentido a passagem do segundo para o terceiro tipo de conhecimento é um movimento da individualidade para a singularidade quando esta é uma preocupação com a pura intensidade da vida. Para ele, esse conhecimento é menos essência do que um “atrator estranho” que efetiva essas relações de um ser vivo (GUATTARI, 2012).

Ele não é um conhecimento que se tem sobre o mundo, mas, um conhecimento sobre um estado de ser no qual a distinção entre alguém e o mundo não mais se mantém, onde o mundo como corpo-mente é pensando através de alguém. Assim um ente, assume uma perspectiva de eternidade; ou em outros termos, o finito compreende e acessa o infinito do qual faz parte (SULLIVAN, 2012).

O finito do corpo se estende ao mundo através das redes que alguém forma e através da transmissão de forças singulares de expressão que um ente pode emanar e atingir outros entes. Ou seja, um outro ente é entendido como uma extensão de si mesmo. Assim, quanto mais conexões qualitativamente e quantitativamente um ente formar no mundo mais ele será afetado por diversas emoções e significados. E ao mesmo tempo, mais ele afetará os entes a sua volta ao transmitir as suas expressões para o mundo. Dessa maneira, esse ente se torna mais presente e até infinito na dinâmica do mundo, tendo em vista que mesmo depois que ele não tenha mais conteúdo (corpo), as suas expressões continuaram sendo transmitidas através de outros corpos.

Os três tipos de conhecimento são diferenciados para fins de análise, mas Espinoza deixa claro que nossa maneira de perceber e conhecer o mundo necessariamente envolve todos os três (LORD, 2020). Assim, se a racionalização sobre um determinado complexo de afetos imaginados e experienciados provoca a formação de noções comuns, a intuição sobre noções comuns provoca a formação do conhecimento de essências.

Nesse sentido, o terceiro conhecimento é o resultado do encontro afetivo do primeiro conhecimento com a racionalização do segundo. Ou seja, ele mistura as capacidades simbólicas e as não simbólicas o que resulta numa intuição imediata afetiva das redes em que a dinâmica do mundo opera. Em outras palavras, o terceiro conhecimento ajuda um ser humano a sair da sua individualização egóica e atentar para os estímulos que o cercam. Isso porque ele utiliza a imaginação prévia dos afetos e a racionalização prévia das conexões de uma assemblagem.

Como foi mencionado, ideia dos três conhecimentos possibilita que alguém molde a sua subjetividade ou a sua vida de maneira ativa. No caso do Design, essa ideia pode ser aplicada para que um projeto propicie encontros singulares que possam modificar a subjetividade dos entes que participem dessa formação de assemblagem. Nesse sentido, o Design tem como função criar encontros para expandir as possibilidades de vida de um sujeito e também para que esse sujeito possa compreender a sua essência. Nesse sentido, a seguir será apresentada

uma adaptação da ideia dos três conhecimentos de Espinoza para a prática de um processo de Design. A adaptação parte da captação de afetos na vida, do processamento esquemático desses afetos e na experimentação formal e afetiva.

Primeiro, partindo do primeiro conhecimento, a metodologia envolve o exercício diário do designer de buscar na sua vivência encontros significativos e guardá-los para um uso posterior. Aqui é preciso captar a troca de afetos e expressão que se dá entre os entes de cada encontro.

Depois, com base no segundo conhecimento, o designer precisa delinear um plano dos encontros que um determinado design vai propiciar. O plano então envolve fazer uma espécie de mapa da relação dos entes que afetam e são afetados pelo design e das expressões que se dão nessas trocas. Nesse sentido todos esses entes serão agentes do Design porque irão influenciar a sua formação. Aqui é importante colocar que esse plano é apenas um ponto de partida para o design e assim espera-se que ele seja modificado. Ele funciona como uma estrutura topológica²³ conceitual que pode ser tanto modificada internamente quanto se transformar e formar uma nova estrutura. Por sua vez, essa estrutura topológica esquemática se transforma em um sistema de regras matemáticas parametrizáveis que geram um sistema material.

Finalmente, entrar no terceiro conhecimento envolve um processo de exploração da composição material objetivamente e subjetividade através de um processo intuitivo que se alimentou dos encontros do primeiro conhecimento e das racionalizações do segundo. Com essas experiências, o designer deve decidir que rumo tomar. Se deve modificar a intensidade das conexões, se deve alterar a estrutura topológica ou se ele encontrou um momento singular do sistema da matéria e da subjetividade. Aqui é importante colocar que a intuição aqui pode ser auxiliada com a comparação das três camadas de conhecimentos, mas a ideia é que a cada rodada a dinâmica de um processo se internalize cada vez mais (ao longo do projeto ou de processos) e a intuição imediata, como Espinoza coloca vá se cristalizando dentro de um designer.

²³ Uma estrutura topológica é aquela que mantém as suas conexões mais pode alterar a intensidade dessas conexões.

3.5. Relevância da inclusão das agências humanas não simbólicas segundo o Pós-humano

Para o Pós-humano, a capacidade humana não simbólica é o canal por onde os humanos entram em contato com essa rede dinâmica de trocas afetivas que todo ente mantém com o mundo. Enquanto as capacidades linguísticas envolvem comprimir situações da vida em categorizações, não viver sobre o filtro linguístico, implica em vivenciar toda a complexidade do mundo. Assim, a capacidade não simbólica aumenta as possibilidades de se entrar em modos de relação com vários outros entes e criar novas formas de vivência que não foram exploradas. Para Braidotti seguir essa visão é “uma prática clínica sobre desintoxicação do veneno da não-liberdade, servidão e traição de nossa natureza interior como entidades dinâmicas de desejo” (BRAIDOTTI, 2019).

Junto a essa percepção contínua da realidade vem uma nova visão sobre o conceito de ética. Diferente da noção de ética que a sociedade ocidental se acostumou, essa nova visão expande o conceito para outras perspectivas que não somente as centradas na mente humana. Nesse sentido Picon explica que o entendimento de continuidade é indissociável das prescrições éticas, pelo que deverá conduzir a comportamentos diferenciados e a uma verdadeira reforma das formas de conceber e agir (PICON, 2021). Para Kodalak, enquanto a primeira noção de estética implica na subserviência de todas as modalidades inferiores sob seus autoproclamados superiores, a segunda, legítima que diferentes modalidades não são apenas iguais em estar vivas, mas igualmente dignas de expressar seus modos de vida únicos (KODALAK, 2021).

A aplicação dessas ideias no Design pode abrir todo um novo leque de caminhos de criação de novos encontros que podem transformar o mundo. Para Brott, a ideia de subjetividade de Deleuze e Guattari sobre essas condições determinam competência criativa de gerar algo novo, que tenha o potencial de criar efeitos reais no mundo (BROTT, 2016). Isso porque, um objeto possui uma subjetividade própria e independente que pode ser transmitida para outros entes.

Nesse sentido o papel do designer é transformado e este se torna o retransmissor de uma mensagem ética ao assumir a responsabilidade analítica e pragmática pela produção não apenas de um produto, mas a expressão subjetiva que esse produto pode transmitir (RADMAN, 2012). Por sua vez, essa expressão subjetiva pode adentrar um conteúdo (corpo) e modificar a sua subjetividade (MASSUMI, 2002a). Como Kwinter coloca, “se pensar diferentemente, temos que sentir de forma diferente, então o Design do ambiente construído não tem outro

propósito, mas para nos transformar” (KWINTER, 2014). De qualquer forma, isso não significa rejeitar as capacidades simbólicas, mas sim equilibrar o uso dessas formas de expressão e atentar para alguns problemas que a cultura simbólica pode trazer.

3.6. Conclusão

Nessa seção, foi apresentada uma contextualização do conceito de Pós-humano, a perspectiva da linha Pós-humana Crítica sobre o que são, como funcionam e como as agências humanas não simbólicas podem ser operadas para serem incluídas na síntese da forma em processos de design. No final, discutiu-se sobre a relevância da inclusão dessas agências no Design e da relevância de utilizar a visão que o Pós-humano Crítico nesse contexto.

O Pós-humano é uma forma de pensar que surgiu aproximadamente nos anos 1930 que vem gradualmente substituindo a forma de pensar antiga da chamada subjetividade moderna. Segundo essa forma de pensar e entender o mundo, todos os entes são formados por uma rede de relações que são informadas por outras formas de conhecimento que não apenas as que vem da mente humana. Ao mesmo tempo o Pós-humano também designa um variado grupo de linhas teóricas que se desenvolveram sobre essa forma de percepção. Entre elas, essa pesquisa foca na teoria Pós-humana Crítica desenvolvido pela filósofa Rosi Braidotti. O Pós-humano Crítico propõe atuar como um instrumento para se compreender e agir no mundo sobre essa nova lente.

Para o Pós-humano, as capacidades humanas não simbólicas são aquelas que não utilizam conhecimentos codificados processados pelas capacidades simbólicas humanas. Ao invés disso, elas seguem afetos ou percepções de oportunidades e riscos que naturalmente afloram na vivência de um ser humano. Dessa maneira, mesmo sem utilizar uma linguagem, essas capacidades são capazes de incorporar significados de encontros no mundo. Por sua vez, esses significados incorporados são extremamente influentes na formação da subjetividade de um ser humano.

Partindo das ideias do Novo Materialismo Vitalista, o Pós-humano Crítico, defende que a maneira que as capacidades não simbólicas geram significados para um ser humano é através da percepção de afetos relevantes que são automaticamente identificados pelas camadas pré-reflexivas humanas. Essas relevâncias então são sentidas internamente pelo ser humano, que gera uma significância sem o uso de nenhuma linguagem.

Para compreender e agir levando em conta esse funcionamento da significação não simbólica humana, diversos filósofos materialistas realistas criaram instrumentos conceituais. Entre esses conceitos, essa pesquisa utiliza a ideia de três conhecimentos de Espinoza e as suas releituras. Os três conhecimentos são formas de compreender o mundo que precisam ser trabalhadas juntas para que se consiga ativamente modificar a subjetividade de um indivíduo de forma ativa.

Aplicada ao Design, ainda na esfera conceitual, a ideia dos três conhecimentos se traduz em três momentos chave. O primeiro envolve selecionar e imaginar afetos vivenciados que poderão fazer parte de um projeto. O segundo delinea um plano dos encontros que um determinado design pode propiciar. O terceiro envolve experimentar diferentes composições e atentando para o aspecto material e para o aspecto subjetivo, definir os próximos passos do processo através da intuição.

Finalmente, a relevância da inclusão dessa forma de agência no Design implica em uma produção mais conectada a realidade, criativa, inovadora e ética e que pode transmitir esses valores para a sociedade e assim transformá-la.

4 Agência Humana não simbólica no Design segundo a Neurociência

A neurociência é o estudo científico do sistema nervoso (cérebro, medula espinhal e sistema nervoso periférico) e de suas funções. Ela é uma ciência multidisciplinar que combina fisiologia, anatomia, biologia molecular, biologia do desenvolvimento, citologia, psicologia, física, ciência da computação, química, medicina, estatística e modelagem matemática. Desde o final dos anos 1980, uma série de estudos científicos, possibilitados principalmente por técnicas de imagem e varredura, vem revolucionando esse campo ao desvendar como e porque o cérebro funciona da maneira que funciona. Nesse sentido, diferentes áreas do conhecimento como o Design vem utilizando a neurociência para informar suas práticas.

Tradicionalmente, seguindo uma ideia dualística cartesiana, a neurociência considerava os humanos como entidades biológicas relativamente estáveis, cujas “mentes” eram responsáveis por colocar em foco conceitual o mundo ao nosso redor. Dessa maneira, acreditava-se que essa parte consciente reflexiva do cérebro era responsável pela percepção e o mundo era composto apenas por entidades passivas submetidos a interpretação mental. Entretanto, desde o final dos anos de 1980, sucessivas descobertas²⁴ vem fortalecendo a ideia de que a experiência humana é o resultado de contribuições da mente, do mundo material, do corpo e do cérebro.

Por mais que muitas dessas descobertas já terem sido intuídas há muito tempo por outras áreas do conhecimento, só agora através de técnicas de imagem e varredura que realmente pode-se formar uma visão mais perspicaz e, em alguns casos, bastante específica de como os humanos se envolvem com o mundo (MALLGRAVE, 2010). Apesar de muitas dessas “descobertas” serem em alguns casos muito antigas, já que haviam sido percebidas e teorizadas anteriormente, a neurociência é capaz de fornecer “*insights*” de uma perspectiva que nenhuma outra área foi capaz de ter, notadamente da perspectiva do funcionamento do

²⁴ Muitas dessas descobertas são propiciadas pelo refinamento técnico das várias tecnologias de imagem ou varredura, como ressonância magnética funcional (fMRI), tomografia por emissão de pósitrons (PET), eletroencefalogramas (EEG) e magnetoencefalografia (MEG).

cérebro por dentro. Uma parte significativa do que a neurociência nos mostra hoje reforça as ideias de muitos pensadores do passado, que ao longo da história defendiam a ideia de que as capacidades pré-reflexivas são responsáveis por grande parte da forma como percebemos e agimos no mundo, bem como pela forma como um indivíduo pensa.

As capacidades pré-reflexivas ou não simbólicas são a parte do processo cerebral que acontece antes do acionamento das capacidades reflexivas ou simbólicas. Um ponto central aqui refere-se ao fato de que acontecer antes da utilização de símbolos e assim da linguagem, não significa que as agências não simbólicas não envolvam trocas de expressão ou estágios de consciência. O que acontece é que as funções não simbólicas processam o significado e a consciência de maneira diferente do que quando processadas pelas capacidades simbólicas. Como será explicado mais a frente, a significação e a consciência não simbólica não utilizam memórias do passado nem projeções do futuro e só acontecem no momento presente e em situações contínuas.

Todas essas descobertas da neurociência vêm motivando outras áreas do conhecimento a buscar compreender como o cérebro humano se relaciona com os seus objetos de estudo. Assim, ela vem sendo utilizada em diferentes áreas nas quais se deseja investigar reações de usuários a partir de diferentes vivências, seja elas nas compras, na educação, nas relações interpessoais e na interação com a produção do Design (VILLAROUÇO et al., 2021)

Nesse sentido, o objetivo deste capítulo é investigar a perspectiva da neurociência, em especial da linha Conexionista, em relação as agências humanas não simbólicas e sua inclusão na síntese da forma do Design. Especificamente busca-se compreender o que é? Como funciona? Como operá-la dentro e fora do Design? E qual é a relevância da inclusão dessa agência para o Design? O capítulo é dividido em seis partes que correspondem as questões mencionadas anteriormente, além de uma contextualização do conceito de Pós-humano e da conclusão que apresenta o resumo do capítulo.

4.1. Contexto: Neurociência e o Design

Associada ao Design, a neurociência visa a maior compreensão dos impactos do Design sobre o cérebro e sobre os humanos para a aplicação em projetos. Ela então investiga as reações neurofisiológicas e o comportamento de um indivíduo, observadas partir da interação de um sujeito específico com um design em um determinado contexto (VILLAROUÇO et al., 2021). Aqui é válido

colocar que apesar do avanço da neurociência, a relação entre o comportamento do cérebro e a interação com a forma e o espaço é ainda um universo pouco explorado e muito ainda precisa ser investigado e formalizado.

Os objetos de estudo do Design associado a neurociência podem ser subdivididos em três categorias: na experiência do encontro, no processo de concepção e na forma com que artefatos possam captar estímulos de seus usuários e se adaptar (VILLAROUÇO et al., 2021). No primeiro caso, o foco é no cérebro de um indivíduo que interage com um artefato; no segundo, é no cérebro dos designers; e no terceiro, é no “cérebro” ou sistema inteligente que analisa e se modifica de acordo com o seu ambiente. Essa pesquisa foca nas duas primeiras categorias.

Além disso, os múltiplos métodos e técnicas utilizados nos estudos da interseção entre Design e neurociência se distribuem em três grupos gerais: técnicas de pesquisas de ambiente e comportamento; técnicas de pesquisas em neurociência clássica; e técnicas de pesquisas com uso de ferramentas digitais. O primeiro grupo trabalha com medidas observacionais, medições de autorrelato, dados de arquivo e técnicas de mapeamento. O segundo grupo investiga as medidas psicofisiológicas utilizando técnicas de neuroimagem; de coleta de atividades eletrodérmicas; de eletromiografia; de frequência cardíaca; de pressão e volume sanguíneo; e dos movimentos dos olhos. O terceiro grupo tem a possibilidade de utilizar diversas ferramentas digitais como as de contribuição colaborativa (*crowdsourcing*), a utilização de técnicas de Inteligência Artificial, de dispositivos conectados ao usuário como a realidade virtual e a realidade aumentada e utilizando-se equipamentos como câmera, microfone e óculos de rastreamento ocular. Aqui, a pesquisa se situa dentro da primeira e terceira categoria, apesar de existir a ideia de utilizar medidas psicofisiológicas no futuro.

Junto com as outras ciências cognitivas, a neurociência se ramifica em três linhas teóricas, no cognitivismo, no conexionismo (ou linha emergencista) e no enativismo, como pode-se observar no diagrama baixo elaborado por Varela, Thompson e Rosch (VARELA; THOMPSON; ROSCH, 2017). Como pode-se ver no diagrama cada linha se relaciona a pesquisadores e linhas teóricas de outras áreas.

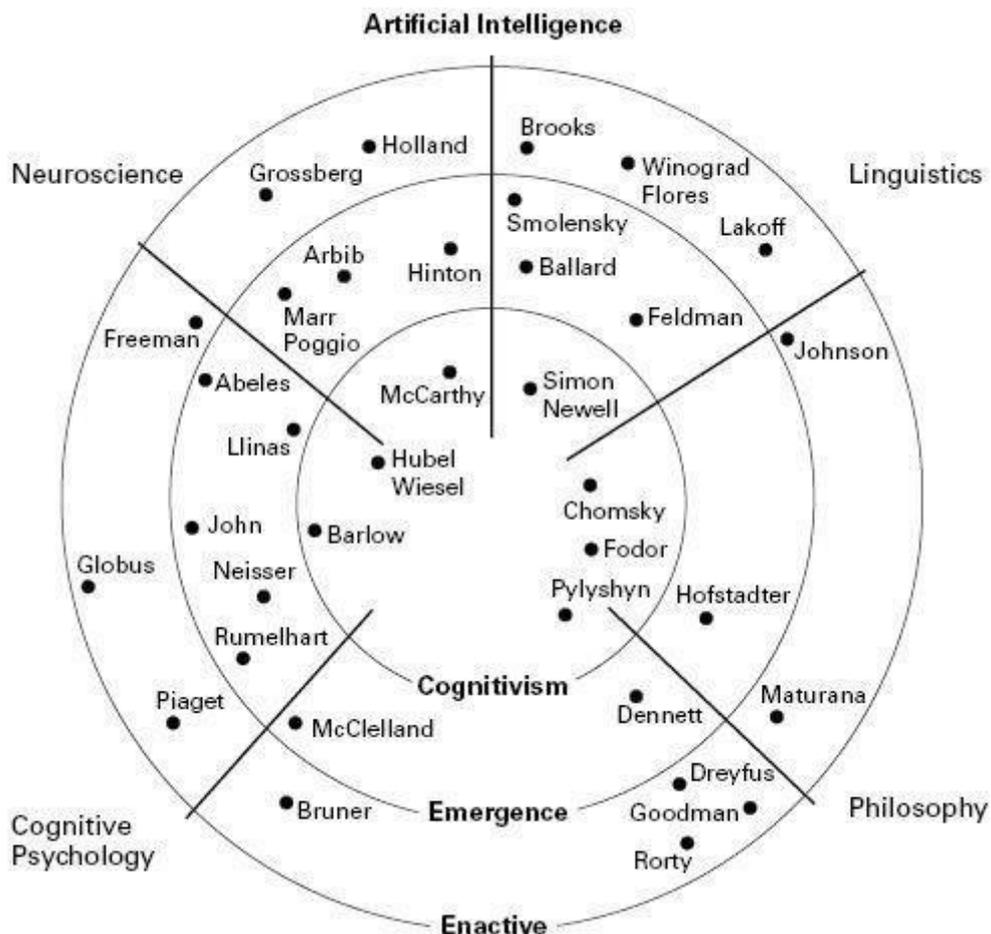


FIGURA 9 - Diagrama das Ciências Cognitivas
 Fonte: (VARELA; THOMPSON; ROSCH, 2017).

Entre essas linhas teóricas, essa pesquisa adota a linha conexionista. Essa escolha vem da relação próxima entre as ideias dessa linha e a visão do Pós-humano Crítico e de suas bases, que estão sendo utilizadas na pesquisa. A linha conexionista ou emergencista defende a ideia de que muitas tarefas cognitivas (como visão e memória e não o processamento simbólico) parecem ser mais bem explicadas por sistemas compostos de muitos componentes simples, que, quando conectados por regras apropriadas, dão origem ao comportamento global correspondente à tarefa desejada. Ou seja, ela acredita que o cérebro tem a capacidade de se auto-organizar para criar uma representação do mundo, como uma rede neural artificial convolucional.

A linha cognitivista consiste na hipótese de que a cognição é a manipulação de símbolos à maneira dos computadores digitais. Para essa linha teórica, a cognição é uma representação mental e assim a mente opera manipulando símbolos que representam características do mundo ou representam o mundo

como sendo de uma certa maneira. Nesse sentido, essa linha remete a priorização da mente e a sua separação entre a mente e o corpo, o cérebro e o mundo.

A linha enativista nasce de uma insatisfação mais profunda do que a busca conexcionista de alternativas ao processamento simbólico. Ela questiona a centralidade da noção de que qualquer cognição é fundamentalmente representação (VARELA; THOMPSON; ROSCH, 2017). Apesar de não ser antagônica as ideias Conexionistas, segundo DeLanda essas ideias falham ao minimizar a contribuição autônoma do mundo e ao rejeitar que o cérebro precisa traduzir o mundo através de uma representação (DELANDA, 2021)

Partindo da visão Conexionista, o capítulo utiliza publicações de neurocientistas do eixo Conexionista como Michael Arbib (ARBIB, 2021), David Marr (MARR, 2010), John Paul Eberhard e pesquisadores de outras áreas que utilizaram essas mesmas ideias. Em particular, destaca-se o trabalho de Andrej Radman, principalmente na sua tese de doutorado (RADMAN, 2012) e mais recentemente no livro Fenomenologia materialista: uma filosofia da percepção de Manuel DeLanda (DELANDA, 2021), como alguns artigos de Sanford Kwinter (KWINTER, 2002, 2014, 2021).

Apesar das diferenças entre as visões do materialismo realista de Deleuze e Spinoza; e da fenomenologia; e depois entre a linha Conexionista e a linha enativista, pode-se dizer que existem muitos pontos em comum entre essas linhas de pensamento. Talvez por causa disso, se observe uma espécie de intercâmbio entre as ideias dessas duas correntes.

Por exemplo, no livro citado de DeLanda, ele utiliza alguns aspectos das ideias de sujeito corporificado e as ideias de agentes intermediários de Damásio (DAMASIO, 1999) mesmo partindo de uma visão Conexionista baseada na ideia de homunculus de Daniel Dennett (DENNETT, 2014). Nesse caso, mesmo que as linhas enativistas partam de um realismo direto onde o sujeito percebe um significado criado internamente na interação com o mundo, DeLanda acredita que essas visões não apresentam problemas intransponíveis para a sua visão ao adotar algumas ideias do enativismo (DELANDA, 2021).

Nesse sentido, o capítulo também utiliza o trabalho do neurocientista do eixo enativista Antônio Damásio (DAMASIO, 1999), bem como, do autor do Campo do Design ligado a ideias enativistas e fenomenológicas²⁵, Harry Francis Mallgrave (MALLGRAVE, 2010, 2013a, 2018, 2013b). Portanto, por mais que essa pesquisa

²⁵ A união das ideias da fenomenologia aos do enativismo forma uma corrente teórica chamada de neuro-fenomenologia que no campo do Design é encabeçada por Juhani Pallasmaa, Alberto Pérez-Gómez.

parta da visão materialista realista e assim, de uma visão da neurociência ligada a corrente conexionista, utilizou-se muito das ideias enativistas convergentes as ideias Conexionistas.

4.2. Agência humana não simbólica para a Neurociência

A consciência é o contexto "vinculante" para entender como experimentamos um design. A definição do dicionário é simplesmente, o nível superior da vida do qual a pessoa está ciente em contraste com os processos inconscientes (EBERHARD, 2008). Os processos inconscientes recebem sinais do mundo e do corpo e os organiza numa primeira forma de percepção. Essa primeira representação atende grande parte das funções humanas por si só ao desencadear ações de maneira não voluntária. Dessa maneira ela é responsável por adaptar o organismo a estímulos do corpo e do mundo. Por exemplo, ela é responsável por perceber um terreno acidentado e acionar um conjunto de calibragens da forma de andar que preparam o corpo a andar nesse terreno específico. Existem diversos padrões que como esse exemplo, organizam a calibragem do corpo para determinadas situações sem que seja necessário ficar conscientemente executando essas tarefas.

Existem dois tipos de consciência, a consciente não reflexiva (Consciência central) e a consciente reflexiva (Consciência estendida). Partindo da percepção inconsciente, a consciência não reflexiva é o resultado do cérebro gerando uma representação não verbal de como o estado pessoal de alguém é afetado pelo processamento de uma situação. Ela é limitada a situações que ocorrem no momento presente, em uma mesma localidade e de maneira contínua. Por não envolver capacidades linguísticas ela não é capaz de ser reportada. Um exemplo dessa percepção pode acontecer em trabalhos manuais como de um construtor preparando a argamassa de uma obra. No processo de buscar o ponto certo da argamassa o construtor se vale dos signos diretos identificados na materialidade e através deles, ele age quase que instantaneamente, sem refletir. Os seus movimentos respondem a estímulos sensoriais vindos da mistura de argamassa e se concluem quando nota-se a emergência de um momento singular onde a massa chega ao ponto desejado. A consciência reflexiva é uma faculdade única dos seres humanos. Ela parte da consciência não reflexiva e adiciona memórias do passado e antecipações do futuro para orientar a sua tomada de decisões.

Relacionando esses termos aos já utilizados na pesquisa, as capacidades humanas não simbólicas englobam o processamento inconsciente e a consciência

não reflexiva. Já as capacidades humanas simbólicas são as ligadas a consciência reflexiva.

4.3. Funcionamento da Agência humana não-simbólica para a Neurociência

Como foi mencionado, a neurociência contemporânea defende que a experiência humana é o resultado de contribuições da mente, do mundo material, do corpo e do cérebro. Portanto, essa sessão visa explicar a contribuição de cada um desses elementos. Vale ressaltar desde já que apesar dessa separação, essas contribuições são tão intrincadas que na realidade elas seriam indivisíveis. Mesmo assim, conceitualmente pode-se propor uma separação para efeito didático.

O mundo é o ponto de partida da percepção já que foi a partir dele que todos os sentidos e operações cerebrais foram desenvolvidos para melhor interpretá-lo e agir. Por razões que têm a ver com sua história, o mundo tem uma estrutura estatística definida que foi rastreada de perto durante a evolução dos órgãos sensoriais. Os sentidos entram aqui para captar informações sobre essa estrutura estatística, mas também informações sobre a relação extrínseca entre o sujeito e os objetos a sua volta (DELANDA, 2021).

A contribuição do corpo parte do fato de que todos os aparelhos sensoriais humanos são ligados a corpos articulados. Isso implica que todos os processos sensoriais ocorrem em um corpo que se movimenta enquanto explora seu entorno. Ao longo do espaço e do tempo, através desses movimentos são gerados mais signos sobre as relações entre o sujeito e o mundo, como mapas visuais e somáticos compostos que podem registrar as dependências entre os movimentos de um corpo e as mudanças resultantes no campo visual. Esta informação pode às vezes ser meramente instrumental, como quando alguém se move para uma nova posição para obter uma visão melhor, mas também pode desempenhar um papel na síntese de objetos sólidos percebidos (DELANDA, 2021).

O cérebro é um órgão incorporado²⁶ que faz a previsão do mundo em forma de percepção além de controlar e comandar o organismo (MALLGRAVE, 2010). Para isso, ele capta impulsos elétricos que trazem fragmentos de informações do estado do mundo e do corpo, além de poder receber sinais das esferas superiores da mente. Os impulsos elétricos seguem fluxos dinâmicos por onde são processados por agentes com diferentes graus de consciência e intencionalidade

²⁶ Incorporado aqui indica que o cérebro é um órgão se encontra ao longo de todo o corpo através de uma infinidade de terminações nervosas.

que se organizam em cada situação para transformar os sinais obtidos em dados gradativamente mais significativos.

Por exemplo, no caso da visão, células encontradas nos olhos reagem fisicamente a entrada de luz e transmitem impulsos elétricos a uma segunda camada de células. Por sua vez essa segunda camada de células ou agentes neuronais se organizam juntamente com outras camadas vindas de outros estímulos para interpretar e gerar novos estímulos para próximas camadas. Assim, gradativamente, esses sinais vão se transformando em sensações e significados. No caso da visão por exemplo, primeiro são processadas arestas, depois silhuetas, superfícies e só depois propriedades, objetos únicos e situações.

A organização desses agentes acontece em grupos e após uma função elas voltam ao seu estado inicial. Essa auto-organização é guiada de acordo com o sinal recebido e através de comunicações entre essas próprios neurônios ou agentes. Assim, todos eles transmitem seus sinais para quaisquer outros agentes capazes de fazer uso de seu conteúdo; e são acionados por padrões de atividade resultantes do consumo de conteúdos de outros neurônios.

Assim, o cérebro não apenas sente o mundo; ele o confronta ativamente com seus próprios modelos representacionais e continuamente testa suas hipóteses buscando fazer a melhor previsão do mundo (DELANDA, 2021). Cada interpretação desses agentes passa pela análise de um próximo nível de células neurais que as aceita ou as rejeita. Nesse sentido, em questão de instantes esses agentes precisam experimentar diversas configurações de fluxos de processamento para produzir uma saída aceita pelo próximo nível de agentes.

Essa organização é apreendida ao longo da vida de um animal e de uma espécie. Na vida de um indivíduo, enquanto um teste malsucedido, ou seja, quando uma organização neuronal não consegue representar um estímulo de maneira satisfatória, essa organização ou caminho é enfraquecida; os testes bem-sucedidos implicam no fortalecimento do caminho interpretativo utilizado num conjunto de configurações preferencias (DELANDA, 2021).

Um ponto relevante aqui refere-se ao fato de que o cérebro cria representações do mundo e não aquilo que realmente existe. Por exemplo, a visualidade humana não acontece por meio de uma lente que diretamente projeta o mundo no cérebro. Na realidade, a visualidade e todos os sentidos são representações executadas pelo cérebro do que existe. Todavia, isso não significa que os sentidos humanos sejam limitados a uma codificação. Segundo Delanda, a representação que o cérebro opera não é de natureza intrínseca simbólica e arbitrária. Ela parte de uma representação através de signos que se propagam

através de relações causais sendo elas lineares, não lineares ou catalíticas (DELANDA, 2021). Isso significa que essa representação não é limitada a um vocabulário e pode assim lidar com a imanência e a complexidade do mundo.

Essa relação de signos foi sendo estabelecida ao longo de milhões de anos através de processos de seleção natural que privilegiou os seres que apresentaram mutações que os ajudaram a processar o seu meio da melhor maneira para que estes pudessem sobreviver e assim transmitir seus genes. Nesse sentido, cada espécie foi adaptando o seu processamento perceptivo de acordo com as suas necessidades.

Após todo esse processamento é formada a primeira representação do mundo pelos aparatos inconscientes do cérebro. Desse ponto até a consciência não reflexiva, as informações geradas aqui precisam ser consumidas por dois níveis de agentes sencientes (*proto-selves* e *core-selves*) e mais um além desses para atingir a consciência reflexiva (*autobiographical-selves*). Cada nível desses agentes sencientes segue uma gradação crescente de consciência e intencionalidade que acontece quando um nível mais baixo é “englobado” pelo seguinte. Cada um desses níveis também envolve uma escala de tempo e um tipo de atenção distinto como veremos a seguir.

No primeiro nível os *proto-selves* são agentes simples com o mínimo de consciência necessário para identificar e sentir a intensidade de propriedades e experimentar emoções sem integrá-los a um objeto com identidade duradoura (DAMASIO, 1999). A emoção é um sentido biológico através do qual os humanos, como todos os animais, absorvem e avaliam as condições do ambiente. As emoções são eventos somáticos, viscerais, elétricos e químicos, cujas pegadas neurológicas podem ser capturadas com tecnologias de neuroimagem. O efeito geral de muitos *proto-selves* consumindo signos internos produz um estado subjetivo ao qual pode-se referir como o sentimento de estar vivo.

No segundo nível, os *core-selves* marcam o ápice da agência não simbólica, presentes em algum grau em todos os animais vertebrados. Esses agentes são encarregados de consumir signos para objetos e as suas oportunidades e riscos e associá-lo as emoções produzidas pelos *proto-selves* o que gera os sentimentos vividos. Eles também percebem situações através do consumo de signos para relações entre objetos como, entre outras coisas, sentimentos vividos de envolvimento. Eles são agentes mais complexos e protagonistas e donos de experiências, mas que ainda estão confinados ao momento presente e sem acesso à linguagem (DAMASIO, 1999). Ou seja, a consciência aqui é limitada a situações que ocorram em uma mesma localidade e

em um intervalo de tempo que uma dada situação ocorra continuamente. Ela também não é capaz de ser reportada, por não ter capacidades linguísticas.

No terceiro nível, os *autobiographical-selves* conseguem acessar as memórias do passado e as capacidades linguísticas. Esse caminho é exclusivo da espécie humana e foi formado ao longo da evolução da espécie. O *autobiographical-self* pode viver além do momento presente para ter uma vida moldada por memórias de seu passado e projetos para seu futuro (DAMASIO, 1999). Aqui esses agentes propiciam que o sujeito relate como se sente e por essa razão, pode ser o único agente encontrado em experimentos de laboratório em que os relatos verbais são considerados a forma principal. Isso ocorre porque esse tipo de agente possui acesso à linguagem o que permite que ele crie uma narrativa coerente de seu passado, usando inferências causais para preencher lacunas explicativas, bem como os meios para definir e expressar suas expectativas para o futuro.

DeLanda adverte que esses relatos devem ser analisados com cuidado, pois reduzir a percepção ou a consciência à reportabilidade fatalmente envolverá incongruências. Isso porque, a forma com que o “eu” consciente a entende e conta a sua história de vida é fabricando uma unidade de experiência fenomenal que não está lá (DELANDA, 2021). Assim, se faz o uso de uma narrativa unificadora, que é a maneira como um sujeito em consciência explica a si mesmo todas as sensações e sentimentos em que está imerso e o senso de agência e propriedade que adquire de seu corpo em ação.

Voltando a consciência não simbólica ou não-reflexiva, animais não humanos podem perceber relações entre objetos e reconhecer que algumas relações pertencem a certas classes de situações exigindo respostas diferentes. Um exemplo disso pode ser observado no comportamento dos macacos Vervet ao se deparar com uma ameaça. Esses macacos possuem três chamadas de alarme distintas que emitem para direcionar a atenção dos outros para a presença de três tipos de predadores: leopardos, águias e cobras. Essas vocalizações são um meio de alertar outros macacos sobre a situação perigosa e informá-los sobre os tipos de ação apropriados para evitá-la: subir em uma árvore se for um leopardo; correr para os arbustos se for uma águia; ou ficar de pé bipedalmente e olhar firmemente para o chão para localizar e atacar a cobra (DELANDA, 2021).

No caso humano, DeLanda cita a percepção de situações sem uso das capacidades conceituais na prática de um cozinheiro profissional, de um ferreiro, ou de um químico (DELANDA, 2021). Nesses casos, o espaço dedicado a uma tarefa específica precisa ser cuidadosamente estruturado para criar ambientes

eficazes, onde se faça uso inteligente de seu espaço circundante, para que o profissional possa descarregar o esforço cognitivo nele e assim elimine a necessidade de uma descrição interna completa das superfícies de trabalho. No caso de um cozinheiro, Delanda explica que:

O espaço em que um cozinheiro especialista atua, por exemplo, combina as várias habilidades do cozinheiro com as possibilidades de ferramentas (facas, cronômetros), dispositivos (fogões, geladeiras, liquidificadores), além de layouts de superfícies (mesas, balcões). Este espaço está repleto de índices, alguns dos quais naturais, como o cheiro dos vegetais a indicar a sua maturação; outros adquiriram sua função por design, como a luz do forno indicando que a temperatura desejada foi atingida. À medida que a atividade do cozinheiro se desenvolve, suas próprias intervenções causais (cortar, picar, ferver, misturar, assar) produzem seus próprios índices: a consistência do molho indica que mais farinha precisa ser adicionada, o derretimento da manteiga indica que está pronta para ser misturado, e a textura da massa indicando que deve ser retirada da água fervente. É um espaço repleto de signos, alguns importantes para a tarefa como um todo, outros para uma determinada etapa da tarefa, mas todos demandando atenção para serem percebidos em meio a um fluxo contínuo de atividade, a execução de operações e o acompanhamento dos resultados intermediários (DELANDA, 2021).

Portanto, graças a organização das ferramentas, ingredientes a sua volta, o cozinheiro não precisa acessar as suas capacidades linguísticas. Toda a capacidade conceitual que ele teria que usar se torna desnecessária com um ambiente organizado de maneira eficaz, podendo ser substituído por expressões não conceituais. Ou seja, ele apenas precisaria usar expressões como “aqui” e “lá” como indicadores espaciais para localizar facas, tigelas e outros objetos; palavras como “antes” e “depois” como índices temporais para orientar a ordem em que os ingredientes devem ser misturados ou as operações aplicadas; e expressões como “muito quente para manusear” ou “muito pesado para se levantar” como índices causais (DELANDA, 2021).

Assim, mais do que intercâmbios de ordem puramente funcional, cada iteração com o mundo implica na troca de mensagens e significados que não dependem apenas das capacidades linguísticas dos seres humanos. E mais do que um significado incorporado momentâneo caracterizado por uma mudança de estado, essas trocas com o mundo exterior também são essenciais para moldar a estrutura cerebral de cada indivíduo.

4.3.1. Neurônios-espelho e a incorporação dos significados

Com isto posto, a dúvida que paira é sobre como as capacidades não simbólicas operam formando significados. E para responder isso, as ciências

cognitivas utilizam a ideia de *pregnância*²⁷ como vimos em DeLanda no último capítulo (DELANDA, 2019).

O que um objeto proporciona, é o resultado do pareamento das capacidades de um ente com as capacidades do objeto. Assim, a relação de um ente e um objeto vai depender das capacidades do ser humano de interagir com as propriedades de um objeto, como Johnson coloca no trecho abaixo:

Propriedades, modos de interação e significados são, portanto, relativos ao caráter do organismo (criatura viva) e às características objetivas de seus ambientes. Os objetos que povoam nosso mundo nos cumprimentam com suas possibilidades significativas à medida que os engajamos em atividade. Tais *pregnâncias* definem os espaços em que criaturas como nós podem estar “em casa” em nosso mundo; ou seja, as *pregnâncias* definem os tipos de acoplamentos e operações transformadoras que podemos experimentar. (JOHNSON, 2015)

Os significados incorporados partem de ativações desencadeadas pelas percepções de *pregnância* que a interação com diferentes entes proporciona. O conceito de *pregnância* foi um esforço inicial para o entendimento da significação incorporada sendo desenvolvido pela psicologia perceptiva de James Gibson, conforme apresentada em “A Abordagem ecológica para a Visão Perceptiva” (*The Ecological Approach to Visual Perception*) (GIBSON, 1979). Nesse trabalho, Gibson explica que os animais têm a capacidade de perceber dicas do meio ambiente sobre oportunidades e riscos. E essa capacidade está sempre funcionando inconscientemente como um mecanismo de sobrevivência.

Por sua vez, os neurônios-espelho são centrais nessas percepções. O “sistema de neurônios-espelho” foi descoberto no final dos anos 1980 por Giacomo Rizzolatti e sua equipe, que explicou que os neurônios-espelho desempenham um papel performativo na percepção animal. Esse tipo de neurônio representa uma classe distinta de neurônios que descarregam um ato motor que não é um movimento em si, mas refere-se a uma organização abstrata de movimentos em direção a um objeto que se torna a finalidade. Segundo Mallgrave, do ponto de vista neurológico a conexão entre a percepção humana e o mundo parece residir na capacidade dos neurônios espelhos (MALLGRAVE, 2010).

Segundo a neurociência, o cérebro consegue identificar possíveis situações relacionando uma capacidade própria a uma capacidade de um outro ente e simular essas possíveis situações antes da experiência acontecer. Dessa maneira o organismo compreende as oportunidades e riscos de um determinado encontro.

²⁷ Vale salientar, que a *pregnância* que nos interessa aqui é a que não envolve as capacidades simbólicas.

Por exemplo, quando um indivíduo vê uma xícara, o cérebro automaticamente vai simular formas de pegar esse objeto. Os neurônios-espelho atuam na simulação de oportunidades e riscos percebidos quando se analisa a utilização de um objeto, quando se observa outro ser animado executando uma ação, quando o próprio ente executa uma ação, quando um ente inanimado sugere estar em movimento ou até quando o resultado de uma ação passada é percebido em um meio ou objeto.

A percepção das oportunidades e riscos de um objeto acontecem a todo instante de tal forma que não se percebe que o cérebro esteja fazendo essas simulações. A observação da ação de outro ente pode representar uma forma de aprendizado indireto, para testar ações planejadas ou para formar uma noção empática. Sobre as duas primeiras proposições, DeLanda coloca que:

Um animal pode aprender sobre pregnancies observando os outros julgarem mal as capacidades de um objeto para afetá-los e usar sinais que representam essas incompatibilidades como um meio de aprimorar seus próprios julgamentos sobre que tipo de ação qualificada é exigida por um determinado objeto (DELANDA, 2021).

Aqui, quando o neurônio espelho simula uma ação observada de outro ente, um ato é realmente sentido no corpo como se este estivesse experimentando a própria ação. O experimento de Rizzolatti com um par de macacos constatou que quando um macaco está observando a ação do outro, como agarrando um objeto, o córtex pré-motor do macaco inativo se acende na mesma região do cérebro do macaco que está realizando a ação. Nesse sentido, Rizzolatti explica que existem duas formas de se compreender os outros: pela lógica ou pelo sistema dos neurônios-espelho. Isso implica que a compreensão não envolve necessariamente o raciocínio cognitivo, mas sim advém de uma combinação de ato motor e perceptivo (MALLGRAVE, 2010).

A simulação da própria ação de um ente pelo seu próprio organismo ocorre quando um sentido simula a percepção de outro sentido. Por exemplo, uma simulação visual pode ser sentida na performance de uma experiência motora como a dança.

A simulação do movimento de entes inanimados e da simulação de ações passadas são demonstrados no trabalho de Gallese e Freedman. Nesse trabalho concluiu-se que ao olhar um objeto, ou no caso do estudo deles, uma obra de arte, o cérebro humano simula o movimento sugerido na forma e também nos gestos que as criaram de maneira inconsciente (FREEDBERG; GALLESE, 2007). Isso acontece muito rapidamente e de maneira automática antes do cérebro

reconhecer cognitivamente o contexto conceitual ou o efeito da ação que está imitando.



FIGURA 10 - Escultura “Escravos” de Michelangelo
Fonte: Scala/Art Resource, NY.

Estudando os impulsos neurais de pessoas ao observar a escultura “Prisioneiros” de Michelangelo, Gallese e Freedman descobriram que as respostas dos espectadores geralmente são uma ativação sentida nos mesmos músculos que parecem ser ativados dentro da própria escultura, como se estivessem em perfeita consonância com a intenção de Michelangelo de mostrar que suas figuras lutam para se libertar de seu material matriz. Os autores também observaram que esse tipo de simulação ocorre não apenas em resposta a obras figurativas, mas também em resposta à experiência com formas arquitetônicas e com pinturas abstratas (FREEDBERG; GALLESE, 2007).

Além disso, Gallese e Freedman comprovaram que a observação de um gesto passado pode ativar simulações das mesmas estruturas cerebrais que foram necessárias para executar o gesto. Por exemplo, eles notaram que espectadores geralmente experimentam uma sensação de envolvimento corporal com os movimentos implicados pelos traços físicos de pinturas abstratas como as de Jackson Pollock (FREEDBERG; GALLESE, 2007). Nesse caso, os padrões cerebrais de um indivíduo observando uma pintura de Pollock são semelhantes aos de alguém que esteja executando a ação que resultou na pintura.

Apesar de não comprovada, alguns pesquisadores acreditam que os neurônios-espelho estão associados ao processo empático dos animais tendo em

vista que, como foi visto, através dele pode-se simular parte da percepção de um outro ente. Se comprovada, a empatia poderia ser definida como um processo inconsciente no qual o indivíduo usa seu próprio corpo como um modelo para sentir a experiência do outro.

Além disso, hoje se sabe que as ativações dos neurônios espelhos se estendem para além da ação associada a uma oportunidade ou da ação observada por exemplo, no sentido de que ele desencadeia processos que se desdobram dessa simulação incorporada, como a percepção de emoções e sentimentos (DELANDA, 2021). Por exemplo, quando uma pessoa vê um bebê chorando, o seu cérebro não vai apenas simular internamente as ações que constituem a ação de chorar. Isso porque essa simulação vai desencadear as emoções ligadas a essa ação. Da mesma forma, ao observar alguém bocejando, o cérebro pode simular essa ação e transmitir um estado de sono que acaba resultando na execução do bocejo real pelo observador.

De maneira inversa, alguns pesquisadores acreditam que um sistema de neurônios-espelho prejudicado pode estar associado a alguns tipos de transtorno de personalidade antissocial como a psicopatia. Os psicopatas, por definição, têm problemas para entender as emoções de outras pessoas, o que explica em parte porque apresentam um comportamento egoísta, porque desconsideram tanto os outros e porque cometem muito mais crimes violentos do que a população em geral.

Em suma, os neurônios-espelho são fundamentais em conectar os animais com os seus ambientes; ou melhor, eles nos fornecem os meios pelos quais apreendemos e estabelecemos uma relação com nosso ambiente físico. Segundo Mallgrave, ao explicar como simulamos internamente aspectos de um artefato, de forma multissensorial e emocional, eles também sugerem que o fazemos em grande parte de maneira pré-reflexiva, o que é novamente um ponto crucial da nova perspectiva da neurociência (MALLGRAVE, 2013).

É preciso levantar um ponto relevante sobre o conceito *pregnância* aqui. Apesar de essencial, esse conceito é normalmente relacionado a oportunidades e riscos ligados a uma ação. Para essa pesquisa, essa visão parece limitar as oportunidades que o Design pode oferecer ao usuário. Assim, sentiu-se a necessidade de incluir outras oportunidades que possam ser percebidas, especificamente as que remetem a mudança do estado psíquico.

Dessa maneira, procurou-se uma extensão da ideia de *pregnância* que abrangesse oportunidades contemplativas com o ambiente. Tal ideia foi encontrada no conceito de *pregnância contemplativa* sugerido por Michael A.

Arbib. Professor de ciência da computação, bem como professor de ciências biológicas, engenharia biomédica, engenharia elétrica, neurociência e psicologia da Universidade do Sul da Califórnia, Michael A. Arbib é um dos pesquisadores mais importantes da linha Conexionista da neurociência. Arbib também expande suas pesquisas para os campos da Arte e do Design.

Segundo Arbib, não é suficiente limitarmos a ação ao que ele chama de ações práticas. Ou seja, interações motoras com o mundo ao nosso redor, como comer, andar, agarrar e manipular. Segundo ele, embora possamos ver as ações práticas servindo como a base de nossa percepção, a evolução (biológica e cultural) levou nossas ações e percepções muito além fornecendo mecanismos básicos para a sobrevivência (ARBIB, 2021). Ele então sugere uma “pregnância não gibsoniana”, que ele chama de *pregnância contemplativa* (“*contemplative affordances*”). Essa *pregnância* se refere à percepção de uma oportunidade para experimentar um certo estado de espírito. Assim enquanto as *pregnâncias gibsonianas* são associadas a movimentos e ações; as *pregnâncias contemplativas* são associadas a emoção, sentimento e em um impacto geral.

Com isso em mente, essa pesquisa adota não só o conceito de *pregnância* de Gibson, mas também o conceito de *pregnância* de Arbib como instrumentos para melhor compreender os mecanismos de identificação de propriedades e capacidades significantes no mundo. Fora Arbib, outros autores já apontaram para a importância de considerar esse tipo de *pregnância*, como Tonino Griffero que argumenta que as formas não expressam meramente relações causais e *pregnâncias pragmáticas*, mas também *sentimentais* e, portanto, *atmosféricas* que permeiam o espaço” (GRIFFERO, 2021).

4.3.2. Haptividade e Sentido Geral

Como foi mencionado, o significado incorporado é sentido internamente em toda experiência ou simulação de experiências. Esses significados incorporados simulam não só as áreas responsáveis pela visão, mas um grupamento multimodal que envolve a ativação de vários modos de percepção e interação ao mesmo tempo. Assim, o que é sentido é uma mistura homogênea e intensiva de todos os estímulos juntos atuando sobre um meio. Esse entendimento sobre a percepção é relatado há muito tempo, entretanto, só recentemente a neurociência está mostrando uma base biológica sólida para ele (MALLGRAVE, 2010).

Chamada de hapticidade, essa mistura multissensorial e emotiva é formada por vários tipos de sentidos e suas combinações. Assim, o que forma a percepção são as atividades do sistema somatossensorial junto as do sistema introceptivo (homeostático e visceral), sistema musculoesquelético, sistema proprioceptivo, sistema vestibular e outros sentidos envolvidos com o toque. Assim, todos esses sistemas, geram uma grande quantidade de sinais que fazem do cérebro humano, “uma rica sopa de produtos químicos que controlam ou modulam a atividade neural” (MALLGRAVE, 2010).

Junto ao significado incorporado háptico os estímulos simbólicos formam o que John Dewey chamou de “qualidade unificadora penetrante” (DEWEY, 2011) e que a neurociência chama de senso geral. Ou seja, enquanto o significado incorporado é o resultado da mistura háptica pré-reflexiva, o senso geral é o resultado da soma dos estímulos simbólicos ao significado incorporado, como pode ser visto no trecho abaixo:

Uma experiência tem uma unidade que lhe dá nome, essa refeição, essa tempestade, essa ruptura de amizade. A existência dessa unidade é constituída por uma única qualidade que permeia toda a experiência, apesar da variação de suas partes constituintes. Essa unidade não é emocional, prática ou intelectual, pois esses termos nomeiam distinções que a reflexão pode fazer dentro dela (DEWEY, 2011).

Mesmo focando nas agências não simbólicas, é essencial sempre considerar os estímulos simbólicos, até porque, dificilmente eles conseguem ser extirpados da matéria. Mesmo que os estímulos não simbólicos sejam processados antes dos simbólicos, como foi descoberto pela “*early vision*” (MARR, 2010), os estímulos simbólicos são captados logo depois. Assim, o que a descoberta da “*early vision*” acrescenta é a noção de que a significação material incorporada sempre vai ser processada antes da simbólica e dessa maneira, será a base para a significação simbólica. Todavia, logo depois, a significação simbólica ocorre e se funde na formação do senso geral.

Finalmente, é importante colocar que mesmo considerando a experiência como uma unidade qualitativa, Dewey defende que ela pode ser desmembrada para compreender os significados individuais que formaram a qualidade geral. Ou seja, mesmo sendo impossível discernir as partes do senso geral é possível conceitualmente racionalizar acerca das partes que dão origem a ele.

4.3.3. Neuro plasticidade e a formação da subjetividade

Cada sentido geral não apenas muda o estado de um ente através de um significado, mas também é responsável pela modelagem da estrutura cerebral dos animais. Essa modelagem é possibilitada pela capacidade de adaptação do cérebro, chamada de neuroplasticidade (MALLGRAVE, 2010). A neuroplasticidade é um termo biológico para a capacidade do cérebro de alterar suas redes sinápticas. Apesar de ter sido descoberta há pouco tempo pela neurociência, essa capacidade já era considerada há muito tempo por outras áreas do conhecimento.

O cérebro de um animal é formado de duas maneiras: Por meio da seleção natural que opera na escala da espécie; e pela plasticidade neural na escala do indivíduo. Nesse sentido, Kwinter explica que:

A modificação estrutural contínua do organismo pelo mundo físico, o esculpir, como é denominada em neurobiologia, acontece em vários períodos de tempo. No fim do espectro mais lento, ela refere-se a como os nichos ambientais moldam populações e espécies ao longo de gerações através da seleção e pressão darwinianas – chamamos isso de adaptação – e no final mais rápido, e mais dramaticamente em humanos, é moldada a estrutura cerebral e os padrões comportamentais através do mecanismo da plasticidade neural (KWINTER, 2021).

O ser humano nasce essencialmente com quase o total das cerca de 100 bilhões de células cerebrais que vai teoricamente manter ao longo da vida. Entretanto, ele nasce com relativamente pouca conectividade entre essas células (cerca de 50% ou um pouco mais). O código genético, é claro, orienta os mecanismos homeostáticos básicos e fornece um plano geral para o desenvolvimento futuro, mas esses sistemas reguladores e dotes intelectuais de modo algum dirigem todos os aspectos do desenvolvimento subsequente do cérebro (MALLGRAVE, 2010).

É aqui que a neuroplasticidade entra para terminar de esculpir o cérebro humano. Mas terem os seus cérebros maduros, ou plenamente conectados, eles precisam interagir com o mundo. É interagindo com o mundo que o cérebro conecta as suas células neurais desarticuladas e complementam a sua estruturação.

A efetividade dessas formações leva em conta três parâmetros, a intensidade da significância de um encontro, o número de vezes em que um encontro ocorreu e a idade do indivíduo. Enquanto experiências mais intensas tendem a ser assimiladas mais rapidamente, os circuitos sinápticos se fortalecem ou enfraquecem, dependendo da frequência de seu uso. Assim, enquanto, novas

conexões quando solicitadas são criadas, as conexões existentes pouco utilizadas vão se desestruturando até desaparecer. Já em relação a idade, a capacidade de modificação da estrutura cerebral é mais potente nos estágios iniciais da vida, entretanto ela nunca deixa de acontecer (MALLGRAVE, 2010).

Atualmente se sabe que quanto mais desenvolvido é um sistema nervoso, maior é a sua necessidade de estímulos e sem eles, um ser vivo pode morrer. Nesse sentido, os seres humanos são os seres que precisam de mais estímulos para amadurecer. Isso pode ser comprovado quando se comparam os recém-nascidos de outros mamíferos e de humanos. Enquanto o recém-nascido humano é totalmente dependente, algumas espécies já aprendem a andar nos primeiros minutos de vida.

Isso remete a ideia de que sem uma força que motive um ser vivo a interagir com o mundo ele não amadurecerá e seu cérebro terá grandes chances de não sobreviver. Para Kwinter, “essa exigência é impulsionada e sustentada pelo “interesse” no mundo e implica em um engajamento e em um banquete com o fluxo de sinais e mudanças no ambiente” (KWINTER, 2021). Esse interesse colocado por Kwinter é senso de sobrevivência de um animal que por sua vez é ativado pelas percepções de oportunidades e riscos da capacidade de pregnância. A todo instante o ser humano então é bombardeado por esses estímulos que os motivam a buscar mais e mais oportunidades.

Enquanto algumas dessas percepções de oportunidades e riscos são herdadas biologicamente²⁸ (DE BOTTON, 2007), como memórias adquiridas pela espécie através da seleção natural, a maioria delas é adquirida pela experiência com o meio ambiente. Ou seja, muitas capacidades de pregnância são incorporadas pela plasticidade neural através do encontro de um ente com o mundo.

Tudo isso remete que os humanos são em grande parte um desdobramento das ligações que se formam no cérebro através dos encontros com o mundo. Ou seja, um indivíduo senciante tem o seu cérebro esculpido por encontros diretos ou pela percepção de pregnâncias. Nesse sentido, apesar da base biológica comum que todos os humanos partilham não poder ser

²⁸ No livro *Arquitetura da felicidade*, Alain de Botton fala do instinto humano de se sentir desconfortável, ou de perceber um risco, ao se posicionar de costas para o acesso de um ambiente. Segundo ele, essa sensação de desconforto é fruto de uma adaptação que os ancestrais dos humanos adquiriram e aqueles que não apresentavam esses genes responsáveis por esse desconforto acabaram sendo extintos. Philip Galanter fala da relação instintiva de bem-estar que um cenário como uma savana com o céu azul tende a transmitir aos seres humanos. Segundo esse sentimento é fruto da percepção de que se está em um ambiente seguro, já que numa savana os nossos ancestrais conseguiam observar predadores de longe e que um céu azul significa um clima favorável sem chuva ou tempestades.

desprezada, cada indivíduo possui um cérebro extraordinariamente variável, mesmo quando se comparam cérebros de gêmeos idênticos (MALLGRAVE, 2010).

4.4. Incluindo as Agências Humanas não simbólicas no Design através da Neurociência

Essa seção apresenta uma abordagem conceitual para a concepção de projetos de Design baseada nos conhecimentos da neurociência elaborada por Michael Arbib (ARBIB, 2021). Segundo o autor, a construção cerebral é a chave para a percepção, memória, imaginação e, portanto, para o processo de projeto que desenvolve as especificações para a construção física do design. Dessa maneira, o modelo proposto, segue o caminho inverso do cérebro e começa de cima para baixo e só em um segundo momento as esferas superiores são confrontadas com as percepções de “de baixo para cima” no padrão de luz que atinge a retina. Dessa maneira, a ideia de Arbib consiste em desafiar as noções conceituais que vem de cima, ao enriquecê-las e modificá-las com as noções percebidas pela experimentação com a forma. Assim, o modelo contém as seguintes fases:

Conceito Geral → Esquema de assemblagens → Roteiros → Diversos Mapas de mundo → Materialização

O conceito geral é um grupo de considerações que se desdobram de cima para baixo para definir um “tom” emocional que module o equilíbrio entre a variação de características do Design. Ele é definido por restrições e ideias demandadas pelo cliente e desenvolvidas pela equipe de projeto.

O esquema de assemblagens consiste na criação de diversas cenas estáticas (através de imagens e *storyboards*) com base no funcionamento do cérebro. Nesse sentido Arbib explica que:

Nossa compreensão de uma cena visual é um processo de construção: não experimentamos a “realidade total” (uma ideia implausível em si). Em vez disso, os estímulos atuais são “compreendidos” com base na capacidade do nosso cérebro de construir um conjunto de instâncias de esquemas. E esses esquemas codificam aspectos de nosso conhecimento/memória de longo prazo/experiência anterior do mundo relevantes para nossa situação atual, tarefas e motivação. A percepção procede tanto de baixo para cima (extraíndo padrões da entrada sensorial) quanto de cima para baixo (com a interpretação de partes da cena condicionada pelo contexto e “ilhas de confiabilidade” estabelecidas pela percepção contínua) (ARBIB, 2021).

Dentro dessas cenas vários estímulos de diferentes níveis podem ocorrer ao mesmo tempo. Os estímulos simbólicos podem ser ligados desde a introspecção do indivíduo solitário até as interações sociais dentro de um grupo de pessoas e seus artefatos. Os estímulos não simbólicos vão desde propriedades físicas percebidas pelo aparato moto-sensorial até a percepção de pregnâncias práticas e contemplativas. Arbib explica que interpretação de uma cena pode depender em grande parte da cultura, da tarefa atual e da motivação do espectador.

As cenas que são relevantes para a experiência e, portanto, para um design não se limitam a imagens estáticas, mas também devem incluir imagens de episódios que vinculem experiências multissensoriais e ações estendidas por algum período de tempo. Com ou sem o uso das capacidades simbólicas, a memória de trabalho se estende além do presente imediato dentro de um curso de tempo que inclui aspectos da experiência passadas com metas e expectativas. Nesse sentido, a criação dos esquemas de assemblagens das cenas é a base para a criação de roteiros.

Os roteiros não são prescrições escritas para comportamentos exatos, mas expressam padrões gerais de experiência vivida de um tipo particular. Dessa maneira, aqui deve-se gerar diversos roteiros, dependendo do usuário e do estado em que este pode se encontrar.

Cada roteiro envolve (de forma bastante específica ou com grande flexibilidade) a exploração de pregnâncias e de expressões simbólicas de cada cena e de novas cenas. Aqui Arbib inclui as pregnâncias parametrizáveis que (muitas vezes subconscientemente) sintonizam esquemas motores para executar uma ação graciosamente. O autor também explica que os roteiros podem não ser convencionais, desde que os usuários possam se adaptar a eles. Além disso, ele explica que por mais que um designer crie roteiros para um artefato, fatalmente os sujeitos desse objeto não viverão apenas esses roteiros. Assim, as formas e os espaços de um design devem servir para estabelecer pregnâncias e atmosferas tanto para envolver o usuário nos roteiros pretendidos pelo designer quanto para permitir que o usuário crie suas próprias narrativas e memórias da experiência.

Os mapas de mundo no modelo conceitual de Arbib se referem a diagramação de partes ou locais significativos para apoiar os roteiros de um design. O mapa de mundo imaginado pelo designer codificará inicialmente as propriedades das subpartes significativas de um projeto e as principais ligações

entre elas. A criação desses mapas implica no desafio crucial de fundir diversos roteiros.

Em cada mapa, os nós representavam lugares ou partes de um objeto significativos, enquanto uma aresta direcionada entre dois nós codifica ações para ir do primeiro ao segundo. Os nós podem servir simplesmente como pontos de passagem, como lugares para sair de uma estrada para outra enquanto se dirige, ou podem satisfazer necessidades básicas, como comer ou beber, ou necessidades estéticas, como oferecer uma paisagem ou uma pintura. Eles também podem servir a necessidades sociais, como lugares para conhecer outras pessoas ou lugares que oferecem privacidade.

Arbib ressalta que nem toda parte de um mapa precisa ser contida no projeto em si. Isso porque o mapa pode conter nós que representem partes externas, mas que o design sugira uma conexão, como uma vista por exemplo. O autor também lembra que cada sujeito navega em diferentes mapas de mundo. Isso porque o cérebro humano codifica diversos mapas em diferentes níveis de detalhes. Por exemplo, em um projeto arquitetônico pode-se ter um mapa que conecte os ambientes e outro para cada um dos ambientes. Além disso, ele observa que os mapas de mundo finais elaborados pelo designer não precisam se tornar os mapas de mundo do usuário. Isso se deve ao fato de que cada usuário pode se familiarizar apenas com alguns aspectos do projeto.

O processo de materialização do projeto parte dos mapas de mundo. Ele é previsto para ser longo, já que dificilmente a primeira materialização vai conseguir atender os esquemas de assemblagens e os requisitos do conceito geral, bem como a própria estruturação dos mapas ao mesmo tempo. Para atingir esse objetivo, a cada versão da materialização deve se executar uma série de análises que verifiquem os estímulos de cada cena (assemblagem), o funcionamento das conexões do mapa de mundo e o que foi definido nos conceitos gerais até que se chegue a um resultado satisfatório.

Essas análises então devem comparar o que foi conceitualizado e o que foi percebido na experimentação material. Ao longo do processo, espera-se que aconteça uma retroalimentação do que foi definido conceitualmente e do que se observa na materialização de forma que ambas as partes encontrem um equilíbrio. O processo então não busca uma otimização do que foi imaginado primeiramente, mas sim uma constante evolução entre o que as iterações materiais sugerem e o que a estrutura conceitual planeja, em um processo cíclico de retroalimentação de baixo para cima e de cima para baixo.

Essa dinâmica tende a gradativamente se estabilizar e assim diminuir as modificações para aspectos mais sutis de projeto. Dessa maneira, o processo termina quando se encontra um equilíbrio entre as gradações das esferas conceituais e da esfera material (que parte da observação com a representação do projeto, sendo este uma maquete física, virtual ou qualquer outra forma de representação).

4.5. Relevância da inclusão das agências humanas não simbólicas segundo a neurociência

Somos em grande parte formados fisicamente e subjetivamente pelo meio. Dessa maneira, se o mundo construído hoje é em grande parte responsabilidade das disciplinas de Design, fica evidente o poder delas na construção de um mundo melhor. Entretanto, uma capacidade essencial que conecta os seres humanos ao seu meio vem sendo rejeitada pela sociedade e pelo campo do Design, notadamente: as capacidades não simbólicas.

Nesse sentido, Kwinter coloca que talvez seja a hora da sociedade ocidental repensar a sua relação com a linguagem, e considerar revalorizar a sua agência animal. Isso porque mais do que qualquer espécie animal, devido ao seu nível baixo de maturação cerebral ao nascer, a espécie humana acabou se configurando como extremamente dependente da interação com o mundo, o que por sua vez depende muito das capacidades não simbólicas (KWINTER, 2021).

Por mais que a linguagem seja uma forma de expressão extremamente importante, o seu uso em excesso e em detrimento das capacidades não simbólicas pode prejudicar a maturação do cérebro humano. Isso porque a linguagem sempre será incapaz de cobrir as infinitas significações incorporadas que um ser humano pode internalizar.

A situação do ser humano é que depois de centenas de milhares de anos como parte de comunidades de caçadores-coletores, baseada na cultura material de ferramentas de pedra e presas com normas sociais igualitárias, mas sem habilidades linguísticas (DELANDA, 2021), em contado direto com a complexidade da natureza e seus infinitos e imanentes significados, hoje grande parte da humanidade tem as suas possibilidades experienciais limitadas por um uso exagerado das capacidades simbólicas humanas.

Nesse sentido, é importante que os designers tenham em mente que o mundo é um reino de qualidades imediatamente sentidas que têm significado para os humanos mesmo antes e sem linguagem. Isso não significa negar que a

linguagem e outras formas de interação simbólica possam às vezes enriquecer dramaticamente nossas possibilidades de significado, mas o significado linguístico já é ele próprio parasita do significado qualitativo incorporado (JOHNSON, 2015). Ou seja, ele tende a substituir o significado incorporado por codificações incapazes de alcançar a sua complexidade.

Enquanto o significado linguístico se baseia em um conceito abstrato e estático que especifica um conjunto definidor de características que constituem um objeto, o significado incorporado é fundamentado por experiências vividas, observadas ou simuladas. Assim, o significado de qualquer objeto, qualidade, evento ou ação é o que ele aponta por meio de alguma experiência. Isso não quer dizer que um significado seja melhor do que o outro, mas sim que eles possuem características diferentes e devem ser utilizados de maneira complementar.

Hoje os neurocientistas estão lembrando o mundo que o manto de um oitavo de uma polegada de “matéria cinzenta” que confina a circunferência interna do crânio é apenas uma pequena parte de uma operação biológica neurológica e visceral muito maior que é conduzida interna e externamente de baixo para cima. Isto é, por atividades sensório-emotivas, bem como por suas próprias regras espontâneas de engajamento (MALLGRAVE, 2010). Portanto, se a cultura é o edifício social construído sobre as bases dessa herança, ela deve, respeitar a natureza primordial de nossa existência (MALLGRAVE, 2010).

Para o Design isso pode indicar um caminho que busque desde melhorar a qualidade de vida das pessoas até uma mudança da forma de pensar da sociedade. Através da aplicação dos conhecimentos da neurociência sobre as capacidades não simbólicas, nossos ambientes podem melhorar a qualidade de vida ligada a resultados científicos, como redução do estresse, redução de doenças crônicas ligadas ao estresse, aumento da acuidade mental, aumento da cognição, produtividade prolongada do trabalhador, resposta espiritual e emocional aprimorada, episódios reduzidos de depressão e até mesmo aumento da longevidade (ARBIB, 2021).

A mudança da subjetividade, ou seja, da forma de pensar, pode ser buscada através da transformação e da expansão das experiências da sociedade. Ou seja, deve-se focar numa personalização do cérebro humano através de encontros mais diversos e profundos. Para isso, o campo do Design precisa “ordenar os ambientes para aumentar o significado material nas vidas humanas e abrir possibilidades para experiências aprofundadas e enriquecidas” (JOHNSON, 2015).

4.6. Conclusão

Nessa seção, foi apresentada uma contextualização da relação da neurociência com o Design, a perspectiva da neurociência sobre o que são as capacidades humanas não simbólicas, como elas funcionam e como elas podem ser agentes na síntese da forma em processos de Design. No final, discutiu-se sobre a relevância, segundo a neurociência, da inclusão dessas agências no Design.

A neurociência é o estudo científico do sistema nervoso (cérebro, medula espinhal e sistema nervoso periférico) e de suas funções. Ao longo do tempo, essa área deixou de considerar que a parte consciente reflexiva do cérebro era a única responsável pela percepção e experiência humana e passou a considerar que a percepção é o resultado de contribuições não só da mente, mas também do mundo, do corpo e do cérebro.

Atualmente, para a neurociência, as capacidades humanas não simbólicas ou capacidades pré-reflexivas, são aquelas que não utilizam as capacidades simbólicas ou linguísticas. Elas englobam o processamento inconsciente e o processamento consciente não reflexivo do cérebro e são base para a consciência reflexiva.

A percepção humana começa da captação de impulsos elétricos que trazem fragmentos de informações do estado do mundo e do corpo, além de poder receber sinais das esferas superiores da mente. Esses impulsos elétricos seguem fluxos dinâmicos por onde são processados por agentes se organizam em cada situação encontrada para transformar os sinais obtidos em dados gradativamente mais significativos. A significação processada pelas capacidades não simbólicas acontece quando essa gradação se depara com a agência dos neurônios espelho.

Os neurônios-espelho representam uma classe distinta de neurônios que descarregam um ato motor que não é um movimento em si, mas refere-se a uma organização abstrata de movimentos em direção a um objeto que se torna a finalidade. Existem diversas formas de simulações desse tipo de neurônio, notadamente: a simulação das possíveis formas de utilizar um objeto; a simulação que copia um ente executando uma ação; a simulação sinestésica de quando o próprio ente executa uma ação e outros sentidos replicam à sua maneira essa ação; a simulação da ação sugerida por um ente inanimado ou quando o resultado de uma ação passada é percebido em um meio ou objeto e é simulado.

Todos os estímulos não simbólicos de uma situação se fundem em um momento ou em um intervalo contínuo de tempo e geram um significado

incorporado. Por sua vez, a fusão dos estímulos não simbólicos e simbólicos formam o sentido geral. Aqui é importante colocar que a cultura, os estímulos simbólicos, o estado psíquico e a motivação de um ente sempre vão influenciar o significado incorporado.

Essas situações não só fornecem um significado ou uma mensagem por um intervalo de tempo, mas também podem influenciar a modelagem da estrutura cerebral, o que é possibilitado pela capacidade de adaptação do cérebro, chamada de neuroplasticidade. É através da neuroplasticidade que encontros significativos ou que se repetem muitas vezes se introjetam na estrutura do cérebro. Por sua vez, essas formações neurológicas influenciam os comportamentos e a forma de pensar dos seres humanos.

Para exemplificar como as ideias da neurociência podem ser aplicadas ao processo de Design, esse capítulo descreve o modelo conceitual metodológico elaborado por Arbib. O modelo parte de uma sequência de etapas que racionalizam a estrutura de uma experiência imaginada como processada pelo cérebro para depois com base nela, criar materializações. Aqui, a ideia é que ocorra uma coevolução entre a materialização, que fornece *insights* de baixo para cima, e a estrutura conceitual que fornece um mapa de cima para baixo. Esse processo então exige uma calibragem entre as forças de cima e as de baixo até que se encontre um equilíbrio entre essas esferas.

Pode-se dizer que a relevância da inclusão das agências não simbólicas no Design, do ponto de vista da neurociência, parte do fato da capacidade não simbólica humana compor grande parte da forma como os seres humanos se relacionam com o mundo. Se isso não bastasse, se a interação com o mundo é em grande parte formador do comportamento e da subjetividade humana, essa relevância se faz ainda mais notável.

5 Agência Humana não simbólica no Design segundo a Teoria de Fundamentos do Design

Até hoje, em pleno século XXI, as disciplinas de Design ainda são em grande parte praticadas em uma tradição de estúdio que foi desenvolvida para outro tempo e lugar, e que infelizmente continua a obscurecer a contemplação da forma e a experiência estética (ARPAK, 2008). Apesar da hegemonia de uma tradição que trata os pontos relativos à experiência com a forma de maneira implícita, indireta e oblíqua existem abordagens que contam com ferramentas e abordam esses pontos de maneira explícita. Especificamente, esse capítulo busca nas Teorias de Fundamentos de Design, conhecimentos e ferramentas para embasar a exploração da forma em processos de Design que priorizem as capacidades humanas não simbólicas.

As teorias de fundamentos do Design buscam um arcabouço comum no qual inventar e organizar o conteúdo visual para processos de Design e possui as suas bases associadas a instituições de ensino como a Bauhaus na Alemanha e a Vkhutemas na antiga União Soviética (MALLGRAVE, 2013). O valor central e objetivo dessas teorias é educar o significado da forma e a capacidade criativa (ARPAK, 2008).

Essas teorias são frequentemente adotadas como fonte de conhecimento para as investigações acerca das agências não simbólicas no Design. Isso porque, essas teorias são muito úteis em transmitir conhecimentos acerca da experimentação formal em espaços de Design complexos. Nesse sentido, Cheryl Akner-Koler coloca que:

Designers, e particularmente designers industriais, são experientes em lidar com a interação entre pessoas, eventos e coisas em um contexto do mundo real. O campo do Design desenvolveu, portanto, formas de raciocínio que podem trabalhar com problemas contextualizados que carregam um alto nível de complexidade (AKNER-KOLER, 2007).

O objetivo deste capítulo é investigar como a perspectiva das Teorias de Fundamentos de Design pode informar a inclusão das agências humanas não simbólicas na síntese da forma em processos de Design. Especificamente busca-se compreender o que é? Como funciona? Como operá-la dentro do Design? E

qual é a relevância da inclusão dessa agência para o Design? O capítulo é dividido em seis partes que correspondem as questões mencionadas anteriormente, além de uma contextualização do conceito de Pós-humano e da conclusão que apresenta o resumo do capítulo.

5.1. Contexto: Teoria de Fundamentos do Design

A teoria dos Fundamentos do Design surgiu no início do século XX, quando um grupo de arquitetos e designers modernos buscavam uma forma de se desvincular das tradições antigas e definir uma posição teórica adequada à revolução que estava ocorrendo na prática marcada por mudanças na forma de produção. Implícito nesses empreendimentos estava a crença de que o Design era uma linguagem que deveria representar as novas realidades culturais. Assim, o simbolismo do ornamento e a historicidade dos estilos, como muitos modernistas defendiam, deveriam ser substituídos por uma linguagem mais funcional que se expressasse simplesmente pela forma (MALLGRAVE, 2013).

Enquanto alguns modernistas defendiam a criação de um processo linguístico para cada projeto, condicionada ao contexto espacial e temporal associado a cada projeto; outros defendiam a criação de uma base linguística universal da forma. Nas escolas de Design de vanguarda Bauhaus e Vkhutemas, embora os professores mantivessem uma pluralidade de teorias e abordagens, ao longo do tempo, os elementos abstratos e a ideia de uma taxonomia imanente acabaram sendo tomados como um vocabulário estático fundamental do mundo visual (ARPAK, 2008). Dessa maneira, cada vez mais a ideia de uma linguagem imanente foi se transformando em uma ciência moderna limitada a um arcabouço lógico imposto pelos formalismos linguísticos que se distanciou do que era sentido.

Dessa maneira, hoje as teorias de fundamentos são muito associadas a essa visão universalista que se baseia numa taxonomia que liga um conjunto de comportamentos formais a significados fixos. Apesar disso, muitos professores de dentro dessas escolas continuaram mantendo o entendimento de que as taxonomias de projetos precisam ser continuamente atualizadas. Ou seja, se de um lado, alguns professores tendiam mais ao objetivo de criar uma linguagem universal descritiva e interpretativa, outros eram menos extremistas, o que pode ser visto no desenvolvimento de métodos de síntese mais flexíveis e métodos de análise mais ligados a percepção afetiva direta que ajuda a descrever, mas não define uma interpretação estática.

No caso da síntese ou do chamado fazer universal, a Bauhaus como um todo partia de formas puras que pudessem ser facilmente fabricadas e interpretadas por uma sintaxe básica comum. Entretanto, alguns professores apontavam a limitação desse purismo dado o infinito das possibilidades que o mundo proporciona e das novas possibilidades que os avanços tecnológicos da época sugeriam. No caso da análise ou do significado universal, mesmo que a escola se embasasse em modelos congelados de associações lineares causais entre forma e significado, alguns designers colocavam a primazia do significado sentido no momento em processos de experimentação. Nesse sentido, Ellen Lupton coloca que:

Albers e Moholy-Nagy moldaram o uso de novas mídias e novos materiais. Eles viram que a arte e o Design estavam sendo transformados pela tecnologia - a fotografia, o cinema e a produção em massa. E, no entanto, suas ideias permaneceram profundamente humanistas, sempre afirmando o papel do indivíduo face à autoridade absoluta de qualquer sistema ou método. O design, argumentavam, nunca pode ser reduzido a sua função, nem a uma descrição técnica (LUPTON; PHILLIPS, 2008).

O entendimento não universalista desses professores foi base da teoria de fundamentos nessas escolas, que partiram da visão de empatia de Theodor Lipps; da teoria de incorporação holística de Wolf Dohrn; e de referências que não precisariam ser empregadas de maneira tão dogmática, como é o caso da Gestalt na Bauhaus. Entretanto, essas ideias acabaram se perdendo, e a hegemonia das ideias universalistas acabaram por fragilizar as teorias de fundamentos do Design.

O advento do estudo formal Pós-Moderno marca o início da desqualificação dos estudos da forma do modernismo. Nessa época os designers pós-modernistas começaram a se opor a esses métodos devido a sua ligação com a ideologia universalista. Para os pós-modernistas, as pessoas têm seus próprios conceitos culturais e experiências pessoais no processo de interpretação. Como consequência disso, desde a década de 1980, quando o Pós-Modernismo se tornou a ideologia dominante, o processo de Design está enredado no ato de referenciar estilos culturais ou adaptar mensagens a comunidades definidas de maneira restrita e, em grande medida, rejeitar a análise de formas (LUPTON; PHILLIPS, 2008).

Por mais que essas críticas sejam pertinentes, muitas vertentes das teorias de fundamentos do Design que não seguem uma visão universalista foram perdendo seu prestígio. Hoje, tornou-se impopular e talvez até politicamente incorreto falar sobre o que se sente, se gosta ou se responde não simbolicamente.

Apesar dessas críticas, ainda existem muitos pesquisadores e professores adeptos das vertentes não universalistas que se multiplicaram ao redor do mundo ao longo do tempo. Segundo Lupton e Phillips, desde os anos de 1940, vários educadores aperfeiçoaram e expandiram as abordagens construídas na Bauhaus e na Vkhutemas articulando abordagens estruturais para o Design com base em perspectivas singulares e originais (LUPTON; PHILLIPS, 2008).

De maneira geral, o que se vê nessas novas abordagens é um caráter que incorpora mais a questão da relatividade da percepção que contextualiza o sujeito da percepção (sua cultura, seu temperamento) e do ambiente em que um encontro entre sujeito e um objeto ocorre. Elas também demonstram uma maior liberdade em relação ao sistema gerador de formas, que não se limita a um número limitado de variações. Além disso, elas tendem a aumentar o escopo dos estímulos considerados na análise e construção de relações formais de um artefato incluindo aos estímulos visuais outros como: a valência emocional e a pregnância de nossos campos ambientais, a simulação incorporada dos materiais, formas, relações espaciais, sons, cheiros, qualidades táteis, escalas, texturas, padrões e atmosfera. Incluir todos os aspectos moto sensoriais numa análise corrige a antiga visão de focar apenas nos estímulos visuais. Esse entendimento é importante porque somente o somatório extensivo de todos os estímulos resultam na formação de um entendimento geral da expressão que um artefato emite. Entre essas abordagens pode-se citar os trabalhos da professora Rowena Reed; de Cheryl Akner Koller; de Ellen Lupton; e de Jennifer Cole Phillips.

A metodologia de ensino de Rowena Reed foi desenvolvida ao longo de cinco décadas, principalmente no Pratt Institute, onde ainda hoje, os seus ensinamentos são ministrados. Para Reed, o processo de Design em si, e o seu método de ensino consistem em um processo cíclico de divergência e convergência. Assim, os alunos criam alternativas continuamente e escolhem as mais adequadas com base nas relações dos elementos do design. Essas relações são padrões formais que servem como ferramentas para descrever cada composição, perceber as diferenças entre elas e assim perceber como cada variação formal pode gerar um significado incorporado diferente. Em cada rodada evolutiva, as variações das iterações geradas são cada vez mais sutis até a hora do próximo exercício (HANNAH, 2002).

Cheryl Akner-Koler apresenta uma linha de pesquisa que vê a exploração estética como um meio de explorar o Design. Na sua tese de doutorado intitulada: "Forma e sem forma: Questionando abstrações estéticas por meio de projetos de arte, estudos interdisciplinares e educação em Design de produto" (AKNER-

KOLER, 2007), ela desenvolve métodos e modelos de investigação estética que apoiam, desafiam e vão além das concepções normativas de beleza, o que segundo a autora, é de grande relevância para o ensino da estética tridimensional e das pesquisas por metodologias de Design. Observando as publicações e os métodos de ensino da professora pode-se notar que a questão da complexidade das formas não é um problema para ela que adapta o método da professora Rowena Reed para o contexto atual expandindo a variação e a complexidade das formas utilizadas em seus experimentos (AKNER-KOLER, 2007).

A professora Ellen Lupton e a professora Jennifer Cole Phillips apresentam uma abordagem de pensamento que visa superar os desafios para o estudo da forma no campo do Design gráfico. No que diz respeito à ideologia universal, sua abordagem reconhece uma diferença entre descrição e a interpretação; entre uma linguagem potencialmente universal de fazer e os limites de uma universalidade de significado. Com relação aos avanços tecnológicos, as autoras acreditam ser importante absorver as mudanças culturais e tecnológicas contemporâneas que vêm mudando tão drasticamente a maneira como o Design está sendo feito (LUPTON; PHILLIPS, 2008).

5.2. Agência humana não simbólica para a Teoria de Fundamentos do Design

As teorias de fundamentos do Design, se fundamentam em diferentes áreas do conhecimento como a psicologia e a teoria estética. Nesse sentido, com base na teoria Estética, pode-se dizer que a experiência estética acontece de três formas distintas: a esfera sensório-perceptiva, a experiencial-pragmática e a fenomenológica. A esfera sensório motor-perceptiva é fortemente relacionada à sensação, percepção e emoção; a esfera experiencial-pragmática acontece quando objetos estéticos e sujeitos estão engajados no espaço e no tempo (modo espaço-temporal) a partir das pregnâncias do objeto e dos interesses fugazes do receptor; a esfera fenomenológica está no encontro do objeto estético, o objeto intencional e o recipiente estético.

Nesse sentido, as capacidades humanas não simbólicas englobam as esferas sensório motor-perceptiva e a experiencial-pragmática, que são justamente as esferas que as teorias de Fundamento do Design mais se interessam. Para elas, todas as relações são imanentes, o que significa que as aparências e estruturas são estabelecidas apenas temporariamente, dentro dos limites de um processo estético experiencial. Isso significa que em uma

experimentação da forma, a relação entre o mesmo designer e o mesmo objeto podem se modificar. Esta instabilidade é então de certa forma um dos principais catalisadores da criatividade (ARPAK, 2008).

Nesse sentido, por mais que exista uma base biológica programada, a experiência estética para as abordagens não universalistas das teorias de fundamentos do Design, não buscam afirmações absolutas para as definições de beleza, mas procurar compreender a natureza de um processo altamente subjetivo, fenomenológico, efêmero, pluralista e experiência potencialmente incoerente (ARPAK, 2008).

5.3. Funcionamento da Agência humana não-simbólica para a Teoria de Fundamentos do Design

Como foi mencionado, as primeiras influências das teorias de fundamentos do Design dentro da Bauhaus e na Vkhutemas apresentavam uma visão muito mais contemporânea do que a visão universalista que foi tomada mais tarde por essas escolas. Essa visão entendia que a capacidade humana não simbólica era capaz de captar significações incorporadas, e que esse significado naturalmente se modificava devido a capacidade plástica do cérebro e das fortes influências de uma miríade de aspectos. A seguir serão apresentadas essas bases teóricas e o que elas defendiam.

Theodor Lipps era o principal pesquisador da teoria da empatia na virada do século XIX para o século XX. Os seus escritos em geral viam a empatia estética como uma espécie de imitação interior, especificamente como um ato de auto prazer objetivado. Segundo ele, “Nós nos projetamos no objeto de contemplação, e é esta é uma projeção tão completa que ultrapassa qualquer percepção de nossos próprios sentimentos sensoriais ou corporais” (MALLGRAVE, 2013). Orientando de doutorado de Lipps, Wolf Dohrn, expandiu a ideia de Lipp ao associar a ideia de estética empática a ideia de modelagem cerebral. A sua teoria holística da corporificação, “defendia a ideia de que a mente criativa se alinha com nossos sistemas emocional e nervoso e, assim, com o tempo, modifica ou aprimora sua própria eficiência de trabalho” (MALLGRAVE, 2013).

As ideias de Lipps e Dohrn são de vital relevância para o Campo das artes e para as disciplinas do Design, porque já no início do século XX, elas intuía não só a respeito da existência do neurônio espelho e da sua atuação automática frente a objetos inanimados, como também a capacidade de modelagem do cérebro a partir do meio ambiente, o que hoje se entende pela plasticidade neural.

Nesse sentido é de certa forma espantoso que as ideias de incorporação de expressões da forma e de modelagem do cérebro sejam pouco associadas a Bauhaus. Como aponta Mallgrave, ao argumentar que, o fato da Bauhaus ter sido a maior sucessora da abordagem de Dohrn, foi muito pouco enfatizado ao longo dos anos (MALLGRAVE, 2013).

Na virada do século XIX para o século XX a escola psicológica da Gestalt foi um centro de estudos da percepção humana. Originalmente, o termo “*gestalt*” deriva do alemão e refere-se à capacidade de formação dos nossos sentidos para reconhecer estruturas holísticas através da interdependência do papel que as partes desempenham na composição. Para a Bauhaus o conceito de Gestalt foi central para a compreensão aplicada da estética e o processo de síntese da forma.

A Gestalt parte da ideia de que os seres humanos não são registradores passivos do mundo ao nosso redor. Ao contrário, o cérebro humano constrói ativamente a sua percepção abstraindo certos componentes e privilegiando esses aspectos em detrimento de outros. Nesse sentido Mallgrave explica que “em um mundo orgânico em que não há linhas retas ou traços auto acentuáveis, por exemplo, impomos a ele uma organização visual, figura e fundo, ordem geométrica e constâncias de forma e cor que são, literalmente, o trabalho de nossas estruturas neurológicas” (MALLGRAVE, 2013). A psicologia da Gestalt também enfatizou de que os seres humanos experimentam o mundo não como um conjunto discreto de impressões sensoriais, mas sim holisticamente como seres funcionando dentro de um campo ambiental muito maior. Ou seja, percebemos e respondemos ao mundo como um organismo complexo, e a percepção do que o ambiente nos proporciona é um processo unitário que se modifica continuamente em resposta às mudanças nas condições ambientais e no aprendizado (MALLGRAVE, 2013).

Nesse sentido, a Gestalt não representa uma visão dogmática de modelos estáticos a serem seguidos, mas sim um instrumento que permite a identificação de relações entre comportamentos formais e seus estímulos sensoriais sempre levando em conta o sujeito interpretante e o seu estado. Entretanto, muitas vezes um uso mais rígido que parte de uma relação antes de uma experimentação, faz com que a Gestalt soe mais como uma ideologia universalista e sedentária do que a sua natureza contextualizada e nômade. Nesse sentido, Simone Brott coloca que:

Os efeitos pessoais na Arquitetura geralmente produzem uma tipologia formalista de efeitos, invocando um conjunto de termos como planejamento e gestalt – em outras palavras, todo o aparato discursivo do Design. Mas isso não é para criticar

esse tipo de formalismo por si só. Apenas os formalismos mais rígidos e não cooperativos (por exemplo, aqueles que prescrevem a arquitetura previamente e reinscrevem o estatuto de propriedade de um edifício, autor, residente) devem ser evitados quando se fala ou isola os efeitos pessoais (BROTT, 2016).

Em suma, uma taxonomia pode confinar a forma dentro de um campo muito estreito de conceitos estéticos e princípios para os designers, que poderiam facilmente se tornar dogmático, como foi o destino dos estudos estéticos na Bauhaus (FITZGERALD, 2002). Ou seja, ao se fixar demais em uma taxonomia estática da forma, um designer pode correr o risco de criar um sistema fechado que acabe ignorando a natureza imanente caótica e complexa da forma e dos espaços no mundo real (AKNER-KOLER, 2007).

5.4. Incluindo as Agências Humanas não simbólicas no Design através da Teoria de Fundamentos do Design

Essa seção apresenta a metodologia de ensino elaborada pela professora Rowena Reed. Essa metodologia consiste em um processo cíclico de divergência e convergência, onde os alunos criam alternativas continuamente e escolhem as mais adequadas a cada rodada, além de poderem modificar o conjunto de regras gerados da forma. Nesse sentido, cada exercício pode ser visto como um modelo de Design generativo que cria, analisa, aprende e se modifica.

As escolhas das peças mais adequadas acontecem através da comparação entre análises das iterações geradas com requisitos previamente determinados conceitualmente; bem como através da identificação de propriedades emergentes e trajetórias que surjam ao longo da experimentação formal. As análises das iterações são feitas através da identificação de relações entre elementos e propriedades de cada peça e da intensidade de cada uma dessas relações. Pode-se dizer que essas relações descrevem sintaticamente cada peça organizando-as em subpartes. Dessa maneira cada relação ou subparte pode se relacionar a uma expressão e juntas, todas as expressões se fundem em uma expressão geral.

O projeto termina quando o estudante encontra um equilíbrio entre o que se busca e o que as iterações apresentam. Assim, em teoria, as modificações do sistema gerador tendem a ser mais sutis e que o espaço das soluções diminua ao longo do tempo. Dessa maneira, a metodologia ensina um sistema interno para encontrar emergências (HANNAH, 2002).

A metodologia de ensino consiste em seis exercícios ou problemas fundamentais: o retilíneo; o curvilíneo; o retilíneo e curvilíneo; os fragmentos; a construção planar e as linhas no espaço. Depois disso, os alunos podem fazer os

estudos avançados na forma que são: os problemas de construção, convexidade e concavidade. Fora isso existem também dois estudos do espaço e aulas mais avançadas onde os alunos projetam produtos com base nos ensinamentos. Segundo Hannah, a ideia é que todos os problemas juntos abranjam literalmente qualquer combinação de relações de Design que um aluno possa encontrar (HANNAH, 2002).

Cada exercício parte de um grupo de elementos, regras de composição e princípios almejados, como será observado através do primeiro problema da metodologia. Chamado de volumes retilíneos, o exercício consiste na organização de três volumes retilíneos, e o seu objetivo é familiarizar-se com volumes simples e uma declaração unificada (HANNAH, 2002). Em outras palavras, o objetivo deste exercício é criar uma composição harmoniosa unificada a partir de três elementos retilíneos, seguindo os seguintes princípios:

- Os volumes devem variar em caráter. O caráter da forma é definido pelas proporções tridimensionais da forma. Existem três caracteres diferentes que as formas podem ter neste exercício: linear, planar e volumétrico.

- Todas as dimensões e proporções também devem variar. E estas devem contar as dimensões e proporções dos espaços negativos e a massa total de toda a composição. As proporções quadradas ou cúbicas devem sempre ser evitadas.

- Os volumes devem constituir um relacionamento hierárquico, escolhendo formas dominantes, subdominantes e subordinadas. Onde o dominante é a maior forma, o mais impactante do conjunto e deve ser colocado em uma posição de destaque. A subdominante deve ser a segunda maior peça e deve criar uma relação contrastante com a peça dominante, devido ao seu caráter e à sua posição. O subordinado é o menor volume e muito dependente dos outros dois. Deve tornar o design mais tridimensional, complementar os outros volumes e completar a unidade do design.

- Nenhuma visão deve ser desinteressante.

- A peça deve possuir movimento. E para isso os eixos das formas devem ser perpendiculares entre si dando três dimensões ao projeto.

- Existem três maneiras que os encontros podem ocorrer nos volumes (que são: a cunha, o berço e o *piercing*) e elas não devem se repetir nos dois encontros que ocorrem em cada composição. As junções também devem ser estruturais.

- As composições devem apresentar um equilíbrio estrutural e visual.

- As composições não devem ser simétricas.

A ilustração abaixo representa as rodadas de evolução da forma de maneira simplificada²⁹ dividida em três fases. A primeira fase, chamada aqui de variação da forma precisa gerar iterações bem variadas e buscar os conceitos mais interessantes e não uma peça perfeita, já que de um bom conceito, uma peça pode ser melhorada. A segunda fase, chamada de geração de variantes busca variar a peça selecionada sem alterar o seu conceito. Finalmente, última etapa chamada de refinamento da forma apenas faz pequenas alterações na busca de uma melhora sútil da peça. Aqui é importante colocar que em um experimento, um aluno pode seguir dois ou mais caminhos ao longo do tempo e até propor a mistura de característica de duas peças ou mais.

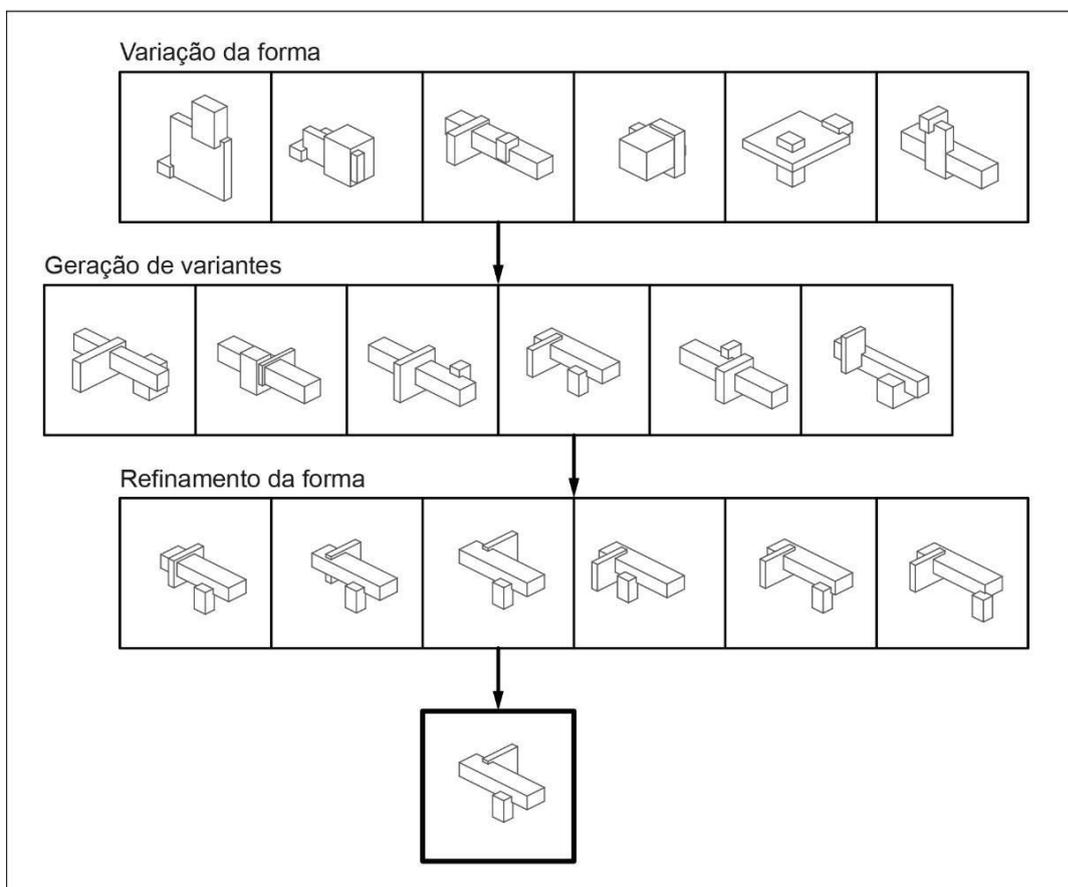


FIGURA 11 - Fases do processo exploratório

Fonte: Autor.

Antes de encerrar essa seção, achou-se necessário discutir o foco que muitas abordagens baseadas nas teorias de fundamentos do Design dão ao sentido da visão. Como foi visto, todos os estímulos materiais apreendidos pelos seres humanos (e outros animais) são respondidos por uma lógica espacial ou

²⁹ No exercício real, as rodadas são bem mais numerosas.

corporal não reflexivamente, mas de forma corporal por meio de atividades sensório-motoras (JOHNSON, 2015). Ou seja, esses estímulos são captados por todo o aparato motor sensorial que forma um significado incorporado misturando a percepção da cor, textura, dimensões, iluminação, temperatura, cheiros, sabores e movimentos. Nesse sentido, uma das reformulações das teorias de fundamentos do Design visa incluir esses outros sentidos.

Todavia, por mais que a inclusão de mais dados seja melhor para atingir um processo mais real, é mais difícil incluir todas essas variáveis já de cara e por isso o designer precisa avaliar quantas e quais variáveis devem ser incluídas ao analisar o seu contexto projetual e prático. Nesse contexto, Cheryl Akner-Koler aponta para dois tipos de relações abstratas estéticas: as essenciais e as substanciais. Enquanto a primeira é baseada na estrutura geral visual, a segunda é baseada em todo tipo de estímulo não simbólico que artefato pode transmitir.

As abstrações estéticas essenciais são expressões estruturais e proporcionais imediatamente sentidas de elementos e forças em uma composição que ganha seu papel e identidade através de sua relação com uma gestalt coerente. Essas abstrações são focadas em um sentido interno de forma no espaço e se expressam através da interdependência entre a percepção direta e indireta dos movimentos, forças e proporções. Elas são aquelas utilizadas principalmente para descobrir a estrutura composicional e tem o objetivo de tomar decisões construtivas e sensuais. Elas estão associadas em parte ao trabalho de Max Wertheimer na teoria da Gestalt, bem como as ideias de abstrações visuais e sinergia de Kostellow e Rowena Reed (AKNER-KOLER, 2007; HANNAH, 2002).

As abstrações estéticas substanciais requerem uma imersão e engajamento ativo para pegar as propriedades expressas e qualidades. Essas abstrações envolvem experiências hápticas e exploratórias. Eles são mais dependentes do contexto e incorporados do que abstrações essenciais e, portanto, são muito mais complexas de identificar. John Rajchman fórmula argumentos baseados nas ideias de Gilles Deleuze, apoiando esse tipo de “exposição” estética que se origina na experimentação (AKNER-KOLER, 2007).

Para essa pesquisa, essas duas formas de abstração estética não são concorrentes, mas se complementam, no sentido de que enquanto as abstrações essenciais trazem uma primeira visão geral de um artefato ou uma situação para um designer, as abstrações substanciais enriquecem esse primeiro contato. De certa forma, essa separação é necessária para a prática do Design, porque

sugere um aumento gradativo de variáveis, ao primeiro sugerir a análise da forma através de relações abstratas visuais.

Em um primeiro momento, isso pode parecer injusto com os outros sentidos, mas considerando o peso que a visão tem na formação na percepção humana isso apenas equilibra a influência dos sentidos. Nesse sentido, Ware coloca que apesar da percepção ser multissensorial, a visualidade é uma entrada muito significativa para a percepção humana, já que quase metade do cérebro é dedicada ao sentido visual (WARE, 2008). Nesse sentido, essa pesquisa parte do sentido visual, apesar de compreender a importância dos outros estímulos moto-sensoriais.

5.5. Relevância da inclusão das agências humanas não simbólicas segundo a Teoria de Fundamentos do Design

Desenvolvido para fugir das normas e estilos, a teoria dos fundamentos do Design busca uma conexão com a realidade de cada contexto de projeto. Para isso, essas teorias buscaram nas capacidades não simbólicas um meio para experimentar e identificar novas formações compatíveis com o que era sentido e não o que era imposto. Nesse sentido, como coloca Akner-Koler, operar através das capacidades não-simbólicas nos processos de Design atende a “necessidade de nos tornarmos engajados e ativos em eventos físicos e emocionais no mundo complexo real, que nos leva muito além dos princípios legais de geometria e estética do Design tradicional” (AKNER-KOLER, 2007).

A tendência de fazer tudo apenas seguindo modelos linguísticos pré-determinados traz o risco de se produzir um design não só desconectado da realidade, mas também sem criatividade. Isso porque, para essa pesquisa, quando essa tendência incide sobre qualquer prática, ela necessariamente vem acompanhada de uma certa acomodação sobre um conjunto de modelos e normas que não consegue alcançar uma criatividade suficiente para modificar o conceito de um design. Nesse sentido, Lacombe argumenta que a Arquitetura ocidental acabou muito ensimesmada sobre uma materialidade e construtividade própria, demonstrando certa dificuldade em acompanhar as mudanças ocorridas em outros campos do conhecimento e de indagar sobre o futuro (LACOMBE, 2006).

É importante colocar que a expressão linguística é um recurso poderoso para o Design e não deve ser rejeitada. O que deve ocorrer é um questionamento por parte do designer acerca de como uma expressão linguística afeta os

encontros de design e se o seu uso não está eclipsando o uso da expressão material, que acontece entre um ser humano e uma formação material sem o uso da linguagem. Nesse sentido, existem alguns designers que misturam as agências das expressões não simbólicas junto as das expressões não simbólicas de maneira muito efetiva.

Entre as práticas que misturam o uso das agências não simbólicas e simbólicas de maneira consciente é o Estúdio Guto Requena. Em muitos projetos do escritório de São Paulo, busca-se a inclusão de grupos marginalizados pela sociedade através de agência de elementos simbólicos juntamente a uma experimentação material baseada em Design Paramétrico. Um desses projetos é a instalação “Meu coração bate como o seu”, onde o arquiteto busca incluir a comunidade LGBTIA+ através das cores do movimento ao mesmo tempo que abriga esse símbolo em uma forma inusitada gerada através da experimentação material.



FIGURA 12 - Instalação "Meu coração bate como o seu" do Estúdio Guto Requena

Fonte: <<https://gutorequena.com/>>

Outro exemplo de simbologia ativista aplicada ao Design é a poltrona Donna de 1969 do italiano Gaetano Pesce. A poltrona foi pensada para denunciar a condição desigual da mulher na sociedade e se inspira na morfologia feminina com uma espécie de grilhão. Nesse sentido, Pesce coloca que as mulheres são “prisioneiras do preconceito e da opressão dos homens” (LOGAN, 2019).

5.6. Conclusão

Nesse capítulo, foi apresentado uma contextualização da relação das teorias de fundamentos do Design, a perspectiva delas sobre o que são as capacidades humanas não simbólicas, sobre como elas funcionam e como elas podem ser agentes na síntese da forma em processos de Design. No final, discutiu-se sobre a relevância, segundo essas teorias, da inclusão dessas agências no Design.

As teorias de fundamentos do Design nasceram da necessidade dos designers modernos em se livrar das abordagens hegemônicas da época baseadas em fórmulas pré-determinadas. Nesse sentido, elas buscam desenvolver instrumentos para explorar composições formais guiadas pela identificação de afetos e não de códigos pré-definidos. Muito de suas bases teóricas vieram de pesquisas do campo da psicologia do final do século XIX e início do século XX que apontavam para a importância das capacidades humanas não simbólicas ou pré-reflexivas na interação com o mundo e na formação da estrutura cerebral e assim na forma de pensar. Além disso, essas bases, defendiam a ideia da imanência da interpretação de um sujeito frente a um objeto devido ao processo de constante modificação da estrutura cerebral e do caráter relacional dessas capacidades.

Ao longo do tempo, essas teorias começaram a se descolar das suas primeiras influências e foram tendendo para um direcionamento cientificista sedentário que pretendia criar uma linguagem universal estática que articulasse comportamentos formais a significados de maneira dogmática. Como consequência desse direcionamento, mais tarde durante o advento do movimento Pós-Moderno, elas acabaram perdendo parte de seu prestígio.

Apesar desse cenário, as teorias de fundamentos do Design ainda são utilizadas, principalmente por um grupo de professores, pesquisadores e praticantes que não trataram o tema sob a perspectiva universalista. Alinhadas as bases que fundamentaram essas teorias, notadamente a Gestalt, as ideias de Theodor Lipps e de Wolf Dohrn, essas vertentes defendem a ideia de que as capacidades não simbólicas são responsáveis por construir a percepção e gerar uma imitação interna que projeta a expressão de um objeto em um indivíduo.

Para compreender como acontece a aplicação dessas ideias no Design foi utilizada a metodologia da professora Rowena Reed. Dividido em diferentes exercícios, a metodologia de ensino da professora Rowena é um sistema generativo que cria, analisa, aprende e se modifica. As análises das iterações

operam através da identificação de relações formais e da ponderação de suas expressões não simbólicas. A modificação do sistema generativo parte da comparação entre as análises e os requisitos definidos para cada exercício, bem como, da identificação de propriedades emergentes e trajetórias possíveis identificadas nas iterações.

Para as teorias de fundamentos do Design, pode-se dizer que a relevância da inclusão das agências não-simbólicas no processo de Design e na sua produção é a sua capacidade de instigar a criatividade e de resultar em uma produção mais conectada com o que se sente. Por sua vez, essa conexão pode fazer com que um indivíduo, seja ele um sujeito do design ou um designer, se conheça melhor.

6 Estrutura Metodológica Conceitual

O objetivo desse capítulo é organizar um conjunto de noções e diretrizes baseadas nos capítulos de fundamentação e apresentar uma proposição de uma estrutura metodológica conceitual para processos de Design Computacional Generativo que incluam componentes de análise gerados por técnicas de Aprendizado Profundo. Especificamente, a pesquisa foca nas capacidades humanas não simbólicas e assim, os componentes de análise foram criados para avaliar o espaço das soluções em razão da capacidade que as interações tenham em transmitir um tipo determinado de significado através de estímulos moto-sensoriais. Ou seja, o critério das análises avaliará a intensidade que um artefato tem em gerar uma determinada significação incorporada (sem uso de linguagem). Por exemplo, o critério pode medir a privacidade, o conforto, a opressão, o senso de movimento, a curiosidade e o equilíbrio que um artefato pode gerar em um sujeito.

O capítulo parte de um conjunto de embasamentos reunidos da teoria Pós-humano; da Neurociência Conexionista; e da Teoria de Fundamentos do Design; bem como dos conhecimentos reunidos sobre a interseção entre o campo do Design Digital e da Inteligência Artificial. Através desses embasamentos a pesquisa reuniu um conjunto de noções e diretrizes necessários para desenvolver a estrutura metodológica proposta.

O capítulo é dividido em três seções onde a primeira apresenta os conhecimentos que foram reunidos no embasamento; a segunda descreve as etapas que constituem a estrutura metodológica conceitual e a última apresenta as conclusões.

6.1. Noções

As pesquisas sobre a inclusão das agências não simbólicas humanas no Design se fundamentam em diferentes áreas do conhecimento como na Filosofia, na neurociência, na teoria estética, na computação e como não poderia deixar de ser na própria disciplina do Design junto a teoria histórica e a teoria de

fundamentos do Design. Nesses casos, os pesquisadores do Design se associam as correntes teóricas que melhor se alinhem com as suas visões de mundo.

Essa pesquisa busca esses embasamentos na teoria Pós-humano; na Neurociência Conexionista; e na Teoria de Fundamentos do Design; bem como nos conhecimentos reunidos sobre a interseção entre o campo do Design Digital e da Inteligência Artificial. Através desse embasamento, observou-se uma grande convergência e complementação dessas visões. Nesse sentido, essa seção irá apresentar alguns pontos chaves que foram sintetizados desses embasamentos.

6.1.1. Agenda maior

A primeira noção que deve ser atentada é a de que as agências não simbólicas são apenas uma das influências que um processo de Design deve buscar. Nesse sentido, a agenda, de alguns ramos das teorias Pós-humanas, ensina que existem diversas modalidades de entes com diversas capacidades, como os animais, vegetais, os demais seres vivos, bem como entes inorgânicos naturais e artificiais. Fora isso, não se pode esquecer das capacidades humanas simbólicas que sempre estarão presentes na percepção fenomenológica de um ser humano. Nesse caso, é importante que o designer respeite a individualização cultural de cada indivíduo e não exclua os grupos que tradicionalmente são marginalizados.

Dessa noção, é essencial deixar claro que mesmo focando em apenas um tipo de agência, a ideia para o futuro é sempre incluir o maior número de entes e agências. Isso vai de encontro com a ideia de expandir o significado da performance do Design, que deixa de ser apenas ligada a otimização de aspectos técnicos e passa a buscar otimização de todo um ecossistema formado por diversos entes (KANAANI, 2020).

6.1.2. Equilíbrio entre o caos e a ordem

Outra noção destacada é sobre a complexidade que as agências não simbólicas envolvem e a necessidade delas serem trabalhadas com apoio das capacidades simbólicas. As capacidades simbólicas funcionam de maneira causal não linear e dessa maneira envolvem a percepção de uma complexa e infinita possibilidade de encontros inexplorados. Todavia, se por um lado isso é vantajoso porque significa escapar da limitação de uma percepção simbólica, por outro, implica na dificuldade de se controlar essas variáveis. Nesse sentido, enquanto, a

agência não simbólica é essencial para conectar de maneira direta o usuário humano ao artefato, a agência simbólica é essencial para o designer organizar o caos que as capacidades não simbólicas envolvem em um direcionamento significativo para o mundo e para a sociedade.

Portanto, a estrutura metodológica precisa sistematizar experimentações com a forma que derivem para o caos sem nunca ir longe demais a ponto de não se gerar conhecimentos através dela. Ou seja, essas experimentações devem explorar formas inusitadas e o máximo de configurações possíveis e voltar para uma base que foi previamente definida racionalmente. Essa volta a base, tem por objetivo colocar em perspectiva toda complexidade explorada e assim definir uma renovação do que foi definido pela razão e trilhar novos caminhos exploratórios.

Para construir esse mapa racional, a metodologia utiliza o conceito do segundo conhecimento de Espinoza (que corresponde ao mapa de mundo de Arbib e do conceito de cartografia de Deleuze). O papel desse mapa é organizar uma estrutura topológica que corresponda a uma representação formal com todos as conexões e significados transmitidas dentro da assemblagem de um design. Dessa primeira racionalização conceitual deve se desencadear então, o sistema generativo que é um instrumento de ordenação sistemático para investigar conjuntos complexos de informações através de gerações.

O sistema generativo deve conter um sistema matemático paramétrico gerador da forma e um sistema das avaliações dessas iterações. A ideia é que a cada geração, exista uma coevolução entre o mapa conceitual e do que foi percebido na avaliação das iterações materiais, até que se encontre um equilíbrio entre a razão e o que se sente ao observar as iterações materializadas do projeto.

Essa calibragem entre a esfera conceitual e a esfera afetiva material é necessária e benéfica. Necessária porque a esfera conceitual nunca vai expressar toda complexidade da esfera afetiva material e a esfera afetiva material mesmo que ordenada nunca vai conseguir atingir o rigor sintático da esfera conceitual. Nesse sentido, é preciso que haja um encontro no meio do caminho onde a forma do design se configure o mais próximo possível da linguagem sem ferir a sua essência material. E benéfica porque a impossibilidade da transposição do conceitual para o material e vice-versa implica em um processo de coevolução entre o que a mente imagina e racionaliza e o que as capacidades não simbólicas sentem de maneira internalizada.

Dessa maneira, o processo não se fixa em uma ideia inicial racional e nem parte de estímulos e afetos sentidos de baixo para cima sem um planejamento e assim tende a descobrir novos caminhos fora da mente humana em que o

processo pode seguir de maneira sistematizada. Como coloca Picon, é preciso permitir que a linguagem exerça seus poderes de sedução e, ao mesmo tempo, evitar sucumbir a eles (PICON, 2021). E como Voatzaki coloca, esperar que um processo de baixo para cima apareça sem um direcionamento conceitual é uma interpretação errada das ideias de Deleuze (VOYATZAKI, 2018a). Em suma, incluir as agências não simbólicas na síntese do Design envolve um processo cíclico de co-evolução de cima para baixo e de baixo para cima.

6.1.3. Significado Incorporado e formação da subjetividade

Uma noção central identificada no embasamento foi a de que as capacidades não simbólicas são capazes de captar significados do mundo material, sem a utilização da linguagem. Junto a ela, vem a noção de que esses significados incorporados exercem muita influência na formação da estrutura cerebral e assim na maneira como um indivíduo se comporta ou pensa.

Assim, elas indicam um direcionamento para a prática do Design que entende a inclusão das agências humanas não simbólicas como um meio poderoso para a transformação do mundo. Além disso, elas reforçam o poder que disciplinas como o Design, de essência material, têm em transformar a sociedade. Isso através de estruturas conceituais que informam a formação do significado incorporado e da subjetividade.

Na formação do significado, as agências humanas não simbólicas partem de estímulos de duas naturezas: as de pregnância prática e as de pregnância contemplativa. As pregnâncias são transformadas em significados através da relevância que o cérebro humano automaticamente processa sobre elas. Por sua vez, a subjetividade de um objeto é composta por todas as relevâncias que virtualmente podem ser transmitidas pelo contato de qualquer ente com um objeto.

6.1.4. Relacionalidade das capacidades não simbólicas

Uma noção importante para a esfera da técnica de desenvolvimento dos componentes de análise através de máquinas de Aprendizado Profundo, é a noção da relatividade das capacidades humanas não simbólicas. Ou seja, de que apesar de sua base biológica comum, as capacidades não simbólicas do cérebro sofrem influências que causam divergências em seu processamento.

Enquanto os significados simbólicos são compartilhados em esferas sociais ou individuais, os incorporados tendem a atuar numa esfera biológica. No primeiro

caso, os significados são associados a funções sociais de um artefato, bem como, valores e práticas culturais que se formaram em torno do uso e significado de objetos e situações. No segundo caso, os significados nascem de experiências pessoais passadas de cada indivíduo com um artefato ou situação. No último caso, a esfera biológica é aquela que possui um caráter comum a uma espécie (JOHNSON, 2015).

Apesar dessa base biológica, isso não significa que as capacidades não simbólicas sejam iguais em todos os seres humanos. Elas na verdade possuem ao mesmo tempo um caráter objetivo, porque possuem uma base biológica comum a todos os humanos; e subjetivo devido a diferenciação da base biológica ao longo da vida de um indivíduo, de diferenças fisiológicas e devido a influência do estado psíquico, das experiências anteriores a um encontro e das motivações de um indivíduo.

No caso da individualização das estruturas cerebrais, pessoas que tenham sido criados no mesmo ambiente físico e cultural tem maior chance de possuir percepções pré-reflexivas semelhantes já que tendem a ter conexões cerebrais mais parecidas. Por exemplo, se comparamos a resposta não simbólica de uma pessoa dentro de carro em alta velocidade, com alguém que nunca andou de carro, é esperado que a pessoa acostumada a altas velocidades sinta uma intensidade afetiva maior do que a outra pessoa (PICON, 2019).

No caso das motivações de um indivíduo, o que ocorre é que as esferas pré-reflexivas não só são a base para as esferas reflexivas, mas também são influenciadas pela mente através do mecanismo de reentrância do cérebro. Esse mecanismo permite que exista um “*feedback*” no processamento cerebral que permite que instâncias superiores, até conscientes, exerçam agência no processamento de sinais. E no caso da reentrância das esferas conscientes reflexivas no processamento inferior isso implica no foco em um determinado aspecto do seu ambiente que o sujeito consciente dá mais atenção.

Nesse sentido, ao desenvolver um componente de análise é importante que o designer que vá avaliar as iterações leve em consideração esses aspectos e em qual esferas de significados ele deseja trabalhar. O escopo dessa pesquisa foca na esfera biológica e assim, apesar dessa categoria ser a mais “objetiva” ela ainda envolve o que Picon chama de objetividade subjetiva onde certas particularidades devem ser atentadas (PICON, 2020).

6.1.5. Medindo quantitativamente propriedades qualitativas

Também sobre os componentes de análise, o conceito da quantificação de propriedades qualitativas é instrumental para guiar as avaliações humanas que devem ser replicadas pelas máquinas de Aprendizado Profundo. Esse conceito explica como as capacidades não simbólicas conseguem quantificar propriedades e assim informam como um designer pode avaliar quantitativamente as iterações geradas por um sistema gerador, sem que esse ranqueamento perca a sua precisão.

Apesar de conceitos matemáticos pertencerem ao domínio das capacidades simbólicas, as capacidades não simbólicas são capazes de medir propriedades isoladamente que informam a geração da percepção. Isso acontece através da recepção de dados do meio por agentes internos do cérebro que funcionam como estruturas analógicas equipadas com parâmetros de magnitude, permitindo que esses agentes representem diferentes intensidades (de saturação, cor, brilho) ou diferentes quantidades (distâncias, ângulos, volumes) (DELANDA, 2021). Em outras palavras, as capacidades não simbólicas quantificam uma propriedade ao mapear uma faixa contínua de valores em um conjunto contínuo de estados de uma propriedade e associar um estado determinado a um index desse mapeamento. Isso significa, que o cérebro está sempre avaliando quantitativamente a variação de intensidades de diversas propriedades em objeto ou situação. Por sua vez, a combinação de cada quantitativo observado numa situação ou objeto são processados para esferas superiores cerebrais e formam a percepção de um sentido geral.

Por exemplo, um cozinheiro no processo de preparação da massa de um bolo não precisa utilizar nenhum conceito (ou seja, não precisa das capacidades simbólicas). Apenas utilizando as capacidades não simbólicas ele mede continuamente as propriedades como a viscosidade, a textura, o gosto, o cheiro, os sons, a homogeneidade e a coloração da massa até que ele perceba o momento singular em que esses parâmetros indiquem um quantitativo que sinalize que a massa atingiu o ponto certo.

Nesse sentido, para essa pesquisa, o designer precisa selecionar propriedades de um objeto; associar a propriedade (sozinha ou com outras) a uma relevância ou significado sentido; e depois sentir o significado que o conjunto gera. Aqui é importante colocar que, como as agências não simbólicas operam no presente e em intervalos contínuos de tempo, acredita-se que as avaliações serão mais precisas se forem executadas no mesmo intervalo de tempo e que as

iterações não apresentem muitas diferenças formais, que interrompam o processamento do estado de “fluxo” que o cérebro entra nesses casos. O estado de Fluxo é um estado de atenção sem esforço, que não utiliza a consciência reflexiva, apenas a consciência não reflexiva e que acontece em períodos contínuos no espaço e no tempo. Assim, acredita-se que formas muito diferentes, mesmo que avaliadas em um período contínuo e com o avaliador no mesmo local (na frente do computador) vão desconectar o designer avaliador do estado de “fluxo” e assim “desarmar” o intervalo de magnitude do cérebro.

6.2. Estrutura Metodológica Conceitual

Com essas noções e diretrizes organizadas, essa seção apresenta a estrutura metodológica conceitual proposta. A estrutura parte de uma abordagem co-evolutiva de Design que a cada rodada de gerações compara o esquema conceitual de um projeto com a sua materialização (tridimensional digital) e o que ela expressa incorporada mente. Assim, a ideia é que ao longo do processo tanto o esquema conceitual, quanto a primeira versão material se modifiquem na direção de um equilíbrio. Dessa maneira, antes de “rodar” o sistema generativo é preciso criar um esquema conceitual e a aparato técnico que gera as iterações.

Assim, a estrutura possui seis etapas. A primeira, define o conceito geral que é formado através das primeiras ideias a respeito de um projeto. A segunda, imagina e seleciona propriedades extensivas e forças intensivas que o designer vivenciou e acredita reforçar as ideias do conceito geral. A terceira, cria um diagrama dos elementos selecionados em uma estrutura cartográfica ou em um mapa de mundo de relações de causalidade. A quarta etapa consiste no desenvolvimento da parte responsável pela expressão do design (que gera as interações) de um sistema generativo computacional. A quinta, consiste no desenvolvimento dos componentes de análise customizados. E finalmente, a sexta etapa é a etapa responsável pela avaliação intuitiva.

6.2.1. Conceito Geral

O conceito geral é um grupo de considerações que se desdobram de cima para baixo para definir um “tom” emocional que module o equilíbrio entre a variação de características do Design. Ele é definido por restrições e ideias demandadas pelo cliente e desenvolvidas pela equipe de projeto.

6.2.2. Seleção de propriedades extensivas e forças intensivas

A seleção de propriedades extensivas e forças intensivas constitui imaginar e selecionar encontros marcantes vivenciados pelo designer ou pelo cliente. Esses encontros podem ser tanto na forma de propriedades físicas extensivas percebidas como intensidades afetivas sentidas, ou um pareamento entre a parte extensiva (material) e a intensiva (sentida) onde se seleciona uma propriedade física e o significado incorporado imaginado dela.

Por mais que seja interessante partir de algo já vivenciado, um designer também pode identificar esses pares através de um sistema gerador randômico sem um direcionamento prévio e assim identificar as propriedades ao longo do desenrolar do processo. Da mesma forma, é esperado que um designer que parta de encontros vividos também altere o sistema gerador ao perceber a emergência de comportamentos interessantes ao longo do projeto.

A ideia aqui não é selecionar e combinar esses afetos, mas a partir deles criar transmutações de percepções e afetos significantes não representacionais que criem novas expressões (KODALAK, 2018). Para isso o designer precisa destruir esses afetos vividos e ir além em direção ao desconhecido. Caso contrário, o trabalho resulta em transformações fracas que limitam que o designer consiga transmitir uma força de transformação nova. Assim, citando Francis Bacon, Sylvester coloca que a busca primária da arista é “abrir as válvulas da sensação e retornar essas forças mais violentamente de volta para a própria vida” (SYLVESTER, 1988).

6.2.3. Estrutura Cartográfica ou mapa de mundo

As estruturas cartográficas ou mapas de mundo são diagramações de partes ou locais significativos de um projeto que representam a toda a troca de afetos e significados que um projeto catalisa. Nesse sentido eles organizam os roteiros, ou maneiras que um projeto pode ser experimentado. Nele será codificado as propriedades das subpartes significativas de um projeto e as principais ligações entre elas. Para isso, é preciso definir os sujeitos do Design, as propriedades, as capacidades, as fases do processo e também o sentido geral de um projeto.

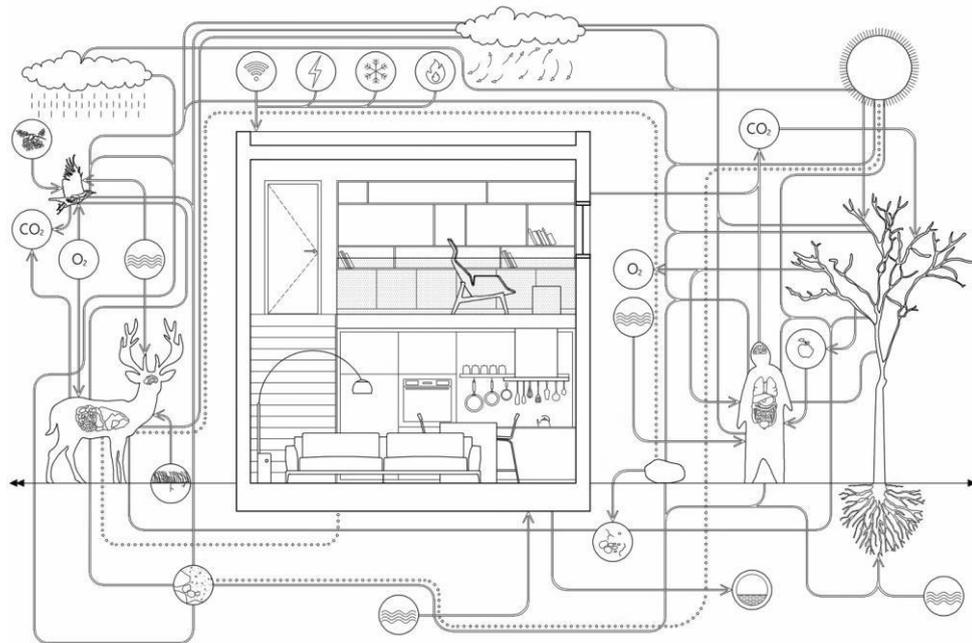


FIGURA 13 - Entrelaçamento ecológico

Fonte: (KODALAK, 2020).

Esses mapas operam em diferentes escalas e esquematizam a troca de diferentes agentes ao entrar em contato com o design. A ideia é que através desse mapa o designer possa racionalizar a respeito do entrelaçamento ecológico que acontece no entorno de um design, como pode-se observar na ilustração acima.

6.2.3.1. Agentes

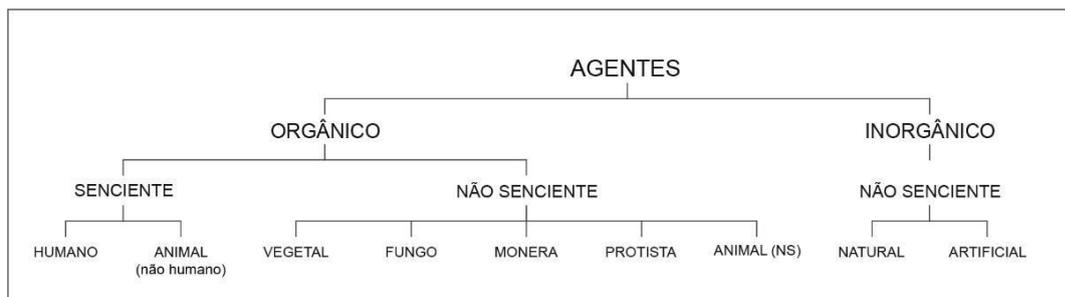
Assim, o primeiro passo para o desenvolvimento de um mapa é definir os agentes que são pensados para interagir com um design. Um agente de um projeto não é sinônimo de sujeito do design. Isso porque, enquanto um agente é qualquer ente que exerceu alguma influência na maneira como o design foi sintetizado, o sujeito é um tipo de agente específico cujo resultado final do design foi pensado para a sua utilização. Nesse sentido enquanto, uma máquina de costura, um tecido e um estilista são agentes na síntese de uma peça de roupa, o agente sujeito é o grupo de pessoas para quem tal roupa foi pensada para vestir.

Apesar de focar nas agências humanas não simbólicas, a estrutura metodológica aqui apresenta uma visão geral de um sistema, que idealmente deve contar com diferentes modalidades de agentes. Isso visa reforçar a ideia de que o escopo da pesquisa é apenas um aprofundamento de um tipo de capacidade de um tipo de agente, notadamente a capacidade não simbólica dos seres humanos.

Um agente pode ser uma unidade absoluta ou pode ser composto por uma unidade formada por outras unidades. As unidades absolutas podem ser de natureza orgânica ou inorgânica. As orgânicas incluem todos os seres vivos do reino da natureza; as inorgânicas englobam qualquer ente que não é considerado “vivo” em termos biológicos.

Enquanto no conjunto da natureza orgânica, existem entes sencientes e não sencientes, no conjunto inorgânico só existem modalidades não sencientes. Seres sencientes são aqueles que possuem um sistema nervoso central. Nenhum outro ser vivo além dos animais possui um sistema nervoso e a posse de um sistema nervoso central é o que permite que os animais tenham experiências. Contudo, alguns animais não possuem um sistema nervoso (como os poríferos, como as esponjas) ou não possuem um sistema nervoso centralizado (como os cnidários, como anêmonas, hidras e corais; e equinodermos como as estrelas do mar). Já os seres não sencientes não possuem um sistema nervoso central. Portanto, além dos animais previamente citados todos os seres dos reinos da natureza vegetal, fungi, protista e monera são não sencientes.

No conjunto orgânico senciente, os entes são divididos em humanos e não humanos. E no conjunto inorgânico não senciente, os entes são divididos em vegetal, fungi, protista, monera e animais não sencientes. Já no conjunto inorgânico, onde todos os indivíduos são não sencientes, os entes são divididos nas modalidades natural e artificial.



QUADRO 1 - Tipos de agentes

Fonte: Autor.

A partir dessas modalidades de primeiro nível, outras se formam de maneira híbrida ou apenas coletiva, onde a modalidade dos entes é a mesma. Nesse sentido, um agente da modalidade humana pode ser um indivíduo (como um arquiteto, um engenheiro, um empreiteiro, um cliente, um prefeito), um coletivo de humanos (a comunidade, um público, a nação), ou formar um agente híbrido com outras modalidades. As modalidades híbridas são formadas por dois ou mais

entes de diferentes modalidades. Nesse sentido, pode-se imaginar o exemplo de Deleuze e Guattari sobre o cavaleiro nômade (DELEUZE; GUATTARI, 2013). Aqui a assemblagem de um ser humano, um cavalo e o arco e flecha representam um conjunto de elementos heterogêneos formado pela modalidade humana, animal e de ente inorgânico artificial. Esse híbrido constitui então um ente com novas propriedades e capacidades que não representam a soma dos entes individuais, mais uma fusão com propriedades e capacidades próprias. Os híbridos também podem formar agrupamentos maiores de coletivos, como um exército de nômades, por exemplo.

6.2.3.2. Propriedades e Capacidades

Cada agente, individual ou na forma de uma assemblagem possui propriedades e capacidades específicas. As capacidades são formas que um agente tem de afetar e ser afetado e são derivadas das suas propriedades. Entretanto, para afetar e ser afetado a capacidade de um ente precisa estar associada pelo menos virtualmente a capacidade de outros entes para emergir. Por exemplo, a capacidade de um inseto pousar em uma superfície líquida depende da capacidade desse meio gerar um empuxo de força maior que a exercida pelo peso do inseto. Ou, a capacidade de um espaço em oprimir um ser humano depende da capacidade do ser humano em enxergar esse espaço e incorporar esse significado.

Nesse sentido, a interação entre capacidades é um terreno fértil para a emergência de novas formas de trocas. Isso porque, ao contrário das propriedades das coisas, que são limitadas, as capacidades formam um conjunto aberto, pois nunca pode-se saber do que uma coisa pode ser capaz quando ela interage com um milhão de outras coisas (DELANDA, 2019).

De maneira geral, as capacidades podem ser categorizadas em dois tipos: as capacidades simbólicas e não-simbólicas (ou materiais). Enquanto as capacidades simbólicas dependem de propriedades únicas dos seres humanos e envolvem a conceituação; as capacidades não simbólicas são baseadas nas experiências com a materialidade e pautadas pela identificação de afetos (DELANDA, 2019). As capacidades simbólicas estão associadas a propriedades, únicas na natureza, de abstração dos seres humanos. Assim, enquanto todos os agentes possuem capacidades não simbólicas, somente agentes humanos ou máquinas inteligentes isoladamente ou em assemblagens possuem capacidades não simbólicas.

Para os seres humanos, as capacidades não-simbólicas, podem ser divididas em dois grupos: as ligadas a atividades pragmáticas ou contemplativas. A primeira refere-se à noção de pregnância de Gibson, que funciona como um mecanismo que guia um ente a um tipo específico de ação; e a segunda, refere-se a pregnância contemplativa ou não gibsoniana, que segundo Arbib capta pistas para oportunidade de alteração de humor e emoção (ARBIB, 2021).

6.2.3.3. Fases do Design

Um mapa pode distinguir a etapa da vida do design em que cada agente mantém contato com o artefato em si. Aqui será empregada uma adaptação da classificação trabalhada no artigo “Estética afetiva por trás da Arte e da Arquitetura: Deleuze, Francis Bacon e o pássaro caramanchão de Vogelkop” (*Affective Aesthetics beneath Art and Architecture: Deleuze, Francis Bacon and Vogelkop Bowerbirds*). Baseado nas ideias de Deleuze sobre o trabalho de Francis Bacon expressas no livro: “A lógica da sensação” (DELEUZE, 2017), nesse artigo, Gökhan Kodalak separa os agentes de uma obra de arte em três grupos, que serão chamadas aqui de assemblagem de produção, assemblagem de objeto e assemblagem de recepção.

O primeiro grupo de agentes é formado pelos entes ligados a produção. Esse grupo pode ser formado por designers, consultores, ferramentas, máquinas e até pelo espaço onde o projeto é trabalhado. Kodalak frisa a ideia de que a definição dos agentes nessa assemblagem de forma criativa pode produzir um forte impacto no resultado de um projeto, conforme pode-se ver na citação abaixo:

O corpo individual de Francis Bacon como o ator estético de Figura com carne não termina nos limites de sua pele humana, mas se estende em uma malha distribuída que inclui ferramentas específicas e meios associados. E é essa singularidade das montagens estéticas que torna cada obra de arte única. O conjunto particular de Bacon consistia em um entrelaçamento imediato de seu corpo, suas ferramentas e seu estúdio em Reece Mews, Londres durante a segunda metade do século XX (KODALAK, 2018).

O segundo grupo de agentes, se refere a assemblagem do design. Esse é o centro da união de todos os agentes que de um lado está ligada ao agenciamento da produção; e de outro, ao agenciamento da recepção (como veremos a seguir). Apesar de normalmente ser entendido como o reflexo passivo de outras agências, a assemblagem do objeto é na verdade uma fonte de grande dinamismo, tendo em vista que o desenrolar de um processo, se bem explorado, fatalmente irá sugerir caminhos que nunca seriam deslumbrados sem a sua

agência. Ou seja, cada alteração “torna trajetórias imprevisíveis visíveis, desenvolve resistências de desvio e revela tendências atraentes” (KODALAK, 2018).

A assemblagem de recepção é aquela que contém todos os entes que serão afetados pelo projeto pronto. Essa assemblagem é importante porque engloba os entes que serão afetados por um Design e assim aponta para a importância de se pensar na agência do próprio design. Ou seja, de como um projeto vai impactar esses entes. Assim ela levanta perguntas sobre como esse projeto vai impactar o mundo ao longo do tempo e como a interação do design com outros entes irá formar novas assemblagens e por sua vez, novas capacidades de agir no mundo.

Pode-se ilustrar a relação entre essas fases e seus agentes através do exemplo descrito por Malafouris (MALAFOURIS, 2008), ao analisar o trabalho de um artesão trabalhando na produção de um vaso. O tipo de argila, as ferramentas utilizadas, a oficina e habilidades do artesão são tipos de agenciamentos de produção. O grupo ou comunidade para quem o vaso está sendo pensado, a loja em que ele será exposto, o local e outros objetos que vão entrar em contato com o objeto quando este for comprado, e até o planeta podem fazer parte da assemblagem de recepção. A inclusão do planeta como agente significa que o designer se preocupa com a sustentabilidade do planeta e de alguma forma, essa preocupação influenciou na síntese da forma do vaso. E a assemblagem do design é aquela exercida pelo próprio objeto em formação. Esse agenciamento de negociação afetiva³⁰ entre a assemblagem geral do Design e um protótipo em formação é o que dá ao processo de síntese um caráter coletivo e uma irreduzível vitalidade (KODALAK, 2018).

Com isto posto, abaixo é apresentado um modelo de mapa genérico ou cartografia de um enquadramento de um projeto. Como pode-se observar, no centro localiza-se a assemblagem do Design, cercado pela assemblagem de produção do lado esquerdo, e da assemblagem de recepção do lado direito, como pode ser visto no diagrama abaixo.

Cada conexão radial que parte do centro representa uma força que um agente exerce na síntese da forma do design e que o design exerce no agente.

³⁰ O termo “afeto” que nos interessa aqui não se refere a nenhum tipo de emoção que essa palavra normalmente sugere. Como coloca Delanda, o nome do conceito é um tanto infeliz porque conota algo emocional e apesar da capacidade dos humanos (e outros animais) de serem afetados emocionalmente existir, as emoções não têm monopólio dos afetos (DELANDA, 2019A).

Mais do que forças físicas, elas são relações de significância que transmitem um significado através da relevância que cada troca representa. Cada conexão é composta de uma propriedade e da capacidade do agente e de uma propriedade e da capacidade do design. Pode-se ver que o agente AG.1, representado no mapa do lado esquerdo em cima, possui três propriedades (losangos P31, P32 e P33) e três capacidades associadas a essas propriedades (retângulos 1, 2 e 3). Por sua vez, a assemblagem do Design (representada no centro) também possui as suas propriedades e capacidades que pareiam com as do agente, notadamente as propriedades P'1, P'2 e P'3 e as capacidades 2, 4 e 6.

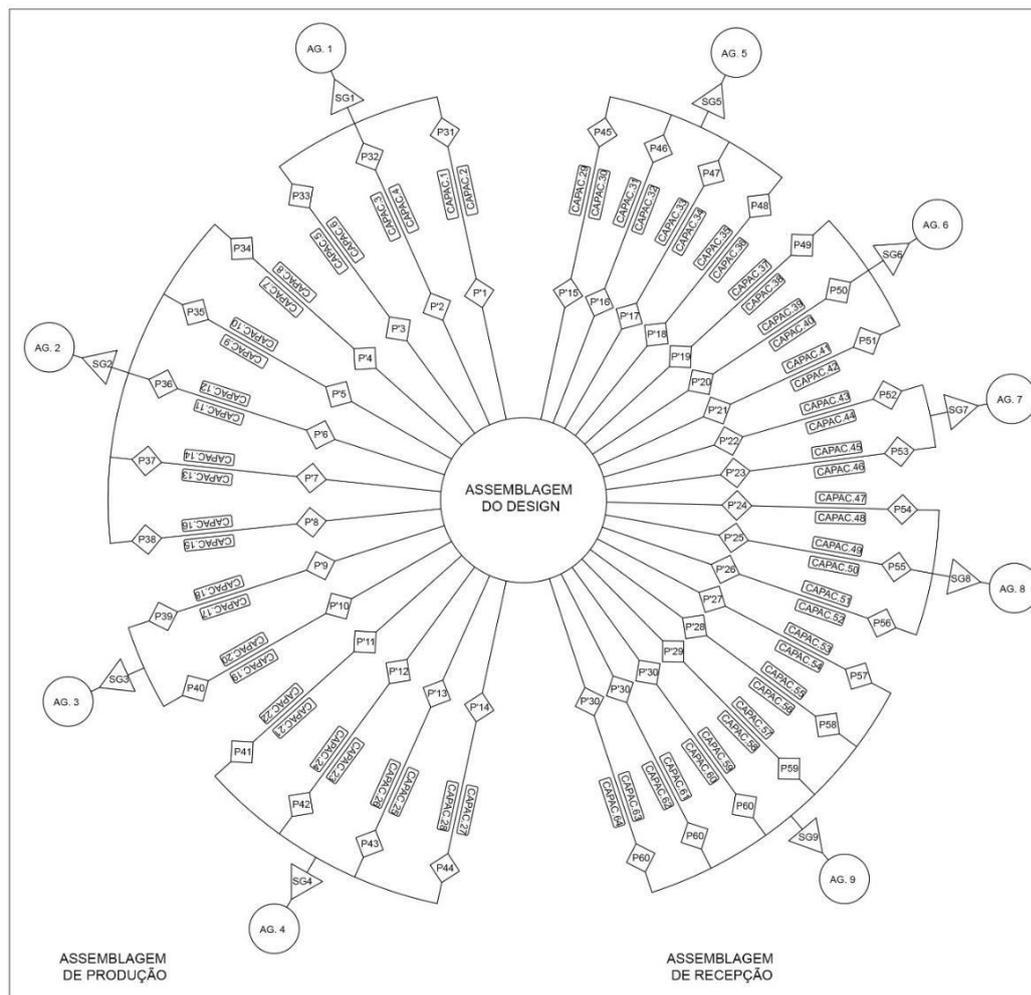


FIGURA 14 - Modelo cartográfico da síntese da forma
Fonte: Autor.

O senso geral é a fusão de todos os estímulos que afetam um agente em uma situação. No caso dos seres humanos, o senso geral pode ser entendido como a unidade de uma experiência que transmite um significado incorporado. A existência dessa unidade é constituída por uma única qualidade que permeia toda

a experiência, apesar da variação de suas partes constituintes (JOHNSON, 2015). O senso geral de cada agente aparece no diagrama acima pelas formas triangulares com o código “SG”. Cada agente possui um senso geral e este é uma representação conceitual de como o design é percebido por um agente.

A fusão de todos os sentidos gerais de cada agente vai formar a subjetividade do objeto estético (BROTT, 2016). Assim, a subjetividade do artefato do Design é a fusão de todas as significâncias que o projeto pode inspirar.

6.2.4. Desenvolvimento do sistema generativo

Com essa primeira parte conceitual vista, o próximo passo consiste em criar o sistema generativo computacional. O modelo de Design empregado será o Design Computacional Generativo numa abordagem co-evolutiva que utiliza um sistema expressivo paramétrico. Em relação a técnica de busca das iterações no espaço das soluções será empregada a visualização de gráfico de plotagem de coordenadas paralelas com uma função de valor.

O Design Computacional Generativo combina o poder de incluir agências do Design Computacional junto a sistemática criativa de um sistema generativo. Ele pode ser descrito como o conjunto três etapas distintas: geração, avaliação e evolução. A geração representa a elaboração do sistema que vai gerar as iterações e conseqüentemente delimitar o espaço das soluções. A avaliação define o tipo de análise que vai julgar a população gerada e seleciona as iterações mais aptas. E por último, a evolução compreende o processo de modificação do sistema de acordo com a percepção da necessidade de mudar o direcionamento do processo.

No Design um processo co-evolutivo envolve uma constante variação de níveis distintos entre os espaços da solução e o espaço do problema³¹ de um sistema generativo. Nesses casos, a partir da definição de um primeiro problema conceitual e das primeiras soluções, esse par evolui ao longo de diversos ciclos. Depois de cada ciclo, é que se analisa as soluções e os compara aos problemas definidos e se aprende mais sobre o projeto. Junto ao aprendizado, os conhecimentos prévios do designer e a identificação de possíveis emergências impulsionam as modificações no sistema e conseqüentemente a variação do espaço das soluções e dos problemas. No diagrama abaixo, elaborado por Poon

³¹ O espaço das soluções pode ser definido como o conjunto de todas as iterações geradas pelas variáveis de um sistema e o espaço dos problemas representa as restrições e demandas de um projeto.

e Maher (MAHER; POON, 1996), os dois espaços citados acima são vistos interagindo ao longo do tempo. Nele a evolução de cada espaço é o resultado da análise das últimas gerações da forma junto ao que havia sido definido na definição do problema.

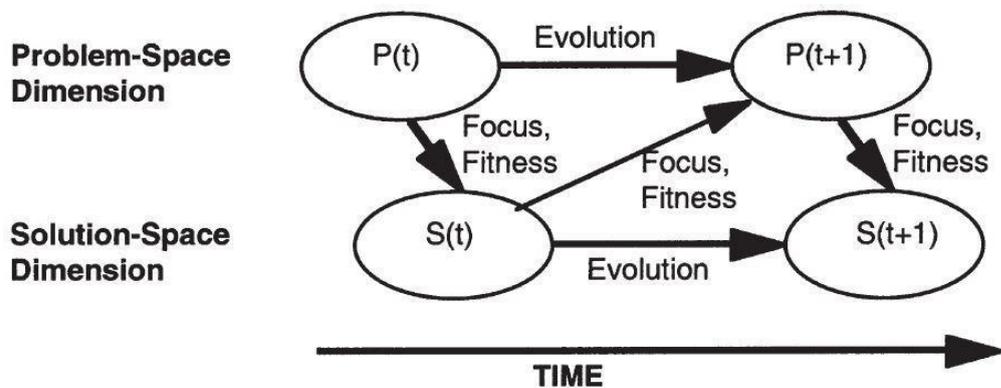


FIGURA 15 - Esquema do modelo co-evolutivo
Fonte: (MAHER; POON, 1996).

Existem diferentes formas de expressão, que podem ser utilizados no desenvolvimento de um sistema generativo e aqui a pesquisa adota um modelo de expressão paramétrica utilizando o programa *Grasshopper* (VELOSO; KRISHNAMURTI, 2021). Outras formas de expressão poderiam ter sido utilizadas sem maiores problemas, como o sistema baseado em regras, por exemplo. O sistema expressivo pode partir das experiências vividas para se basear em um sistema expressivo ou pode partir de um sistema randômico e dele buscar as propriedades.

O gráfico de plotagem de coordenadas paralelas é uma ferramenta de visualização que aqui serve para explorar as iterações geradas por um sistema generativo. Nele pode-se incluir uma coluna extra que combine os valores das avaliações em uma métrica única. A formulação dessa função de valor é geralmente um processo iterativo que envolve estreitar e expandir a busca.

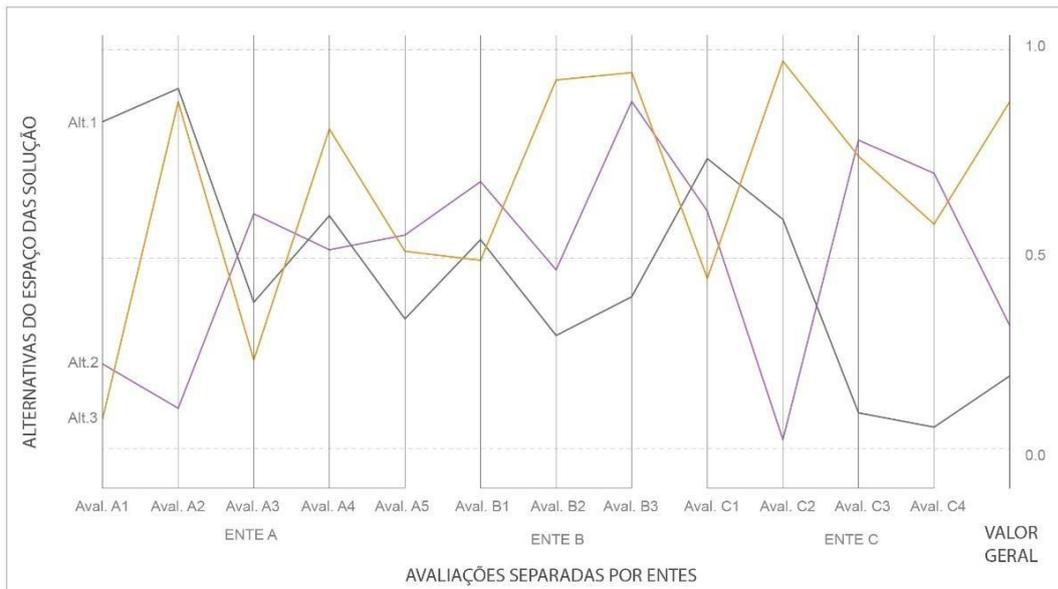


FIGURA 16 - Gráfico de plotagem de coordenadas paralelas
Fonte: Autor.

Existem diversas formas de explorar o espaço das soluções, como as técnicas de multi-otimização de algoritmos evolutivos, em que os algoritmos genéticos se inserem. Esses algoritmos automaticamente alteram os parâmetros de formação das iterações ao mesmo tempo que constroem uma função (gráfico de Pareto) que prevê a relação entre os parâmetros formadores das iterações com os índices das suas avaliações. Nesse sentido, a utilização de um gráfico de plotagem se deu devido a sua vantagem em não limitar a busca a uma otimização matemática, mas sim a uma exploração mais diversificada do espaço das soluções, mesmo que isso implique em encontrar iterações menos aptas³².

O exemplo acima simula a avaliação de três alternativas de design (linhas coloridas Alt. 1, 2 e 3) para três entes distintos (Linhas horizontais dos entes A, B e C) a cerca de diferentes critérios (Linhas verticais Aval. A1, A2, A3, A4, A5; Aval. B1, B2, B3; e Aval. C1, C2, C3, C4).

6.2.5. Criação de componentes de análise através de técnicas de Aprendizado Profundo

Parte importante do sistema gerador é a definição das análises que as iterações serão submetidas. Existem diversas formas de analisar o espaço das soluções de um Design Computacional Generativo³³, mas aqui será utilizada

³² Ou seja, com avaliações piores do que um sistema de multi-otimização encontraria.

³³ Entre elas pode-se citar a definição de restrições e requisitos no sistema gerador expressivo, programação do designer no desenvolvimento de fórmulas e *plug-ins* de simulação.

apenas a criação de componentes de análise através de técnicas de Aprendizado Profundo.

As análises customizadas por técnicas de Aprendizado Profundo, são técnicas relativamente novas no campo do Design e conseguem replicar as análises complexas de um ser humano. Aqui, a criação de um componente de análise customizado, precisa levar em conta três decisões relacionadas a seleção da técnica de Aprendizado Profundo utilizada, definição da forma de treinamento e a forma de captação de dados.

Essa pesquisa foca em duas técnicas de Aprendizado Profundo: a classificação de imagens ou a regressão de imagem. Tecnicamente elas operam de maneira muito semelhante, entretanto enquanto a classificação de imagens categoriza as iterações em categorias, a regressão imagem dá um grau a elas em relação a um critério. Dessa maneira, as técnicas de classificação são boas para organizar o espaço da solução em subtipos e assim ajudam um designer a selecionar uma ou mais categorias que interessem em fases iniciais de projeto.

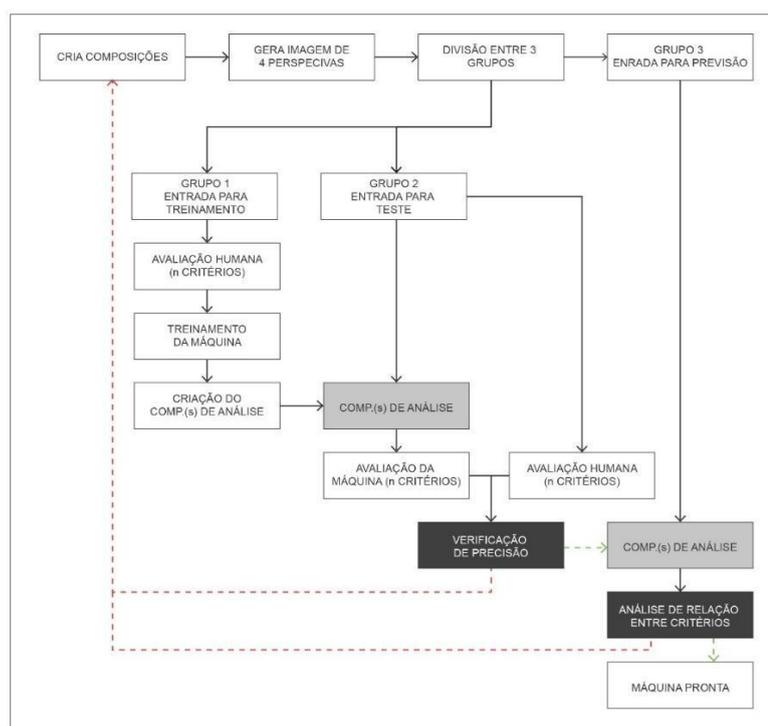
O treinamento pode ser feito de três maneiras distintas: o formato direto, indireto e misto. O formato direto, capta a avaliação ou reação de um sujeito diretamente com as iterações. O formato indireto é aquele onde o designer precisa encarnar um agente para avaliar um grupo de iterações. Já o formato misto utiliza ambos os formatos diretos e indiretos. No diagrama abaixo é apresentado a relação mapeada entre um agente humano e uma assemblagem do Design.

A captação de dados que alimentam uma máquina de Aprendizado Profundo pode ser obtida através de um julgamento ativo, passivo ou pela mistura desses dois métodos. O julgamento ativo é a forma mais simples e basicamente implica na avaliação do designer ou do agente sobre as interações de um sistema generativo. O ponto positivo nesses casos está associado a simplicidade da tarefa que não envolve complexidades técnicas maiores, nem custos extras. Já o ponto negativo se dá pela fadiga e possível inconsistência que esse processo envolve.

O julgamento passivo é aquele feito através da leitura das respostas corpóreas por sensores. Atualmente existe uma infinidade de sensores, com valores diversos, que podem captar as respostas de um ente sobre algum estímulo. Entre eles podem-se citar os sensores de frequência cardíaca, de temperatura corporal, de força, de rastreamento ocular, do inglês (*eye tracking*), de expressões faciais e de ondas cerebrais. Todos esses sistemas podem ser integrados a programas como o *Grasshopper* (através de plug-ins como o *Firefly*) e assim conseguem relacionar algum parâmetro a cada iteração. O ponto positivo dessa estratégia é que o julgamento aqui é passivo e assim menos cansativo que

uma abordagem ativa. Por outro lado, as desvantagens são relacionadas a complexidade que cada equipamento desse pode representar bem como o seu custo. Apesar de hoje, esses sistemas terem uma confiabilidade razoável no geral, é importante utilizar equipamentos de melhor procedência e seguindo as suas considerações. Já o formato misto utiliza captações ativas e passivas.

Com essas definições pode-se começar a criação do componente de análise. Para isso é preciso que o sistema gerador gere um determinado número de iterações e que estas operações sejam transformadas em imagens. Depois, as imagens precisam ser separadas em três grupos, onde o primeiro e o segundo são utilizados para o treinamento e o teste da máquina e o terceiro é utilizado para a geração de previsões. Os dois primeiros grupos precisam ser analisados pelo designer de acordo com os critérios selecionados. Assim, junto com as imagens, as avaliações servem como as entradas para a máquina ser treinada e testada.



QUADRO 2 - Fluxograma da criação do componente de análise

Fonte: Autor.

O treinamento é momento que a máquina aprende como replicar a avaliação de um ser humano através de um processo de tentativa e erro que faz uso de várias camadas de análise. Após o treinamento, a máquina testa a sua precisão com o segundo grupo de imagens. Aqui normalmente o número de composições teste deve corresponder a aproximadamente 20% do número de composições

usadas para o treinamento. Com um valor de precisão satisfatório (depende de cada contexto) a máquina está pronta para avaliar as outras imagens.

6.2.6. Avaliação Intuitiva

Essa etapa do processo é o momento em que se analisa as interações geradas pelo sistema de acordo com a intuição. Para Espinoza, a intuição é a terceira forma de conhecimento que é sentida de imediato quando se depara com uma situação, mas que precisa de uma base sólida da primeira e da segunda forma de conhecimento. Ou seja, ela precisa de ter experienciado ou imaginado afetos e sensações e racionalizado sobre as relações formadoras e desencadeadas desses encontros. Nesse sentido, a intuição para Espinoza é um conhecimento que une as capacidades não simbólicas e as capacidades simbólicas de maneira quase que involuntária.

Segundo Espinoza, a terceira forma de conhecimento é um tipo difícil de se alcançar (SPINOZA, 1989). Nesse sentido, a avaliação intuitiva proposta aqui é mais um treinamento intuitivo do que exercer a intuição propriamente dita. Isso significa que ao invés de esperar uma resposta rápida sobre as iterações geradas, a ideia é que o designer aqui compare o que foi imaginado sobre os afetos imaginados, o mapa de mundo racionalizado com a experimentação das gerações. A ideia é que ao longo das comparações o designer consiga a exercer essa intuição de maneira mais natural, como um designer experiente.

Especificamente, o designer precisa confrontar o que havia sido imaginado na fase conceitual (no pareamento de formas e suas capacidades de afetar; e na racionalização da estrutura cartográfica ou mapa de mundo) com o que é percebido pelas análises computacionais das simulações tridimensionais e da análise direta do designer sobre as iterações mais bem avaliadas. É através dessa confrontação entre a perspectiva de cima para baixo (do que foi imaginado e racionalizado) e da perspectiva de baixo para cima das experiências com a materialidade que se busca um equilíbrio entre a capacidade simbólica e a não simbólica. Por sua vez, esse equilíbrio se dá através do aprendizado sobre a dinâmica de um projeto e da identificação de propriedades emergentes que podem sugerir modificações no sistema gerador expressivo, nos componentes de análise ou no esquema conceitual definido.

Ao longo do processo, a ideia é que essas modificações se tornem cada vez mais localizadas até que se encontre um equilíbrio entre o conceitual ou simbólico e o material ou não simbólico. Nesse sentido, essa pesquisa designa três fases do processo, como visto nas teorias e fundamento do Design.

Primeiro, a fase da variação da forma tem como objetivo gerar iterações bem variadas e buscar as mais interessantes e não as mais corretas. Isso porque, de uma boa ideia inicial, pode-se chegar em uma composição tecnicamente correta em termos de restrições e requisitos. A segunda fase, chamada de geração de variantes parte de uma seleção e a partir dela são geradas outras formas sem alterar o seu conceito. Finalmente, a etapa de refinamento da forma apenas faz pequenas alterações na busca de uma melhora sutil da peça. Aqui é importante colocar que em um experimento, pode-se seguir dois ou mais caminhos ao longo do tempo e até propor a mistura de característica de duas peças ou mais.

6.3. Conclusão

Este capítulo organiza um conjunto de noções e diretrizes baseadas nos capítulos de fundamentação e apresenta uma proposição de uma estrutura metodológica conceitual para processos de Design Computacional Generativo baseadas nessas noções e diretrizes. Assim essa seção resume esse capítulo apresentando as noções selecionadas e como elas resultaram nas diretrizes que foram aplicadas na elaboração da estrutura metodológica proposta.

A primeira noção situa as agências não simbólicas em um universo de outros tipos de agências que podem ser incluídas na síntese da forma do Design. Dessa noção, a pesquisa demonstra a sua intenção em incluir o maior número de entes e suas agências na síntese de processos de Design, mesmo que aqui esteja-se focando em apenas um tipo de agência.

A segunda noção se refere a necessidade da utilização das agências simbólicas humanas como forma de compreender as relações e efeitos de um design; bem como para sistematizar a exploração do espaço das soluções. Dessa ideia a pesquisa define a necessidade de utilização de um mapa de mundo como base conceitual e um sistema generativo como ferramenta de exploração sistemática. Fora isso, baseado no terceiro conhecimento de Espinoza, que é uma espécie de intuição que mistura o entendimento afetivo, do primeiro conhecimento, com o entendimento racional da rede que a dinâmica do mundo envolve, do segundo conhecimento, essa noção inspirou a pesquisa a buscar um caminho que equilibre a utilização das capacidades não simbólicas (caóticas) e simbólicas (ordenadas).

A terceira noção aborda a questão das capacidades não simbólicas humanas poderem interiorizar mensagens sem o uso de linguagem e do papel dessas mensagens na formação da subjetividade humana. Dessa noção a

pesquisa define como diretriz para a estrutura proposta a busca por encontros significativos que possam expandir a subjetividade de um ente de maneira edificante.

A quarta noção esclarece que a percepção não simbólica é relacional, ou seja, é influenciada por uma série de fatores. Dessa noção, a pesquisa define como diretriz a necessidade de se atentar para as particularidades de cada ser humano ou grupo de seres humanos que serão os sujeitos de um projeto.

A quinta noção explica o mecanismo da medição quantitativa de propriedades que ocorre através das capacidades não simbólicas. Dessa noção, a pesquisa definiu a diretriz de que durante a avaliação das formas pelo ser humano, a graduação de um determinado quesito deve ser feita em um intervalo contínuo de tempo e que as iterações não devem ser muito distintas. Caso contrário, corre-se o risco da precisão das avaliações ser prejudicada devido a interrupção do estado de “fluxo” do avaliador.

7 Procedimento Prático Experimental

Este capítulo visa testar, analisar e discutir os resultados de um experimento prático experimental que utiliza uma técnica de Aprendizado Profundo para avaliar quantitativamente a intensidade de critérios em composições geradas computacionalmente. O experimento visa testar parte da metodologia proposta no capítulo anterior e é baseado na metodologia de ensino do campo das teorias de fundamento do Design da professora Rowena Reed.

O capítulo é dividido em cinco seções, em que a primeira contextualiza a pesquisa; a segunda introduz as ideias da metodologia da professora Rowena Reed; a terceira descreve a metodologia do processo experimental; a quarta apresenta e discute os resultados; e a quinta traz as conclusões gerais sobre o capítulo.

7.1. Contexto: Design Computacional e as agências humanas não simbólicas

O Design Computacional Generativo é uma forma de Design que consegue gerar uma quantidade virtualmente infinita de possíveis soluções e filtrá-las através de análises computacionais. Cada análise, experimenta e gradua um aspecto do artefato de acordo com a perspectiva de um determinado ente e de uma de suas capacidades. Dessa maneira, essas análises podem ser entendidas como uma forma de incluir a coautoria de diversos entes de maneira integrada na síntese da forma do Design.

Mesmo com todo esse potencial, as abordagens baseadas no Design Computacional Generativo ainda enfrentam dificuldades na análise e na inclusão de algumas demandas, principalmente naquelas de natureza subjetiva. Isso vem mudando devido a recente introdução de técnicas de Aprendizado Profundo no Design. Essas ferramentas conseguem captar conhecimentos implícitos através da sua aptidão para encontrar padrões em grandes quantidades de dados e replicá-los. Assim, elas podem replicar a avaliação de um designer humano computacionalmente. Ou seja, ela é capaz de unir a velocidade da computação com a capacidade pontual da análise humana.

Essa pesquisa foca especificamente nas análises de critérios processados pelas capacidades humanas não simbólicas. Essas capacidades são aquelas que os humanos partilham com os animais vertebrados e permitem a compreensão de significados e o acionamento de ações sem a necessidade de linguagem. Essas capacidades possuem ao mesmo tempo um caráter objetivo, porque possuem uma base biológica comum a todos os humanos; e subjetivo, porque são influenciadas pelo estado psíquico, pelas motivações e pelas experiências de vida de um indivíduo.

Já há muito tempo o campo do design vem privilegiando as capacidades simbólicas humanas. Nesse sentido, pode-se dizer que predeterminações vêm eclipsando a influência das experiências na qual todos os sentidos estão altamente engajados na síntese da forma em processos de Design. Lidar com a agência não simbólica no Design envolve adotar um tipo de lógica diferente do que a maior parte do campo vem utilizando ao notadamente dar preferência a agência simbólica. Entre essas diferenças, destaca-se a o fato da lógica não simbólica focar em como um artefato afeta um ente ao invés do foco no que ele é. Esse é um dos motivos que faz com que projetos que incluam de forma mais assertiva a agência não simbólica apresentem uma tendência a enfrentar uma maior incerteza e complexidade, ao mesmo tempo que podem gerar resultados mais conectados com a realidade, criativos e inovadores.

Assim, para essa pesquisa, as Teorias de Fundamento do Design são uma rica fonte de conhecimentos para a inclusão das agências não simbólicas na síntese da forma. Isso porque, essas teorias apresentam maneiras não só de explorar sistematicamente um espaço de soluções complexo, mas também como reconhecer a expressão incorporada vinda da matéria.

O estudo dos fundamentos do Design tem origem principalmente em instituições de ensino como a Bauhaus na Alemanha e na Vkhutemas na antiga União Soviética. Ao longo dos anos, essas metodologias foram aprimoradas e ampliadas e tornaram-se presentes em todo o mundo. O advento do estudo formal Pós-Moderno marca o início da desqualificação dos estudos da forma da teoria de fundamentos do Design. Nessa época os designers pós-modernistas começaram a se opor a esses métodos devido a sua ligação com a ideologia universalista.

Para os pós-modernistas, as pessoas têm seus próprios conceitos culturais e experiências pessoais no processo de interpretação e segundo eles todos os ensinamentos de fundamentos seguiam uma visão dogmática interpretativa. Como consequência disso, desde a década de 1980, quando o Pós-Modernismo se tornou a ideologia dominante, o processo de Design está

enredado no ato de referenciar estilos culturais ou adaptar mensagens a comunidades definidas de maneira restrita e, em grande medida, rejeitar a análise de formas (LUPTON; PHILLIPS, 2008).

Por mais que as críticas Pós-modernistas sejam pertinentes, muitos pesquisadores, professores e profissionais das teorias de fundamentos do Design não seguem uma visão universalista. Por mais que a Bauhaus, em um segundo momento seguiu uma visão universalista, muitas outras vertentes não seguiram essas ideias. A própria metodologia de estudos da forma da Bauhaus nasceu de visões não universalistas e hápticas (MALLGRAVE, 2010). Nesse cenário, desde os anos de 1940, vários educadores aperfeiçoaram e expandiram a abordagem construída nessas escolas articulando abordagens estruturais para o Design com base em perspectivas singulares e originais (LUPTON; PHILLIPS, 2008).

Mas além das críticas dos Pós-modernos, outro problema enfrentado por essa forma de ensino, foi a introdução da tecnologia digital no campo do Design. Desde os anos noventa, a maioria dos professores, especialmente aqueles com mais conhecimento dos fundamentos do design, evita envolver os princípios da forma com a tecnologia (LUPTON; PHILLIPS, 2008). Para eles, os exercícios de fundamentos necessariamente precisam ser feitos em meios físicos devido a necessidade de perceber as nuances e afetos da forma. Apesar de compreensível, essa resistência irrestrita a pressão digital pode ser muito danosa para o aprendizado do Design.

Nesse sentido, no livro *Design Gráfico: Novas noções básicas*, a professora Ellen Lupton e a professora Jennifer Cole Phillips apresentam uma abordagem de pensamento que supera os desafios citados acima para o estudo da forma no campo do Design gráfico. No que diz respeito à ideologia universalista, a abordagem delas reconhece uma diferença entre descrição e a interpretação, entre uma linguagem potencialmente universal de fazer e os limites de uma universalidade de significado. Com relação aos avanços tecnológicos, as autoras acreditam ser importante absorver as mudanças culturais e tecnológicas contemporâneas que vêm mudando tão drasticamente a maneira como o Design está sendo feito.

Hoje, a pressão para o uso dessas tecnologias é muito grande, principalmente porque não se enfrenta mais apenas a concorrência de programas

CAD, mas sim com modelos de Design Computacional poderosos que representam muitas vantagens³⁴.

No campo da Arquitetura, as professoras Benay Gürsoy, da Penn State University, Mine Özkar, da Universidade Técnica de Istanbul e Asli Arpak do Wentworth Institute of Technology vem combinando esses dois mundos em um método de ensino que aplica os métodos dos fundamentos tridimensionais em ambientes digitais computacionais que inclui a fisicalidade no processo utilizando métodos de prototipagem rápida. Segundo Benay Gürsoy e Mine Özkar:

Promover o pensamento sistemático e relacional aumenta a conscientização dos alunos sobre suas ideias e operações de design e ajuda-os a entender que o design envolve diferentes formas de raciocínio como constituintes indispensáveis no processo criativo. Portanto, o ensino básico de design pode ser visto como uma integração precoce do pensamento computacional ao ensino de design, onde os alunos aprendem a computar enquanto aprendem a projetar (GÜRSOY; ÖZKAR, 2015).

Assim, esse estudo se junta a essas abordagens através de um embasamento das Teorias de Fundamentos do Design e da utilização de técnicas de Aprendizado Profundo para testar como essas ferramentas podem avaliar quantitativamente aspectos da experiência perceptiva.

7.2. Metodologia de ensino de Rowena Reed

Essa pesquisa parte da metodologia da professora Rowena Reed e de adaptações da professora Cheryl Akner-Koler como base para o experimento proposto aqui. A metodologia de ensino de Reed foi desenvolvida ao longo de cinco décadas, principalmente no *Pratt Institute*, onde ainda hoje, os experimentos são ministrados.

Para Reed, o processo de Design em si, e o seu método de ensino consistem em um processo cíclico de divergência e convergência. Assim, os alunos criam alternativas continuamente e escolhem as mais adequadas com base nas relações dos elementos do design. Essas relações são parâmetros que servem como ferramentas de análise para perceber as diferenças das composições formais e como a percepção responde a ela. Em cada rodada evolutiva, as variações das iterações geradas são cada vez mais sutis até a hora do próximo exercício (HANNAH, 2002).

³⁴ Como o Design Paramétrico, o Design Computacional, o Design Computacional Generativo, o uso de técnicas de inteligência artificial, máquinas de prototipagem rápida e a utilização de sensores para medição de estímulos e técnicas de realidade virtual e realidade aumentada.

A metodologia consiste em seis problemas fundamentais: o retilíneo; o curvilíneo; o retilíneo e curvilíneo; os fragmentos; a construção planar e as linhas no espaço. Depois disso, os alunos podem fazer os estudos avançados na forma que são: os problemas de construção, convexidade e concavidade. Fora isso existem também dois estudos de espaço e aulas que visam utilizar os ensinamentos no design de produtos. Segundo Hannah, a ideia é que todos os problemas juntos abranjam literalmente qualquer combinação de relações de Design que um aluno possa encontrar (HANNAH, 2002).



FIGURA 17 - Exercício de fundamentos do Design

Fonte: Rowen Foundation <<http://www.rowenafund.org/>>.

A metodologia de Reed pode ser vista como um modelo de Design computacional generativo analógico que a partir de um sistema generativo, cria e analisa um espaço das soluções que pode ser modificado. Segundo Akner-Koler, cuja tese de doutorado parte da metodologia de Rowena Reed, esse tipo de pensamento de Design foca na “necessidade de nos tornarmos engajados e ativos em eventos físicos e emocionais no mundo complexo real, que nos leva muito além dos princípios legais de geometria e estética de design tradicional” (AKNER-KOLER, 2007). Ela também aponta que a experiência de um Design pensado

dessa maneira poder ser a fonte de conhecimento para muitas outras áreas interessadas na experimentação da materialidade, como pode-se observar na citação abaixo:

Enquanto nós mudamos a compreensão de como a razão é moldada por meio de experiências corporificadas, a sociedade está mudando o jeito com que olha as áreas de Arte, Design e Artesanato. Esses Campos têm uma longa história de aquisição de conhecimento por meio do corpo processos e, portanto, tem uma vasta experiência para compartilhar com o mundo acadêmico (AKNER-KOLER, 2007).

Através da identificação de uma taxonomia descritiva que ensina a identificação de elementos, propriedades, movimentos, forças e a composição entre eles, a metodologia de Rowena ensina a navegar na complexa e imanente relação entre a forma e seus estímulos afetivos e seus significados incorporados. Nesse sentido, por mais que a metodologia pressuponha algumas relações e algumas preferências formais, a ideia é que essa taxonomia de comportamentos formais seja utilizada para que o designer relacione essas relações a um significado incorporado interpretado por ele, e não por modelos prontos.

O experimento proposto aqui, se baseia no problema 1 da metodologia da professora Rowena Reed, chamado de volumes retilíneos. Ele consiste na organização de três volumes retilíneos, e o seu objetivo é familiarizar-se com volumes simples e uma declaração unificada (HANNAH, 2002). Em outras palavras, o objetivo deste exercício é criar uma composição harmoniosa geral a partir de três formas retilíneas, seguindo os seguintes princípios:

- Os volumes devem variar em caráter. O caráter da forma é definido pelas proporções tridimensionais da forma. Existem três caracteres diferentes que as formas podem ter neste exercício: linear, planar e volumétrico.
- Todas as dimensões e proporções também devem variar. E estas devem contar as dimensões e proporções dos espaços negativos e a massa total de toda a composição. As proporções quadradas ou cúbicas devem sempre ser evitadas.
- Os volumes devem constituir um relacionamento hierárquico, escolhendo formas dominantes, subdominantes e subordinadas. Onde o dominante é a maior forma, o mais impactante do conjunto e deve ser colocado em uma posição de destaque. A subdominante deve ser a segunda maior peça e deve criar uma relação contrastante com a peça dominante, devido ao seu caráter e à sua posição. O subordinado é o menor volume e muito

dependente dos outros dois. Deve tornar o design mais tridimensional, complementar os outros volumes e completar a unidade do design.

- Nenhuma visão deve ser desinteressante.
- Os eixos das formas devem ser perpendiculares entre si para dar mais três dimensões ao projeto.
- Existem três maneiras que os encontros podem ocorrer nos volumes (que são: a cunha, o berço e o piercing) e elas não devem se repetir nos dois encontros de cada composição. As junções também devem ser estruturais.
- As composições devem apresentar um equilíbrio estrutural e visual.

A adoção do exercício mais simples da metodologia de Reed se deu justamente pela necessidade de se buscar um sistema controlado para compreender os fenômenos associados ao experimento. De fato, essa estratégia faz parte das disciplinas de fundamentos de Design que tendem a partir de um ambiente controlado para progressivamente inserir maiores complexidades.

Nesse sentido, Gürsoy e Özkar argumentam que separar as tarefas abstratas da complexidade dos problemas do mundo real em um currículo básico de Design possibilita o envolvimento dos alunos com um intenso pensamento reflexivo e permitem que eles “reflitam diretamente em seu raciocínio sobre um vocabulário mais simples e formal” (GÜRSOY; ÖZKAR, 2015). É importante esclarecer que a ideia da pesquisa é no futuro desenvolver experimentos que ampliem a inclusão de agências, as propriedades da forma e a complexidade das relações.

7.3. Metodologia do experimento

O experimento proposto visa verificar a precisão da avaliação de máquinas de Aprendizado Profundo sobre a intensidade de significados incorporados dentro de uma estrutura metodológica proposta no capítulo anterior. Assim, mesmo que o experimento foque na precisão das avaliações computacionais, foi preciso seguir os passos da metodologia proposta até o final do primeiro ciclo de gerações e análises.

A estrutura metodológica conceitual possui seis etapas, onde a primeira, define o conceito geral; a segunda, imagina e seleciona encontros de propriedades extensivas e forças intensivas que o designer tenha experimentado; a terceira racionaliza esses encontros em um mapa de mundo ou em uma estrutura cartográfica de relações de causalidade; a quarta cria um sistema

generativo computacional; a quinta cria e adiciona os componentes de análise customizados no sistema generativo; e a sexta compara as significações incorporadas na esfera da experimentação (através das análises computacionais) com as esferas da racionalização do mapa (passo 3) e do que foi imaginado no passo 2 sobre a relação entre forma e significado incorporado.

7.3.1. Definição do Conceito Geral

O conceito geral é conjunto das restrições e requisitos de demandas do cliente e desenvolvidas pela equipe de projeto. Ele é a primeira conceituação escrita do projeto e no caso desse experimento, ele seria os princípios descritos anteriormente pedidos pelo primeiro problema da metodologia da professora Rowena.

7.3.2. Resgatar encontros de propriedades extensivas e forças intensivas

O segundo passo da metodologia proposta pela pesquisa é selecionar encontros marcantes vivenciados pelo designer ou pelo cliente que de preferência se alinhem ao que foi definido no conceito geral. Esses encontros podem ser com propriedades extensivas ou forças intensivas; ou seja, eles podem selecionar uma formação física ou um tipo de afeto que se busca emanar em um futuro artefato.

Assim, para esse experimento foram selecionadas três propriedades formais ou extensivas dentro do escopo do exercício 1 da metodologia da professora Rowena, notadamente: o movimento interno, o espaço negativo e o equilíbrio visual. Abaixo, pode-se ver ilustrações dessas propriedades transmitindo essas expressões em exemplos de casos em que elas são mais e menos intensas.

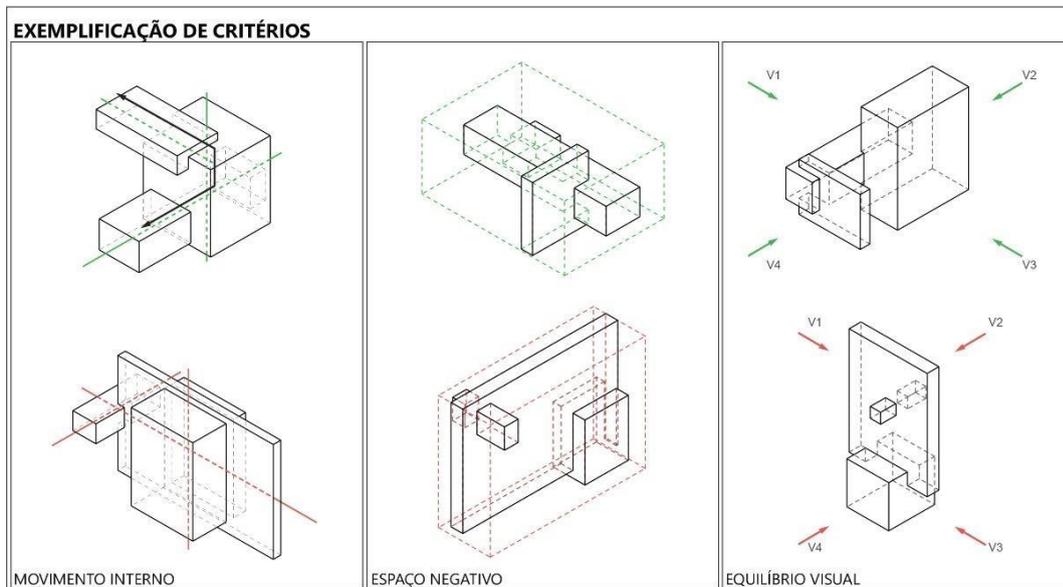


FIGURA 18 - Propriedades e expressões da forma

Fonte: Autor.

O movimento interno se refere ao movimento que ocorre no eixo interno das partes que formam uma composição. Segundo Akner-Koler, a sua identificação requer uma espécie de "visão de raio-x" no olho da mente que visualiza os caminhos em atividades internas que interagem com as proporções e formas das partes elementares.

Esse senso de movimento, pode ser simulado pelo corpo, já que essa é uma forma como os seres humanos entendem o que acontece ao seu redor. Nesse sentido, o corpo experimenta diferentes simulações de movimentos, fluídos ou truncados; contínuos ou curtos; acelerando ou desacelerando; ritmados ou randômicos. Por sua vez, essa simulação pode gerar um significado incorporado de um dinamismo mais alegre ou triste, agressivo ou suave, por exemplo.

Na primeira imagem (a esquerda), nota-se que a composição de cima apresenta um maior movimento através dos eixos das peças do que a segunda. Enquanto a composição de cima parece que foi congelada no meio de um movimento, a debaixo parece estar em repouso. As análises previstas para esse critério visam apenas identificar a intensidade dos movimentos de maneira geral. Ou seja, aqui não será avaliada a intensidade de uma expressão mais específica gerada pelo movimento de uma peça, mas apenas o seu significado maior relacionado a sua capacidade de sugerir uma dinâmica.

A interação entre espaço e forma representa uma dualidade inerente a análise visual tridimensional, o que implica no entendimento do mundo visual ao mesmo tempo concreto e abstrato. Segundo Akner-Koler, elementos positivos e

negativos são semelhantes no sentido de que ambos podem ser descritos como componentes visuais com elementos mais ou menos definidos por limites. Os espaços negativos de uma peça são o conjunto de elementos que podem ser percebidos entre os elementos positivos; da mesma maneira, os elementos positivos são percebidos delimitados pelos elementos negativos (AKNER-KOLER, 2007).

O senso de contenção de uma peça, em teoria, pode ser simulado pelo cérebro humano (através dos neurônios espelho) que simula uma possível experiência, como a de colocar mão em um buraco, ocupar um determinado espaço ou seguir o movimento dele. Dessa maneira, o espaço negativo pode gerar diferentes significados incorporados como de proteção, curiosidade, privacidade, opressão, desolação ou movimento, por exemplo.

No exemplo destacado, apresentado na figura do centro, nota-se que a composição de cima apresenta um espaço negativo mais definido do que o de baixo. Ou seja, enquanto na composição de cima consegue-se quase que perceber a materialização de uma forma no vazio (principalmente o grande prisma retangular na parte da frente), na de baixo não se observa um espaço claramente definido. As análises previstas para esse critério visam apenas identificar a intensidade desses elementos negativos e o quanto eles atraem o olhar do observador. Ou seja, aqui não iremos avaliar o significado incorporado mais específico gerado pelos espaços, mas apenas o seu significado maior relacionado a sua capacidade de gerar atenção e interesse.

De maneira geral, o equilíbrio envolve a interação entre as propriedades dos elementos e seus movimentos/forças para estabelecer um equilíbrio ou contrapeso em toda a composição. Nesse sentido, o equilíbrio pode ser de natureza estrutural ou visual.

Enquanto o equilíbrio estrutural lida com a capacidade física de uma composição de "ficar de pé por conta própria", o equilíbrio visual leva em conta a distribuição de peso e as características estruturais combinadas, como articulações, elementos de suporte, força das áreas de transição entre formas entre outras (AKNER-KOLER, 2007).

O equilíbrio estrutural tem um papel crucial na vida dos seres humanos e o leve suggestionamento interno captado pelas simulações cerebrais do encontro com algo desequilibrado pode transformar uma situação desagradável. Nesse sentido, Johnson cita como algumas obras de Richard Serra e a torre de Pisa podem deixar algumas pessoas com vertigem e desconfortáveis (JOHNSON, 2015). Da mesma forma que o senso de equilíbrio estrutural, o senso de

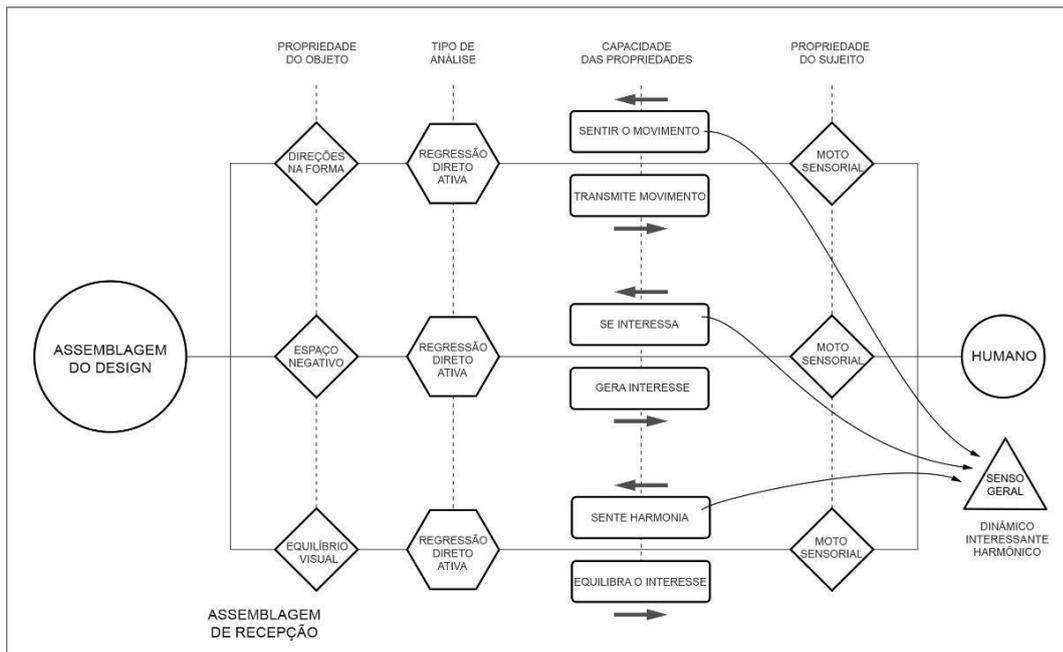
equilíbrio visual, pode ser simulado pelo corpo humano (através dos neurônios espelho) e assim transmitir um sentimento de equilíbrio ou desequilíbrio. Assim, o equilíbrio visual pode gerar um senso de harmonia que emana de uma formação que mesmo diversa quando observada por diferentes ângulos mantém uma unidade.

Na última imagem (a direita), a composição de cima apresenta um equilíbrio visual e a segunda não. Isso porque, enquanto no primeiro caso, todas as vistas possuem algo interessante e diferenciado, no segundo caso, as vistas são menos interessantes e se repetem. Ou seja, enquanto a composição de cima parece que vai manter o seu posicionamento, a debaixo parece estar pronta a colapsar.

7.3.3. Racionalização Cartográfica

O terceiro passo da metodologia consiste em racionalizar como essas propriedades e intensidades selecionadas podem se relacionar através da esquematização de um mapa.

Como se pode ver na figura abaixo, a princípio se espera que a propriedade formal de movimento interno gere a transmissão de um senso de dinamismo, que a propriedade do espaço negativo gere interesse para o agente humano e que o equilíbrio visual transmita harmonia. Juntas essas intensidades se fundem no senso geral, que pode ser visto do lado direito, representado pelo triângulo.



QUADRO 3 - Mapa do procedimento experimental

Fonte: Autor.

O senso geral explicitado por Johnson, Dewey e Akner-Koler e representa um senso qualitativo formado pela fusão de todos os estímulos que cada composição expressa (Akner-Koler, 2007; Dewey, 2011; Johnson, 2015). Para Johnson, “encontrar-se enredado em uma experiência é sentir a unidade qualitativa que dá significado e identidade ao que está acontecendo com você” (JOHNSON, 2015). Dewey argumenta que “somente dentro de tal situação unificada é que experimentamos objetos, pessoas e eventos individuais, com suas qualidades particulares e pregnâncias” (DEWEY, 2011). Portanto, em teoria, as três relações abstratas mostradas anteriormente comporiam esse senso geral juntas a várias outras que não foram consideradas aqui.

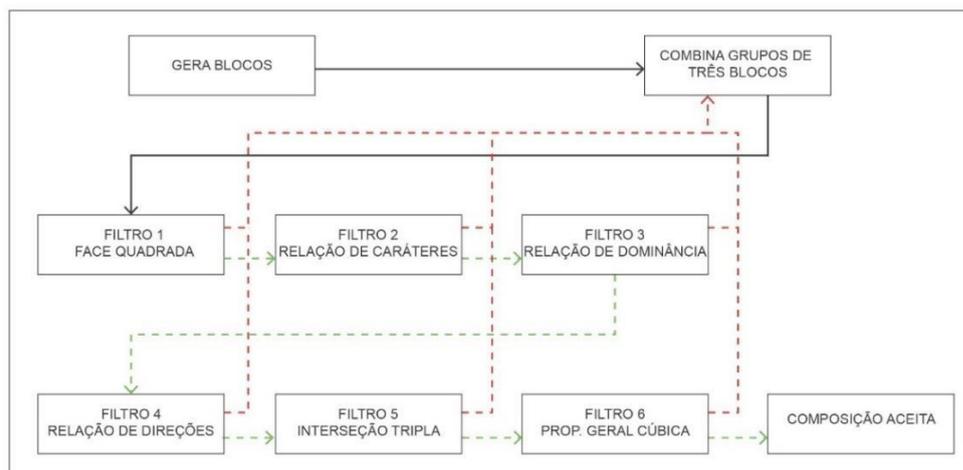
É importante colocar que o senso geral, na realidade é sentido como algo único inseparável e assim, essa conceituação racional é apenas uma maneira de organizar os pensamentos de um processo. Além disso, apesar do senso geral representado aqui ser o somatório das capacidades do sujeito de ser afetado, o senso geral ao fundir diferentes intensidades tem a tendência de gerar novas capacidades não identificadas antes da sua mistura ou até perder capacidades que estavam. Essa relação pode ser ilustrada na mistura do soro caseiro que depois de feito, não é doce nem salgada, mas sim neutro e com uma capacidade maior de hidratar do que a água sozinha. De qualquer maneira, essas adaptações devem ser atentadas na experimentação com as formas e corrigidas ao longo do processo.

7.3.4. Criação do Sistema Generativo

A quarta etapa da metodologia consiste em elaborar um sistema generativo de expressão paramétrica com base no Problema 1 da metodologia da professora Rowena Reed. O sistema computacional generativo foi desenvolvido no programa *Grasshopper*, entretanto existem outros programas que podem ser utilizados. A ideia aqui é criar um sistema que gere peças bem variadas atendendo a determinados requisitos e sem ultrapassar as restrições impostas.

Assim, foi desenvolvido um algoritmo que cria grupos de três blocos retilíneos que se interseccionam e em seguida, através de análises desenvolvidas através de fórmulas matemáticas simples, selecionam-se aqueles que atendem aos requisitos e as restrições do problema e descartam-se os demais.

O primeiro filtro descarta grupos que possuam uma de suas faces quadradas; o segundo elimina os grupos que possuam dois ou três blocos com caracteres iguais; o terceiro descarta aquele conjunto que não apresenta uma relação hierárquica de dominância clara; o quarto elimina os agrupamentos cujas peças repetem a sua direção; o quinto descarta grupos que possuam interseções entre os três blocos; e o último elimina aqueles conjuntos que formam uma proporção próxima a quadrada ou cúbica tanto em alguma face, em um bloco ou na proporção geral combinada. As duas figuras abaixo mostram o fluxograma do algoritmo e ilustrações sobre os filtros.



QUADRO 4 - Fluxograma do sistema gerador

Fonte: Autor.

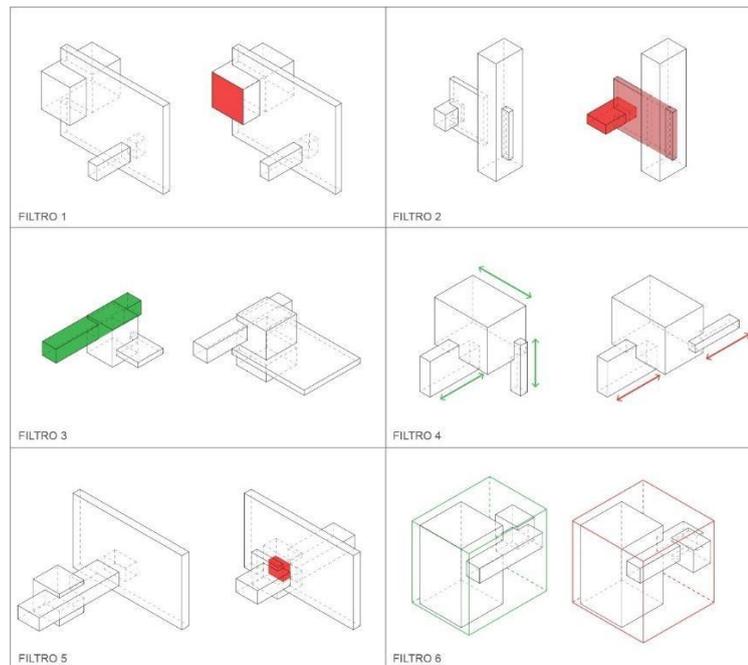


FIGURA 19 - Ilustração dos filtros
Fonte: Autor.

Em especial, para desenvolver a restrição que define que todas as três peças do conjunto tenham um caráter distinto (filtro 2) foi empregada uma metodologia de classificação de rochas utilizadas pelo Campo da geologia. Chamada de diagrama de Zingg, ela consiste em uma fórmula que classifica rochas em função de sua proporção tridimensional. Utilizada na sua versão triangular, como pode ser observado na primeira foto a esquerda da figura abaixo, o diagrama representa um mapa onde um coeficiente da proporção tridimensional de cada bloco é projetado. Assim, cada área identifica o caráter dos volumes.

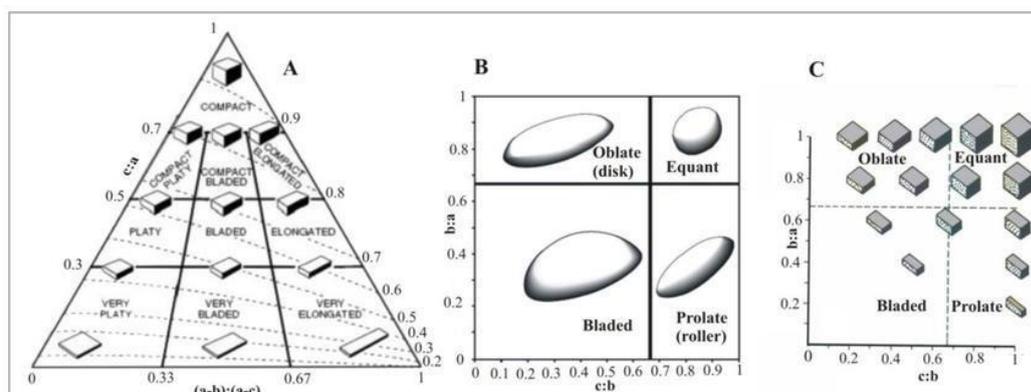


FIGURA 20 - Variações do diagrama de Zingg
Fonte: (sneed; folk, 2015).

Além do caráter das peças, esse diagrama também mapeia a intensidade dramática de cada caráter. Nesse sentido, como pode ser observado no diagrama abaixo, cada vértice do triângulo representa o auge de dramaticidade de cada caráter. Por exemplo, quanto mais perto do vértice de cima, mais um bloco apresentará um caráter volumétrico ou massudo (do inglês “*bulky*”). Assim, através da instrumentalização desse diagrama foi possível também checar se cada composição possui um bloco de caráter mais dramático (encontrado dentro das áreas hachuradas em cinza escuro “V1”) junto a outros dois de caracteres distintos menos dramáticos (encontrados dentro das áreas hachuradas em cinza claro “P1” e “L1”), como pedido pelo filtro de número 3.

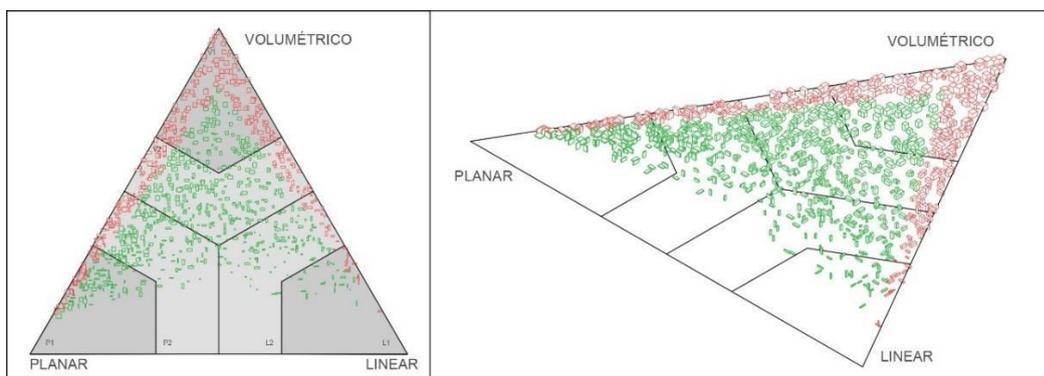


FIGURA 21 - Mapa de classificação de blocos

Fonte: Autor

No diagrama acima, as formas em verdes representam os blocos que não possuem nenhuma face com proporção próxima a quadrada e as formas vermelhas apresentam aquelas que apresentam. Nesse sentido, as formas em vermelho foram descartadas conforme pedido pelo filtro de número 1. A área vazia próxima a aresta horizontal do triângulo se forma porque a os blocos gerados pelos algoritmos partem de uma dimensão mínima.

7.3.5. Criar componentes de análise

O quinto passo da metodologia consiste em criar os componentes de análise através das técnicas de Aprendizado Profundo. Para as três máquinas de análise desse experimento foi utilizada a técnica de regressão que avalia as iterações quantitativamente. O treinamento selecionado foi o direto, onde o designer serve como sujeito da avaliação para o treinamento da máquina e a captação foi a ativa, onde o julgamento é ponderado pelo sujeito sem a utilização de nenhum sensor, que pudesse servir como índice.

Foram então geradas 1400 composições que por sua vez geraram quatro perspectivas isométricas. Essas imagens então foram combinadas em uma imagem de extensão (.png). Essas imagens então foram divididas em três grupos. O primeiro grupo, com a composição das imagens de 420 peças serve para treinar máquinas de Aprendizado Profundo. O segundo grupo, com a composição das 140 imagens de 140 peças, serve para testar a máquina. Já o terceiro grupo, com as demais 840 imagens irão ser avaliadas somente pelas máquinas.

Antes de alimentar o código que irá criar o componente de análise, o designer, no caso o autor da pesquisa, deu notas para as peças dos grupos de treinamento e teste em razão dos três critérios mencionados anteriormente.

As composições são avaliadas pelo designer através da exibição de cada iteração a partir de suas quatro vistas isométricas. Com um total de 560 iterações exibidas por proximamente 30 segundos para cada um dos três critérios de avaliações, esse processo dura aproximadamente cerca de 14 horas sem contar com os ajustes posteriores, problemas técnicos e pausas. Levando em consideração as questões ligadas a relatividade das análises, buscou-se construir internamente a noção que cada peça não passaria de 25 cm de altura. Fora isso, não foi levada em consideração nenhuma questão cultural ou motivacional que pudesse informar o processo. Aqui é válido ressaltar que no caso de um projeto real, é vital imaginar o contexto do projeto na hora das avaliações.

Com as avaliações do designer e as imagens, o sistema treina, gera os componentes de análise e depois testa a sua precisão. Com uma precisão satisfatória então, pode-se avaliar as demais peças que não haviam sido avaliadas e quaisquer outras que forem geradas.

A técnica de Aprendizado Profundo utilizada aqui foi proposta por Eman H. Ahmed, Mohamed N. Moustafa no artigo “Estimativa do preço da casa a partir de recursos visuais e textuais” (“*House price estimation from visual and textual features*”) (AHMED; MOUSTAFA, 2016). Nesse artigo os autores propõem uma técnica de Aprendizado Profundo que é capaz de prever o valor de qualquer casa a partir de um treinamento prévio e da indicação do CEP de cada casa. A inclusão do CEP nesse caso é importante porque isoladamente as fotos das casas não incorporam o fator localização que é determinante no preço de um imóvel. Nesse sentido, como esse problema não é encontrado no caso do experimento proposto aqui, esse fator foi retirado do sistema. Outras maneiras de empregar essa técnica foram encontradas na montagem de programas para grandes empresas de seguro, que a utiliza na estimativa do custo para reformar imóveis danificados por acidentes e em aplicativos que estimam o valor de carros usados para

vendedores. No caso desse experimento, a lógica do sistema foi modificada já que ao invés de utilizar dados pré-existentes, o designer gera os dados de acordo com a sua percepção.

7.3.6. Avaliação intuitiva

Em um projeto real, o próximo passo consistiria em que o designer separasse as iterações com as melhores avaliações e as analisasse juntamente com o que havia sido imaginado no pareamento de formas e significados incorporados; e com o que havia sido racionalizado na estrutura cartográfica ou mapa de mundo.

É através dessa análise conjunta, que compara a perspectiva de cima para baixo (do mapa e do pareamento) e da perspectiva de baixo para cima, que se aprende sobre o processo e se identificam propriedades emergentes. Com esses aprendizados e emergências, o designer pode então modificar o conceito geral, os pares de forma/significado, o mapa de mundo, o sistema gerador expressivo ou os componentes de análises.

Como o foco desse experimento é nos resultados das avaliações das máquinas de Aprendizado Profundo e como ele é uma simplificação de projeto, a pesquisa não vai se alongar muito nesse tema aqui. A estrutura cartográfica buscava um senso geral que incluísse a incorporação de um significado dinâmico (movimento), interessante (espaços) e harmônico (equilíbrio visual). Nesse sentido, pode-se dizer que as peças selecionadas como as mais aptas realmente atenderam ao que era esperado delas, como será visto na próxima seção.

7.4. Resultados e Discussão

Em média, os resultados dos testes indicaram um erro de 0,098 no quesito movimento; 0,084 no quesito espaço negativo; e de 0,074 no quesito equilíbrio visual. Levando em conta que as avaliações se encontram em um intervalo entre 0 e 1,00; uma peça que fosse avaliada pela máquina, no quesito movimento com o valor 0,6; teria a tendência de ter sido avaliada pelo designer com valores próximos a 6,96 e 50,04. Mesmo não sendo ideais, essas margens de erro demonstram que a avaliação das máquinas de Aprendizado Profundo desenvolvidas estão no caminho certo para atingir um erro desprezível. Para isso, a pesquisa aponta algumas ações que podem ser usadas para calibrar as análises

escala de cor, que vai do vermelho (0,00) até o azul (1,00) indicando a nota das iterações gerada pelas máquinas.

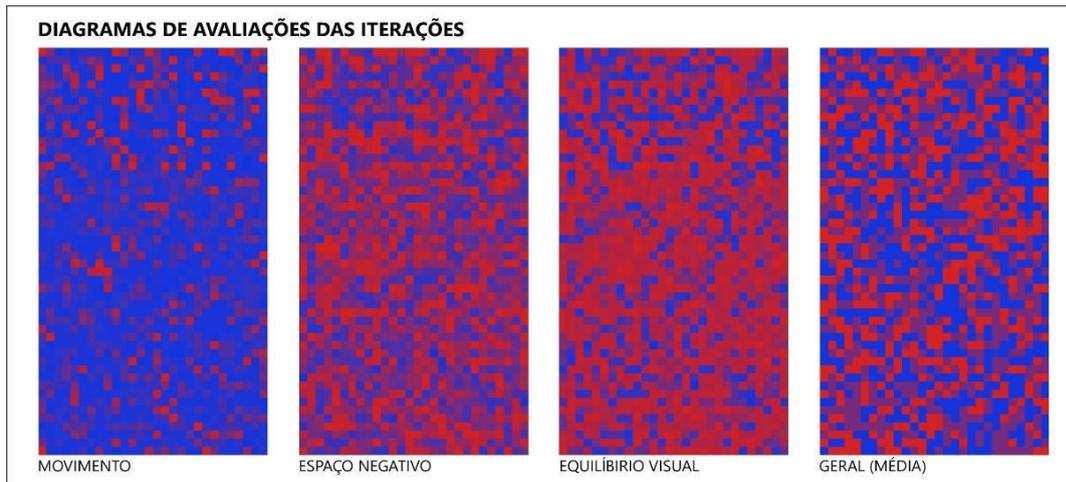


FIGURA 22 - Mapa de calor

Fonte: Autor

O gráfico de plotagem de coordenadas paralelas é uma ferramenta de visualização que aqui serve para explorar as iterações geradas por um sistema generativo. Nele pode-se incluir uma coluna extra que combine os valores das avaliações em uma métrica única. A formulação dessa função de valor é geralmente um processo iterativo que envolve estreitar e expandir a busca ou modificar o sistema. Aqui, a métrica combinada apenas encontra a média dos três critérios, mas é comum que essa média modifique os pesos dos critérios em função da relevância de cada um deles (HAYMAKER, 2018).

A primeira coluna posiciona o código designado para cada peça e a última indica o valor da média das avaliações. Já as três colunas centrais posicionam os graus das avaliações mapeados nas retas. As linhas em azul e vermelho representam as peças com os 10 melhores e 10 piores valores gerais.

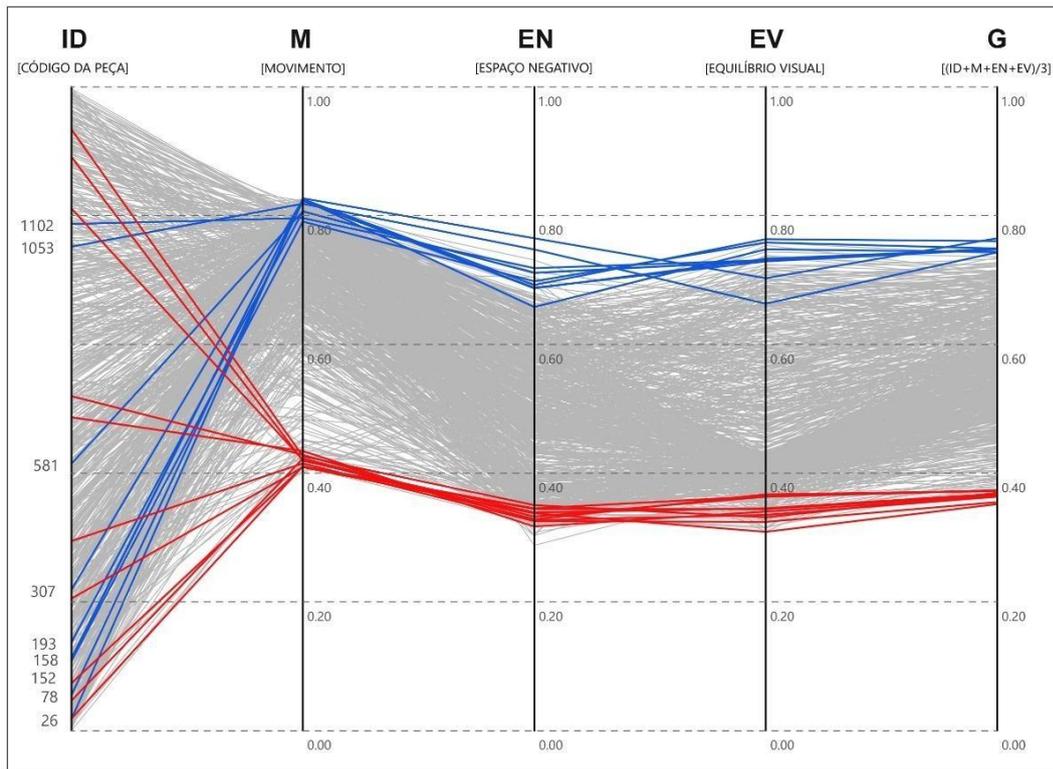


FIGURA 23 - Gráfico de plotagem de coordenadas paralelas
 Fonte: Autor

A figura abaixo reúne as dez peças com os melhores resultados combinados, juntamente com as notas de todos os critérios e suas colocações para cada categoria. Como nos diagramas acima, esse diagrama serve como uma interface de navegação e também é gerada automaticamente com a entrada das avaliações da máquina.

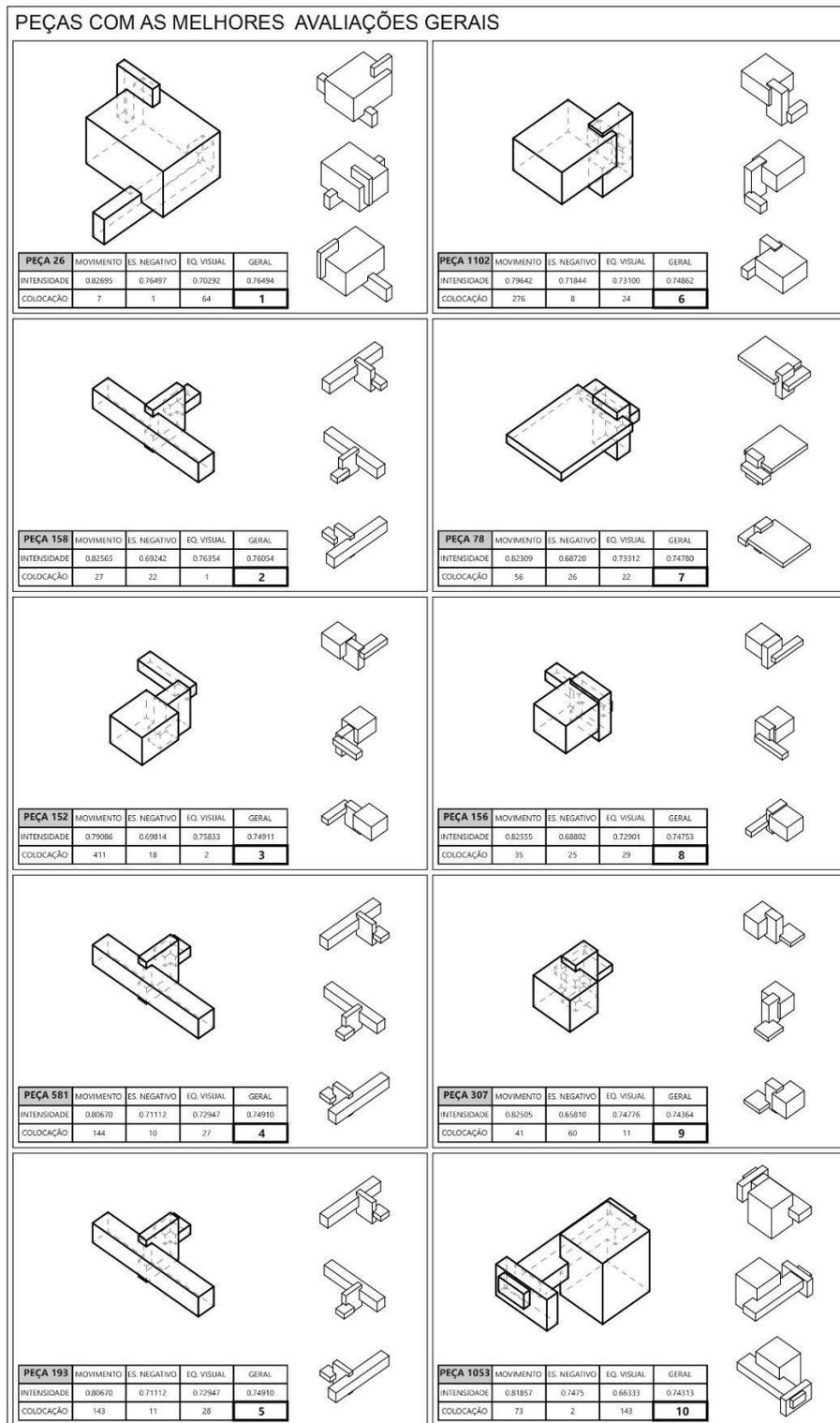


FIGURA 24 - Visualização das iterações
Fonte: Autor

Em suma, o experimento foi considerado bem-sucedido pois conseguiu verificar uma previsão das máquinas satisfatória dos três dos critérios criados para um primeiro momento. Apesar de não ideal, o resultado de precisão obtido nessas

três máquinas mostra que elas estão no caminho certo. Para melhorar esse resultado, a pesquisa destaca algumas ideias que podem auxiliar nesse processo de calibragem das avaliações.

A primeira ação pondera sobre a necessidade diminuir o espaço das soluções para um espectro menor de variações que permitam que seja mais fácil para o ser humano avaliar as peças. Isso poderia ser feito criando um componente de análise que por uma técnica de classificação pudesse subdividir as iterações em categorias distintas, como McCormack e Lomas apresentam (MCCORMACK; LOMAS, 2020). Outro ponto, que pode auxiliar a precisão das avaliações é definir o critério de maneira mais aprofundada, como sugere Chaillou (CHAILLOU, 2019). Além disso, uma ação que já se mostrou eficiente é comparar os graus dados pelo designer em relação aos dados pelas máquinas. Aqui é importante colocar que essa comparação é importante para tentar compreender como as máquinas funcionam e assim estreitar o diálogo com a máquina (JOYCE, 2021). Fora isso, nos casos em que as avaliações são muito distantes, se percebeu falhas nas avaliações humanas, por distração. Assim, a comparação serviu para a máquina corrigir essas falhas. Finalmente, outra frente possível para melhorar as avaliações é aprofundar o entendimento sobre o algoritmo utilizado e calibrá-lo para melhor atender as características do projeto.

7.5. Conclusão

Este experimento implementa uma técnica de Aprendizado Profundo que visa capturar e replicar a avaliação de um designer sobre três critérios. A técnica é inserida em um processo de Design Computacional Generativo que avalia as iterações geradas em relação a intensidade desses três critérios. Aqui foi demonstrado que até com uma pequena quantidade de dados, gerados pelo próprio designer, é possível gerar uma ferramenta que replica a avaliação de um ser humano que a treinou. Essa combinação entre máquina e humano potencializa tanto o poder intuitivo humano, quanto o poder lógico dos computadores, formando uma inteligência híbrida possibilitada pelas máquinas de Aprendizado Profundo.

O experimento sofreu limitações devido a dois problemas. A primeira envolveu a impossibilidade de utilizar os equipamentos de medição da Universidade devido a pandemia do corona vírus. Assim, o experimento não pode fazer uso de captações passivas que poderiam utilizar sensores de frequência cardíaca, de temperatura corporal, de força, de rastreamento ocular (*eye tracking*),

de expressões faciais e de ondas cerebrais. A outra limitação se deu em função do tempo necessário que as avaliações das peças necessitaram.

Uma descoberta marcante se deu em relação ao desenvolvimento da sensibilidade do pesquisador em relação aos estímulos visuais do dia a dia. Isso porque, após alguns dias de rodadas de horas de avaliações das iterações, o pesquisador percebeu uma sensível melhora em sua própria percepção visual. Isso pode sugerir algum tipo de treinamento para estudantes e profissionais, em um formato que pode comparar o desenvolvimento destes ao interagir com uma interface digital.

Os próximos passos dessa investigação visam melhorar o algoritmo de construção das composições; incluir mais imagens na colagem de fotos que alimentam a máquina de Aprendizado Profundo, como imagens de vistas ortogonais; incluir mais estímulos do universo das agências não simbólicas (outras relações da forma e seus significados, estímulos ligados a outros sentidos, bem como estímulos de pregnância prática); incluir esses componentes de análise em sistemas que possuam outras formas de análises, como de conforto térmico, lumínico, estrutural entre outras. Para mais a frente, o futuro da pesquisa pode buscar a compreensão de como a fase de intuição que define as modificações no sistema a cada geração pode ser replicada por técnicas de Aprendizado Profundo.

A contribuição principal aqui foi testar a avaliação de agências não simbólicas dentro de um embasamento teórico e uma estrutura metodológica que situa o seu uso de maneira conectada a prática do Design. Acredita-se que assim, essas ferramentas de análise possam contribuir para o campo não só automatizando um processo, mas principalmente colaborando para um pensamento de Design que se abre para uma colaboração com diversos entes e busca por um resultado indeterminado.

Outra contribuição vem da possibilidade da utilização dessas tecnologias ajudarem na revitalização dos estudos da tridimensionalidade nas disciplinas do campo do Design. No final de sua vida em 1988, professora, Rowena já estava preocupada com o uso do Design Digital em um Campo em que o toque e a visão são vitais. No livro *Elements of Design*, a autora, Gail Greet Hannah afirma que:

O design assistido por computador estava no horizonte no final da vida de Rowena Reed, embora ainda tivesse que transformar a prática de Design da maneira que agora tomamos como garantida. Ela estava especialmente preocupada com o impacto do computador na prática do design tridimensional e alertou contra o uso do computador para fazer coisas que acreditava que apenas o olho e a mão humanos poderiam fazer. Resta agora aos que valorizam sua abordagem à educação em design dar o salto intelectual e conceber novas maneiras de integrar

essas novas oportunidades e novos modos de expressão com o tradicional processo criativo em 2D / 3D. (HANNAH, 2002)

Para essa pesquisa, a inclusão da computação vai trazer vantagens e desvantagens para essa metodologia. Em relação as desvantagens, necessariamente a computação vai implicar na limitação do contato direto com a forma. Entretanto, as vantagens da computação vão possibilitar uma expansão no número e na complexidade das formas trabalhadas e na velocidade das suas gerações e análises.

De qualquer forma, um designer pode sempre trabalhar com modelos físicos em paralelo com os modelos digitais. Fora isso, os recentes avanços da simulação e renderização tridimensional, de prototipagem rápida e de realidade virtual sugerem diversas formas com que designers consigam manter uma relação mais próxima com os modelos digitais, que não se comparam as formas antigas de representação em papel.

8 Conclusão

Uma das funções do Design é transmitir significados e isto acontece de duas maneiras: através das capacidades simbólicas e através das capacidades não simbólicas. Enquanto as capacidades simbólicas são meios reveladores de expressão que operam através de codificações arbitrárias (linguagem); as capacidades não simbólicas são formas menos evidentes de expressão que operam através significados incorporados gerados pela percepção de pregnâncias.

Ambas as formas de expressão não excluem a outra, até porque é impossível separar as duas. Entretanto, um designer pode conscientemente ou inconscientemente priorizar uma delas. Nos últimos trezentos anos, pode-se dizer que o fascínio com as capacidades simbólicas dos seres humanos tem gerado uma rejeição as capacidades humanas não simbólicas e como elas afetam a vida dos seres humanos. Dessa maneira, diferentes áreas do conhecimento, como o Design, vêm priorizando o uso das capacidades simbólicas.

Mais recentemente, na década de 1980, percebe-se uma mudança dessa tendência na academia, que vem buscando formas de se reaproximar com as capacidades não simbólicas. Esse interesse se dá muito em parte devido aos avanços tecnológicos, culturais e sociais que vêm desvendando como essas capacidades funcionam e a sua importância.

Para a teoria Pós-humana Crítica, por exemplo, a capacidade humana não simbólica é o canal por onde os humanos entram em contato mais direto com uma rede dinâmica de trocas afetivas que todo ente mantém com o mundo. Enquanto as capacidades linguísticas envolvem comprimir situações da vida em categorizações, não viver sobre o filtro linguístico, implica em vivenciar toda a complexidade do mundo. Ou seja, a capacidade não simbólica tende a aumentar as possibilidades de se relacionar com outros entes e assim criar novas formas de vivência que não foram exploradas.

Priorizar a expressão de um produto de Design através das capacidades não simbólicas não se resume a incluir estímulos moto-sensoriais na forma de um produto, mas também compreender o que os estímulos significam. Isso pede que o designer tenha que continuamente atentar para cada significado incorporado

que é transmitido nas iterações que surgem ao longo de um processo. Isso difere do trabalho que opera através do uso de códigos pré-determinados que traduzam uma propriedade formal a uma expressão linguística.

Esse trabalho investiga como técnicas de Aprendizado de Profundo podem possibilitar a inclusão de agências humanas não simbólicas em processos de Design Computacional Generativo. Em outras palavras, a pesquisa utiliza essas técnicas para replicar as avaliações de natureza não simbólica de um designer em relação às iterações da forma geradas nesses processos. Especificamente, a ideia é criar máquinas de análises computacionais que consigam captar significados incorporados e suas intensidades.

Para isso, a pesquisa começa apresentando o contexto e o estado da arte das abordagens que utilizam técnicas Aprendizado Profundo no campo do Design. Em seguida são apresentados conhecimentos a respeito da agência não simbólica e o Design segundo a Teoria Pós-humana, a linha Conexionista da neurociência, e a Teoria de Fundamentos do Design. Com esses embasamentos, a pesquisa organiza um conjunto de noções, propõe uma estrutura metodológica conceitual e um experimento prático. As noções são elaboradas através dos conhecimentos coletados nas etapas anteriores. A estrutura metodológica apresenta um contexto projetual para inserir a avaliação das máquinas de Aprendizado Profundo. Já o experimento, verifica a eficácia de uma máquina de Aprendizado Profundo em replicar a avaliação humana sobre um critério que envolve as capacidades humanas não simbólicas.

Nessa conclusão, a pesquisa retoma e discute a hipótese, o objetivo e as questões norteadoras apresentadas; bem como apresenta as contribuições, as limitações e os planos para o prosseguimento da pesquisa.

8.1. Hipótese, objetivo e questões norteadoras

Existem infinitos modos de se desenvolver metodologias de processos de Design a partir da mediação digital e essa pesquisa parte da premissa de que conhecimentos da Teoria Pós-humana, da linha Conexionista da neurociência, e da Teoria de Fundamentos do Design, poderiam trazer contribuições valiosas para processos que visem a inclusão das agências humanas não simbólicas. Nesse sentido, essa seção visa demonstrar como essas áreas do conhecimento contribuíram para verificar essa hipótese. Para atingir esse objetivo, a estratégia será relacionar noções obtidas dessas áreas que influenciaram na elaboração da estrutura metodológica conceitual e do experimento apresentado.

A teoria Pós-humana e suas bases teóricas foram vitais para apresentar aparatos conceituais para se compreender e agir sobre uma forma diferente de ver o mundo que descentraliza o conhecimento da mente humana. Nesse sentido, a contextualização da dinâmica do mundo não-humano; a forma de agir nesse mundo de maneira ativa; e a explicação de como os seres humanos se conectam com o mundo material sem as capacidades simbólicas; foram as contribuições mais importantes dessa área.

Ao explicar como a dinâmica do mundo acontece independentemente dos seres humanos, o Pós-humano contextualiza as capacidades humanas simbólicas junto as suas capacidades não simbólicas e muitas outras exercidas por tudo aquilo que não é humano. Assim, essa visão situa as agências humanas junto a agência de outros entes como animais, vegetais, objetos e entes naturais sem esquecer que mesmo juntos cada ente tem suas capacidades específicas. Isso foi vital para que fosse compreendido o recorte da pesquisa (capacidades não simbólicas) sem desconsiderar outras relações que existem no mundo e por sua vez no Design. Destaca-se aqui a importância dada pela teoria Pós-humana Crítica as capacidades simbólicas de grupos sociais marginalizados, o que talvez não fosse tão explorado por vertentes materialistas realistas mais antigas e as duas ondas Pós-humanas anteriores.

A forma de um indivíduo agir no mundo de uma perspectiva além da mente humana é colocada pela ideia dos três conhecimentos de Espinoza. Segundo essas ideias, a relação com o mundo deve ocorrer através da percepção e da imaginação de estímulos sensoriais-motores, de seus afetos e significados incorporados; através da racionalização sobre as causas e consequência desses encontros; e da intuição que através da percepção afetiva e da racionalização prévia se configura como uma forma de entender o mundo mais complexa e poderosa. Aplicada ao Design essas ideias contribuíram para elaboração de uma estrutura metodológica que mistura três formas de avaliar um projeto, ou seja, do que se percebe na vida e se imagina para o projeto; do que se racionaliza conceitualmente sobre ele e do que se intui ao observar a representação tridimensional.

Entretanto, talvez a contribuição mais importante desse grupo de teorias veio da explicação conceitual acerca da subjetividade não linguística, ou seja, de como as capacidades não simbólicas conseguem transformar encontros materiais ou físicos em significados incorporados. Essa contribuição não só eleva a relevância de se buscar a inclusão dessas capacidades na síntese da forma do

Design, mas também possibilita uma instrumentalização para compreender o significado do ambiente construído e para propor mudanças nele.

A neurociência, em particular a linha da corrente Conexionista juntamente com algumas ideias da linha enativista foram importantes ao darem visões mais técnicas e práticas sobre o que a Teoria Pós-humana coloca sobre as capacidades humanas não simbólica. Nesse sentido, além de darem apoio aos conceitos Pós-humanos, essa área especificamente contribui ao explicar a diversos processos cerebrais ligados ao significado incorporado e a formação da subjetividade de um ser humano.

Hoje a neurociência sustenta ideias que pensadores como Espinoza já haviam descrito há centenas de anos. Nesse sentido, a contribuição delas já começa pelo simples fato delas reforçarem essas ideias que muitas vezes são vistas como metafísicas e esotéricas. Sempre houve, por parte de alguns acadêmicos um certo preconceito acerca das ideias de Espinoza e Deleuze, por exemplo, que as julgam como sendo de natureza esotérica e desconectadas com os problemas do mundo. Apesar desse preconceito, o entendimento do mundo como um continuum vem cada vez mais rompendo a barreira das ciências e hoje o campo das ciências cognitivas já balizam muitas dessas ideias. Por exemplo, o neurobiologista contemporâneo Antonio Damásio observa que Espinoza antecipou os desenvolvimentos atuais da neurociência com o *insight* da transição do poder individual do afeto como um envolvimento interativo de forças que atravessam um indivíduo (DAMASIO, 1999). Da mesma maneira, o trabalho de Deleuze e Guattari é visto como presciente sobre uma série de questões contemporâneas sobre a neurociência na cultura (MURPHIE, 2010).

Os conhecimentos sobre como a capacidade de perceber pregnâncias e seus diversos tipos de simulações que o cérebro consegue executar, bem como a ideia da pregnância contemplativa de Arbib foram valiosas para compreender as possibilidades que as capacidades não simbólicas têm em gerar significados incorporados. Outra noção influente foi a da hapticidade e do sentido geral que foram incorporadas na elaboração da parte da cartografia ou do mapa de mundo que representa a fusão dos estímulos no sentido geral de uma situação. Além disso, a metodologia para o Design proposta por Arbib baseada no funcionamento do cérebro que trabalha intercalando trajetórias de cima para baixo com outras de baixo para cima, foram muito influentes no desenvolvimento da pesquisa e complementaram a ideia dos três conhecimentos de Espinoza. Por fim, talvez a noção mais importante obtida da neurociência tenha sido a explicação do funcionamento da neuroplasticidade. Em especial, destaca-se a noção de como

essa capacidade do cérebro é responsável por grande parte da formação da maneira que os seres humanos pensam e como isso significa que os seres humanos podem moldar ativamente parte de como eles pensam, inclusive ao desenvolver os objetos de Design eles vivem cercados.

Já a teoria dos fundamentos do Design foi essencial para apreender como criar um sistema generativo formal e navegar na complexidade das composições formais através da identificação de afetos. Enquanto a criação envolve a definição de elementos básicos, requisitos, restrições e diferentes fases; a navegação ensina como se criar uma taxonomia de relações formais descritivas própria. Ou seja, ela ensina como identificar comportamentos formais ou relações abstratas da forma que servem para diferenciar e analisar cada composição. Aqui, o termo taxonomia descritivo vem da ideia de que a taxonomia aqui serve apenas para descrever os encontros formais, já que a interpretação desses encontros é algo imanente e deve ser sempre sentido e não pré-determinado. Vale ressaltar que isso não significa que um designer não possa ter algumas preferências formais e noções prévias já bem conhecidas.

Com a hipótese considerada validada, o objetivo da tese também acredita-se ter sido atingido, tendo em vista que ele envolvia a compreensão de como as máquinas de Aprendizado Profundo vão propiciar a inclusão de agências humanas não simbólicas em processos de Design Computacional. A conclusão que se chega é que a compreensão buscada na pesquisa envolvia seis pontos principais:

- A) Compreender a noção de significado incorporado das agências não-simbólicas.
- B) Compreender a relação entre esses significados incorporados e a formação da subjetividade.
- C) Compreender a necessidade de se utilizar a cultura simbólica para estruturar e processos que privilegiem as capacidades não simbólicas.

Compreender o significado incorporado é essencial porque esclarece que as capacidades não simbólicas são responsáveis não só por captar sensações, mas por captar mensagens. Aqui é importante citar que para compreender esse tipo de significação envolve não só ler sobre ele, mas senti-lo na prática, atentar para como eles conceitos acontecem na vida. Nesse sentido, a Teoria de Fundamentos do Design se apresenta como um meio essencial para esse fim no campo do Design.

A compreensão sobre o papel dos significados incorporados na formação da subjetividade também se refere a ênfase que tem que ser dada a importância das capacidades não simbólicas. Nesse caso ela se refere a como as capacidades não simbólicas são responsáveis pela forma como pensamos. Sem essa noção, essas capacidades apenas são utilizadas para fins menos importantes e não atualizam todo o seu potencial.

Já a questão da utilização das capacidades simbólicas sinaliza que elas são essenciais para sistematizar a exploração, para conceitualizar um primeiro modelo racional, e para alimentar a capacidade intuitiva, que como foi visto aqui, através da noção do terceiro conhecimento de Espinoza, precisa de alimentar de encontros afetivos (primeiro conhecimento) e de racionalizações (segundo conhecimento).

Essa seção visa responder as seguintes perguntas norteadoras elaboradas no início da pesquisa:

- A) Quais e como embasamentos teóricos do Design e de outras áreas podem informar os processos de design que visam incluir essas demandas não simbólicas computacionalmente?
- B) Como o papel do designer vai ser modificado com a facilitação da inclusão de mais demandas no processo de Design?
- C) E qual o impacto da inclusão das demandas não simbólicas humanas na produção do Design?

A primeira pergunta acabou sendo respondida na seção destinada a hipótese apresentada anteriormente e assim essa seção começou respondendo a segunda pergunta. Essa pesquisa acredita na tendência do papel do designer ser fortemente impactado pelas tecnologias de Aprendizado Profundo. Isso é claro não vai ser uma transformação do dia para a noite, mas no futuro quando a profecia de DeLanda de que todo designer será um programador computacional, se concretizar, a prática do Design será outra. Para justificar esse posicionamento, será proposta uma argumentação que visa estender a colocação de Leach sobre esse tema.

Segundo Neil Leach, que hoje é provavelmente o pesquisador teórico mais importante do campo do Design que aborda o tema da IA, a utilização de máquinas de Aprendizado Profundo no Design irá “alterar o centro da criatividade no processo de Design para a definição das restrições que geram a gama de soluções possíveis para um problema, e no desenvolvimento de um método eficaz

de filtragem ou de avaliação” (LEACH, 2018). Continuando, ele coloca que o pensamento da prática não será mais sobre o designer “inventando” algumas novas propostas ou desenhando sobre seu “gênio”, mas sim de selecionar a melhor solução de uma gama de opções possíveis existentes (LEACH, 2018). Assim, ele defende que inserido a processos computacionais generativos, as máquinas de Aprendizado Profundo vão mudar a ênfase da "criatividade" do designer para o rigor da estruturação projetual, o que desafiará toda a noção de "gênio criativo" (LEACH, 2021).

A atual noção do gênio autoral é muito presente no imaginário social e na categoria profissional do Design como um todo e consiste na ideia de que algumas pessoas nascem com dons especiais para determinadas práticas. No campo do Design, onde as disciplinas operam através de imagens, essa noção se infiltra mais facilmente do que nas demais áreas.

A origem desse mito é, muitas vezes, apontada há um período anterior à Antiguidade Clássica. Desde então, ele vem sendo transmitido por instituições como a igreja católica e as monarquias absolutistas até se infiltrar no campo da Arte no Renascimento e em categorias de artesões. A causa da longevidade dessa noção não foi acidental, tendo um papel instrumental na manutenção do poder na sociedade. A dinâmica comercial renascentista, por exemplo, já era muito competitiva. Por isso, o nível hierárquico da noção de gênio foi utilizado para se sobressair aos demais artistas e artesões.

Com o surgimento da chamada profissão do Desenhista Industrial no século XVIII, a noção do gênio artístico começou a ser transmitida para essa prática profissional. A princípio, a noção da genialidade pode até parecer inofensiva para o campo do Design, todavia, ela provoca diversos tipos de danos. Um deles é a rejeição que ela implica na agência de outros entes, com exceção do designer, na síntese da forma de um projeto. Fora isso, o dano dessa noção se estende ao desconhecimento da profissão pela sociedade, pelos próprios profissionais e estudantes; ao preconceito da sociedade em relação a essa categoria, vista como randômica e desconectada com o mundo.

Voltando para o ponto levantado por Leach e levando em consideração toda a expansão e complexidade que as ferramentas de IA implicam, demonstradas ao longo dessa pesquisa, se conclui que o papel do designer tem grandes chances de se transformar em um orquestrador de sistemas. Entretanto para isso, é preciso que os designers utilizem essas ferramentas de IA ancoradas a diferentes fontes de conhecimento que os ajudem a operar essas tecnologias de maneira eficaz.

Em suma, pode-se dizer que a utilização desses sistemas de maneira estruturada no Design é oposta a um processo baseado pela noção de gênio. Isso porque, dessa maneira, o designer e qualquer outro interessado pode compreender de maneira clara e objetiva um método que enriquece o processo e a produção do Design ao integrar diversos agentes com tipos e intensidades de capacidades distintas em processos extremamente complexos. Ou seja, a prática do Design tende a perder o seu caráter individualista autoral baseada em uma criatividade genial imposta e passa a ser compreendida como um sistema complexo que envolve o equilíbrio de muitas forças para atender um número maior de demandas.

Já em relação a terceira pergunta, que indaga sobre a relevância da inclusão das agências humanas não simbólicas no Design, conclui-se que existem diversas maneiras que essa inclusão pode ser benéfica, que vão desde a melhora da qualidade de vida até a mudança da forma de pensar da sociedade.

A melhora da qualidade de vida das pessoas pode ser buscada simplesmente através da aplicação dos conhecimentos sobre as capacidades não simbólicas nos artefatos e ambientes que cercam a humanidade. Assim, de maneira bem direta pode-se chegar a resultados como a redução do estresse, redução de doenças crônicas ligadas ao estresse, aumento da acuidade mental, aumento da cognição, produtividade prolongada do trabalhador, resposta espiritual e emocional aprimorada, episódios reduzidos de depressão e até mesmo aumento da longevidade (ARBIB, 2021).

Outra relevância envolve o aumento da criatividade e da inovação que processos operados através dessas capacidades trazem para a criação. A tendência de fazer tudo apenas seguindo modelos linguísticos pré-determinados traz o risco de se produzir um design não só desconectado da realidade, mas também sem inovação e criatividade. Isso porque, quando essa tendência incide sobre qualquer prática, existe uma certa acomodação sobre um conjunto de modelos e normas que não consegue ser criativo o suficiente para modificar o conceito de um design.

Além disso, incluir mais estímulos não simbólicos no Design atende a uma carência biológica da espécie humana. Como qualquer animal, os seres humanos essencialmente são programados para buscar a sobrevivência. Eles são instintivamente orientados a interagir com o mundo e descobrir novos significados incorporados, já que isso é um meio de aumentar a sua chance de sobrevivência. É através desses encontros com o meio que o indivíduo completa e estrutura as suas conexões cerebrais. Ou seja, quanto mais ele se conecta com o seu meio,

mais ele expande o seu conhecimento e se adapta (“*fitness*”) ao seu meio (MALLGRAVE, 2010). Nesse sentido, no mundo de hoje, onde a hegemonia da capacidade simbólica no Design limita os encontros possíveis do mundo construído a repetições de fórmulas, a humanidade perde a oportunidade de expandir as suas conexões cerebrais.

Para essa pesquisa, qualquer Design que proporcione uma nova experiência é relevante para expandir as conexões do cérebro. Os seres humanos viveram milhares de anos vivendo como nômades junto a natureza. Isso significa que a espécie evoluiu interagindo com cenários e situações diferentes. É claro que o nomadismo territorial é muito benéfico, mas isso não significa que a humanidade tenha que se estagnar em todos os aspectos da vida. Como foi mencionado, é um instinto do animal humano explorar novas situações. Sem isso o animal atrofia suas capacidades cerebrais. Nesse sentido, mesmo que uma nova experiência não seja a princípio a mais eficiente ou lucrativa, o Design deve instigar essa constante experimentação.

Talvez o maior benefício dessa inclusão seja a possibilidade dela transformar o mundo para melhor. Como foi visto, para o Design, a noção de que todos os entes são formados por um contínuo com o mundo, implica na ideia de que o ambiente construído pode ser transformado para “reformatar” a subjetividade humana ao transmitir novas expressões alinhadas a realidade que se vive. Por sua vez, essas expressões são em grande parte captadas pelas capacidades não simbólicas. Assim, incluir as agências não simbólicas de forma atenta e com um objetivo transformador passa a ser o papel do designer, que se torna o retransmissor de expressões ao assumir a responsabilidade analítica e pragmática pela produção não apenas de artefatos, mas da própria subjetivação que estes causam (RADMAN, 2018). Assim, sobre esse entendimento, a síntese material pode planejar encontros catalisados por um design para expressar significados que colaborem com esse próprio entendimento, como a empatia e a inclusão. Por sua vez, caso essa expressão ocorra, ela pode adentrar um conteúdo e modificar a subjetividade de alguma coisa ou alguém (MASSUMI, 2002a). Portanto, como Kwinter, coloca, “se pensar diferentemente, temos que sentir de forma diferente, então o Design do ambiente construído não tem outro propósito, mas para nos transformar” (KWINTER, 2014).

Isso pode parecer óbvio, mas é importante imaginar que o objetivo dessa linha de pensamento deve ser empregado em sistemas complexos que envolvam entes de diversas modalidades e capacidades e que gerem comportamentos e

expressões novas. Nesse sentido, essa transformação de mundo envolve conceber um novo ecossistema mais conectado, heterárquico e sustentável.

Por fim, outro benefício que foi percebido mais tarde na pesquisa se refere ao autoconhecimento que a valorização das capacidades não simbólicas propicia. Para o designer envolvido com esse tipo de capacidade e também para o sujeito que interage com um objeto que a estimula, a relevância da inclusão das agências humanas não simbólicas remetem a uma questão que se estende além do domínio do Design como disciplina. Isso porque, compreender, experimentar e vivenciar a capacidade humana não simbólica é uma forma de entender a própria identidade e como ela é formada pelas relações de materialidade. Nesse sentido, Picon coloca que o Design é como uma forma de entender como a matéria e os materiais, bem como as coisas e objetos que deles são feitos são efetivamente constitutivos do ser humano, além de “atuar como um lembrete constante dos limites da linguagem e do poder das coisas” (PICON, 2021). Nesse sentido, atentar para essas capacidades significa se desprender de um superego e dos limites das noções simbólicas arbitrárias. Além disso, significa viver e se enxergar em um mundo que, por mais complexo que seja, ressoa com o que se sente nas mais profundas camadas da existência humana.

8.2. Contribuições

Através da pesquisa bibliográfica sobre o estado da arte, esse trabalho constatou que, até onde se sabe, não há nenhum trabalho publicado que aborde de maneira consistente a utilização de técnicas de Aprendizado Profundo e a inclusão de agências humanas não simbólicas no Design. Isso corrobora com ideia de que as pesquisas sobre a aplicação dessas técnicas no Design apresentam problemas relacionados a réplica de métodos de outras áreas de maneira isolada sem considerar as particularidades dos processos de Design. Isso não significa que não existam publicações de diversas qualidades, entretanto nenhuma apresenta um conjunto de conhecimentos necessários para uma compreensão e operação aprofundada sobre o tema.

Para o campo do Design Digital acredita-se que a pesquisa contribui com um direcionamento, em um momento de muitas transformações. Transformações essas marcadas pela inserção das técnicas de Aprendizado Profundo e da mudança de atitude do campo que cada vez mais se preocupa com o impacto que a sua produção pode causar na sociedade. Desse enquadramento, a pesquisa entrelaça dois temas atuais e significativos, e contribui organizando

conhecimentos que preparam os designers para as transformações que a incorporação da Inteligência Artificial vem causando; ao mesmo tempo que se insere nos esforços para reforçar que o Design seja um instrumento de transformação da sociedade. Em particular, a pesquisa ressalta a importância de direcionar o campo para um entendimento mais conectado com a realidade e empático, através da inclusão de agências não simbólicas na produção do Design.

A pesquisa organizou o que seriam esses conhecimentos necessários para essa compreensão em duas partes: a teórica e a prática ou experimental. A parte teórica consiste nos conhecimentos ligados ao entendimento sobre o que são; como funcionam; como elas podem ser incluídas na síntese da forma; e qual as implicações dessa inclusão no Design. A parte prática, organiza esses conhecimentos e através deles elabora uma estrutura metodológica conceitual e verifica a precisão das técnicas de Aprendizado Profundo levando em conta essa estrutura.

Do ponto de vista social, esse trabalho contribui com a discussão acerca do impacto da produção do Design na sociedade. No mundo de hoje, em que cada vez mais a relação com o mundo material é substituída por crenças muitas vezes com intuítos escusos, essa contribuição se faz não só relevante, mas urgente. No Brasil, onde a polarização de crenças vem partindo o país em dois, o Design, como índice de uma sociedade, pode contribuir para uma sociedade menos manipulável ao se conectar com afetos e não mitologias. Juntamente a essas discussões, o que se espera desse trabalho é que ele de alguma maneira contribua para a geração de uma produção de Design mais criativa, inovadora e ética.

8.3. Limitações

Embora se acredite ter alcançado um bom ponto de conhecimento, o tempo foi o maior limitante para essa pesquisa. Isso principalmente no que se refere ao impedimento de que mais experimentos fossem executados. Essa limitação impactou especialmente a criação de mais critérios de análise ligados a percepção de pregnâncias práticas, do uso de equipamentos de medição, bem como de elaborar um experimento com caráter mais realista.

Outra limitação veio da impossibilidade de utilizar equipamentos da Universidade devido a pandemia do Corona Vírus. Especificamente, era previsto a utilização de recursos disponíveis nos laboratórios da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, como os sensores de rastreamento ocular (eye

tracking); de expressões faciais; de ondas cerebrais; além das as impressoras 3D e dos computadores para rodar o processamento computacional.

Finalmente, é importante citar que por tratar de um tema muito recente, especialmente para o campo do Design, se percebeu uma grande dificuldade em encontrar publicações sobre as técnicas de Aprendizado Profundo. Nesse sentido, muitas publicações utilizadas aqui, são muito recentes como pode ser observado na bibliografia desse documento.

8.4. Sugestões para pesquisas futuras

Para o futuro dessa pesquisa, se pretende dar continuidade as experimentações sempre focando em aumentar a complexidade dos experimentos na direção de casos mais reais. Ou seja, que simulem situações mais semelhantes a prática. Isso significa expandir as formas de agenciamento e as técnicas de Aprendizado Profundo e de medição por sensores.

Apesar dessa pesquisa ter mencionado essas possibilidades, integrar todos esses tópicos em um processo é uma tarefa árdua devido a abrangência do escopo. De certa maneira, cada tópico desses pode ser considerado como um tema suficiente para uma pesquisa. Assim, esses tópicos poderiam ser aprofundados e expandidos individualmente em diferentes pesquisas para que formem uma rede de colaboração entre pesquisadores, onde cada um contribuísse com um tipo de agência ou um tipo de forma de medição por exemplo.

Outro desdobramento pode ser incluir outras técnicas de Aprendizado Profundo como o *Style gan* e o *Cycle gan* para juntar a criação de formas que essas técnicas possibilitam com as técnicas de desenvolvimento de componentes de análises que foram trabalhadas aqui. Essa ideia foi explícita no artigo Aprendizado Profundo como abordagem heurística para geração de conceitos arquitetônicos ("*Deep Learning as heuristic approach for architectural concept Generation*") (BOLOJAN; VERMISSO, 2020) que de maneira inversa a essa pesquisa, trabalha com técnicas de Aprendizado Profundo na síntese de imagens e expressa a intenção de utilizar técnicas de análise.

9 Bibliografia

AHLQUIST, S. **Expanding the Systemic Agency of a Material System**. Acadia 2019. **Anais...**Austin: ACADIA, 2019.

AHLQUIST, S. Negotiating human engagement and the fixity of computational Design. **International Journal of Architectural Computing**, 2020a.

AHLQUIST, S. Reciprocal Relationships of Materiality and Human Engagement. Em: **Paradigms of Performativity in Design and Architecture**. New York: Routledge, 2020b.

AHMED, E. H.; MOUSTAFA, M. House price estimation from visual and textual features. **IJCCI 2016 - Proceedings of the 8th International Joint Conference on Computational Intelligence**, v. 3, p. 62–68, 2016.

AKNER-KOLER, CHERYL. **Form and formlessness: Questioning aesthetic abstractions through art projects, cross-disciplinary studies and product design education**. Riga: Axl Books, 2007.

ALEXANDER, C. Systems generating systems. **Architectural Design** , v. 38, 1968.

ALMEIDA, L. P. **Dobras Deleuzianas, Desdobramentos de Lina Bo Bardi**. Disponível em: <<https://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/13.146/4422>>. Acesso em: 25 jun. 2020.

ALVES, G. M. **Cibersemiótica e processos de projeto: Metodologia e Revisão**. São Carlos: Universidade de São Paulo, 2014.

ANDRASEK, A. **High resolution fabric of architecture**. Melbourne: RMIT University, 2018.

ANDRASEK, A. In Search of the Unseen: Towards Superhuman Intuition. **Architectural Design**, 2019.

ARBIB, M. A. **When brains meet buildings : a conversation between neuroscience and architecture**. New York: Oxford University Press , 2021.

ARMSTRONG, R. **Experimental architecture: designing the unknown**. London: Routledge, 2020.

- ARPAK, A. **Seeing as aesthetic experience and creative action: visual practices with shape grammars in design education**. Cambridge: MIT, 2008.
- BACHELARD, G. **A Poética Do Espaço**. São Paulo: Martins Fontes, 1996.
- BARAD, K. Posthumanist performativity: Toward an understanding of how matter comes to matter. **Signs**, v. 28, n. 3, p. 801–831, 19 jul. 2003.
- BEDFORD, J.; HARMAN, G. **Is there an object oriented architecture? : engaging Graham Harman**. Kindle ed. London: Bloomsbury Academic, 2020.
- BELÉM, C.; SANTOS, L.; LEITÃO, A. On the Impact of Machine Learning Architecture without Architects? **CAADFutures**, 2019.
- BENNETT, J. **Vibrant Matter: A Political Ecology of Things**. Durham: Duke University Press, 2010.
- BERNHARD, M.; SMIGIELSKA, M.; DILLENBURGER, B. Augmented intuition: Encoding ideas, matter, and why it matters. **The Routledge Companion to Artificial Intelligence in Architecture**, p. 405–419, 18 mar. 2021.
- BODEN, M. **Artificial Intelligence**. Brighton: Academic Press, 1996.
- BOLOJAN, D.; VERMISSO, E. **Deep Learning as heuristic approach for architectural concept generation**. ICCA'20. **Anais...2020**. . Acesso em: 20 set. 2021
- BRAIDOTTI, R. **The Posthuman**. Cambridge: Polity, 2013.
- BRAIDOTTI, R. Posthuman critical theory. **Critical Posthumanism and Planetary Futures**, p. 13–32, 1 jan. 2016.
- BRAIDOTTI, R. **Posthuman Knowledge**. Medford: Polity Books, 2019.
- BRAIDOTTI, R.; HLAVAJOVA, M. **Posthuman Glossary**. London: Bloomsbury Academic, 2018.
- BROTT, S. **Architecture for a Free Subjectivity: Deleuze and Guattari at the Horizon of the Real**. London: Routledge, 2016.
- BROWN, N. **Early building design using multi-objective data approaches**. Cambridge: MIT, 2019.
- BUNGE, M. **Causality and Modern Science**. New York: Dover, 1979.
- CAETANO, I.; LEITÃO, A. Architecture meets computation: an overview of the evolution of computational design approaches in architecture. **Architectural Science Review**, 3 mar. 2020.
- CAETANO, I.; SANTOS, L.; LEITÃO, A. Computational design in architecture: Defining parametric, generative, and algorithmic design. **Frontiers of Architectural Research**, v. 9, n. 2, 2020.
- CAMERON, J. **Avatar**, 2009. Disponível em: <<https://www.imdb.com/title/tt0499549/>>. Acesso em: 10 nov. 2021

CANTRELL, B.; ZHANG, Z.; LIU, X. Artificial intelligence and machine learning in landscape architecture. **The Routledge Companion to Artificial Intelligence in Architecture**, p. 232–247, 18 mar. 2021.

CARPO, M. **The Second Digital Turn: Design Beyond Intelligence**. Cambridge: MIT Press, 2017.

CHAILLOU, S. **AI + Architecture**. Cambridge: Harvard, 2019.

CHING, F. D. K. **Arquitetura: Forma, Espaço e Ordem**. 3. ed ed. Rio de Janeiro: Bookman, 2013.

COLEBROOK, C. **Understanding Deleuze**. London: Routledge, 2020.

CROSS, N. A History of Design Methodology. **Design Methodology and Relationships with Science**, p. 15–27, 1993.

DAMASIO, A. R. **The Feeling of What Happens: Body and Emotion in the Making of Consciousness**. San Diego: Harcourt, 1999.

DAVIS, D. **Modelled on Software Engineering: Flexible Parametric Models in the Practice of Architecture**. Melbourne: RMIT, 2013a.

DAVIS, D. Modelled on software engineering: flexible parametric models in the practice of architecture. 2013b.

DE BOTTON, A. **A arquitetura da felicidade**. Rio de Janeiro: Rocco, 2007.

DELANDA, M. Deleuze and the use of genetic algorithm in Architecture. **Architectural Design**, 2002.

DELANDA, M. **The use of genetic algorithms in art**. Proceedings of the 32nd Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture. **Anais...2012**. Disponível em: <http://papers.cumincad.org/data/works/att/acadia12_25.content.pdf>. Acesso em: 22 out. 2021

DELANDA, M. Causality and Meaning in the New Materialism. Em: **Architectural Materialisms: Nonhuman Creativity (New Materialisms)**. Edição do Kindle ed. Edinburgh: Edinburgh University Press, 2019.

DELANDA, M. **Materialist Phenomenology: A Philosophy of Perception**. London: Bloomsbury Academic, 2021.

DELEUZE, G. **Le Pli: Leibnitz et le Baroque**. Paris: Editions de Minuit, 1988.

DELEUZE, G. Three kinds of knowledge trans. J. Rubin. **Warwick Journal of philosophy**, 2003.

DELEUZE, G. **Francis Bacon: The Logic of Sensation**. London: Bloomsbury Academic, 2017.

DELEUZE, G.; FOUCAULT, M. **Intellectuals and Power**. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1972.

DELEUZE, G.; GUATTARI, F. **A thousand plateaus : capitalism and schizophrenia**. [s.l.] Bloomsbury Academic, 2013.

DENNETT, D. C. **Darwin's dangerous idea : evolution and the meanings of life**. New York: Simon & Schuster, 2014.

DEWEY, J. **Experience and Nature**. New York: Mccutchen Press, 2011.

DIXON, D.; HAWKINS, H.; STRAUGHAN, E. Of human birds and living rocks. **Dialogues in Human Geography**, v. 2, n. 3, p. 249–270, 23 nov. 2012.

DOLPHIJN, R.; TUIN, I. VAN DER. Interview with Karen Barad. Em: DOLPHIJN, R.; TUIN, I. VAN DER (Eds.). **New Materialism: Interviews & Cartographies**. Ann Arbor: Michigan Publishing, 2012. p. 48–70.

DOUCET, I.; CUPERS, K. Agency in Architecture: Reframing Criticality in Theory and Practice. **FOOTPRINT**, p. 1–6, 1 jan. 2009.

DOVEY, K. **Becoming Places: Urbanism / Architecture / Identity / Power**. Kindle edition ed. New York: Routledge, 2015.

EBERHARD, J. P. **Brain landscape : the coexistence of neuroscience and architecture**. Oxford: Oxford University Press, 2008.

FERRANDO, F. **Philosophical Posthumanism** . London: Bloomsbury Publishing, 2019.

FIGUEIREDO, L. C. M.; DE SANTI, P. L. R. A experiência da subjetividade privatizada. Em: **Psicologia: uma (nova) Introdução** . São Paulo: Educ, 1997.

FISCHER, T.; HERR, C. M. Teaching Generative Design. **Proceedings of the 4th International Conference on Generative Art**, 2001.

FITZGERALD, N. **A Battle Over the Ghosts of Bauhaus** . Disponível em: <<https://www.nytimes.com/2002/01/15/style/IHT-a-battle-over-the-ghosts-of-bauhaus.html>>. Acesso em: 4 maio. 2022.

FREEDBERG, D.; GALLESE, V. Motion, emotion and empathy in esthetic experience. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 11, n. 5, p. 197–203, maio 2007.

FRICHOT, H. **Creative ecologies : theorizing the practice of architecture**. Londono: Bloomsbury, 2018.

FRICHOT, H.; LOO, S. The Exhaustive and the Exhausted . Em: **Deleuze and Architecture** . Kindle Version ed. Edinburgh: Edinburgh University Press, 2013.

GAGE, M. F. A Hospice for Parametricism. **Architectural Design**, v. 86, n. 2, p. 128–133, mar. 2016.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIBSON, J. J. **The Ecological Approach to Visual Perception: Classic Edition**. Boston: Houghton Mifflin, 1979.

GLAESER, L. **The Work of Otto Frei**. [s.l.] Museum of Modern Art, 1972.

GOLAŃSKA, D. **Affective Connections: Towards a New Materialist Politics of Sympathy**. Kindle Ver ed. Lanham: Rowman & Littlefield International, 2017.

GOODFELLOW, I. et al. Generative Adversarial Nets. **Proceedings of the International Conference on Neural Information Processing Systems**, 2014.

GORNY, R. A. Reclaiming What Architecture Does: Toward an Ethology and Transformative Ethics of Material Arrangements. **Architectural Theory Review**, v. 22, n. 2, p. 188–209, 4 maio 2018.

GRIFFERO, T. **Places, affordances, atmospheres a pathic aesthetics**. London: Routledge & Sons, 2021.

GUATTARI, F. **Caosmose: um Novo Paradigma Estético**. [s.l.] 34, 2012.

GUN, O. Y. **A Place for Computing Visual Meaning: The Broadened Drawing-Scape**. Cambridge: MIT, 2016.

GÜRSOY, B.; ÖZKAR, M. Visualizing making: Shapes, materials, and actions. **Design Studies**, v. 41, p. 29–50, 1 nov. 2015.

HADDAD, E. Christian Norberg-Schulz's Phenomenological Project In Architecture. **Architectural Theory Review**, v. 15, n. 1, p. 88–101, 2010.

HALL, D. E. **Subjectivity (The New Critical Idiom)**. Londres: Routledge, 2004.

HANNAH, G. G. **Elements of Design**. New York: Princeton Architecture Press, 2002.

HARDING, J. **Meta-Parametric Design Doctor of Engineering**. [s.l.: s.n.].

HARMAN, G. The Return of Beauty: Driving a Wedge Between Objects and Qualities. **Architectural Design**, v. 89, n. 5, p. 26–29, 5 set. 2019.

HARRISON, A. L. **Architectural Theories of the Environment: Posthuman Territory**. New York: Taylor and Francis, 2013.

HAYLES, N. K. **How We Became Posthuman: Virtual Bodies in Cybernetics, Literature, and Informatics**. Kindle Edition ed. [s.l.: s.n.].

HAYMAKER, J.; B. M.; M. M. T.; O. V.; S. A.; R. R.; C. C.; S. A.; B. J.; D. L.; H. H.; E. P.; W. B. Design space construction: A framework to support collaborative, parametric decision making. **Journal of Information Technology in Construction**, p. 157–178, 2018.

HICKEY-MOODY, A.; MALINS, P. Introduction: Gilles Deleuze and four movements in social thought. Em: **Deleuzian Encounters: Studies in Contemporary Social Issues**. London: Palgrave Macmillan, 2008.

HIRD, M. J. Feminist matters: New Materialist Considerations of Sexual Difference. **Feminist Theory**, v. 5, n. 2, p. 223–232, 2004.

IBAÑEZ, M. Poetics of Design Beyond Intelligences: The Meaning of Embodied Aesthetics and Simulation of Mood in Performative Design and Architecture: Poetics of Design: A House Is a Tree Is an Insect Is a Computer Is a Human. **The Routledge Companion to Paradigms of Performativity in Design and Architecture**, p. 94–102, 21 jan. 2019.

INGRAHAM, C. **Architecture, Animal, Human: The Asymmetrical Condition**. Taylor & Francis ed. New York: [s.n.].

JOHNSON, M. L. The Embodied Meaning of Architecture. Em: **Mind in Architecture**. Cambridge: The MIT Press, 2015.

JOYCE, S. C. AI as a collaborator in the early stage of the design. Em: **The Routledge Companion to Artificial Intelligence in Architecture**. New York: Routledge, 2021. p. 130–159.

KANAANI, M. Paradigms of Performativity, as a Journey as Destination in Today's Design-Thinking. Em: **The Routledge Companion to Paradigms of Performativity in Design and Architecture: Using Time to Craft an Enduring, Resilient and Relevant Architecture**. New York: Taylor and Francis, 2020. p. 1–538.

KELLEHER, J. D. **Deep Learning** . Cambridge: MIT Press, 2019.

KIM, S. Design Methodology or Mythology. Em: **Paradigms in computing : making, machines, and models for design agency in architecture**. [s.l: s.n.]. p. 400.

KIZILCAN, E. B. Collaboration of Visual Intelligence Between Human and Machinic Actors in Design Processes. **Advances in Science, Technology and Innovation**, p. 305–313, 2021.

KNAPPETT, C. **Thinking Through Material Culture** . Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 2005.

KNIGHT, T. W. Languages of designs: from known to new. **Environment and Planning B: Planning and Design**, v. 8, n. 2, p. 213–238, 1981.

KODALAK, G. Affective Aesthetics beneath Art and Architecture: Deleuze, Francis Bacon and Vogelkop Bowerbirds. **Deleuze and Guattari Studies**, v. 12, n. 3, p. 402–427, 1 ago. 2018.

KODALAK, G. **Spinoza and Architecture**. Ithaca: Cornell University, 2020a.

KODALAK, G. Spinoza and Architecture: the air of the future. **Log**, p. 123–146, 2020b.

KODALAK, G. Architectures of Life and Death: The Eco-Aesthetics of the Built Environment . Em: **Architectures of Life and Death: The Eco-Aesthetics of the Built Environment**. Lanham: ROWMAN & LITTLEFIELD , 2021.

KWINTER, S. Mood River . Em: [s.l.] Wexner Center for the Arts , 2002.

KWINTER, S. The Computational Fallacy. Em: **Computational Design Thinking**. London: John Wiley & Sons, 2011.

KWINTER, S. Neuroecology: Notes Toward a Synthesis . Em: **The Psychopathologies of Cognitive Capitalism: Part Two**. Berlin: Archive Books, 2014. p. 313–333.

KWINTER, S. Reality: Virtual, Augmented, Transpersonal. **Log**, v. 52, 2021.

LACOMBE, O. DE L. M. **Diagramas digitais: pensamento e gênese da arquitetura mediada por tecnologias numéricas**. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2006.

LAMBERT, L. **# ARAKAWA/GINS /// Towards an Architecture that Does Not Know What a Body Is | The Funambulist**. Disponível em: <<https://thefunambulistdotnet.wordpress.com/2014/11/03/arakawagins-towards-an-architecture-that-does-not-know-what-a-body-is/>>. Acesso em: 31 maio. 2022.

LEACH, N. **New Materialism**. 2009. . Acesso em: 21 nov. 2019

LEACH, N. **Digital Tool Thinking: Object-Oriented Ontology versus New Materialism**. 2016. Disponível em: <http://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/paper/acadia16_344>. Acesso em: 23 nov. 2019

LEACH, N. Design in the Age of Artificial Intelligence. **Landscape Architecture Frontiers**, v. 6, n. 2, p. 8–19, 26 jun. 2018.

LEACH, N. **The AI design revolution : architecture in the age of artificial intelligence**. London: Bloomsbury, 2021.

LEACH, N. **Architecture in the age of artificial intelligence : an introduction to AI for architects**. London: Bloomsbury, 2022.

LILLYWHIE, A. Relational Matters. **Chiasma**, n. 4, p. 13–39, 2017.

LLACH, D. C. Sculpting spaces of possibility: Brief history and prospects of artificial intelligence in design. Em: **The Routledge Companion to Artificial Intelligence in Architecture**. New York: Routledge, 2021. p. 13–28.

LOGAN, L. **19 Memorable Design Moments in 2019** . Disponível em: <<https://www.1stdibs.com/introspective-magazine/2019-design-moments/>>. Acesso em: 6 jun. 2022.

- LORD, B. Spinoza and architectural thinking. **Intellectual History Review**, v. 30, n. 3, 2020.
- LUKKA, K. **The Constructive Research Approach**. Turku: Turku School of Economics and Business Administration, 2003.
- LUPTON, E.; PHILLIPS, J. C. **Graphic design : the new basics**. [s.l.] Princeton Edition Press, 2008.
- LYNN, G. Folding in Architecture . **Architectural Design** , 1993.
- MACKAY, R. Immaterials, Exhibition, Acceleration. Em: **0 Years after Les Immatériaux: Art, Science, Theory**. Milton Keynes: Meson Press, 2015.
- MAHER, M. LOU; POON, J. Modeling Design Exploration as Co-Evolution. **Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering**, v. 11, n. 3, p. 195–209, 1 maio 1996.
- MALAFOURIS, L. At the Potter's Wheel: An Argument for Material Agency. Em: **Material Agency**. [s.l.] Springer US, 2008. p. 19–36.
- MALLGRAVE, H. F. **The Architect's Brain: Neuroscience, Creativity, and Architecture** . West Sussex: Willey-Blackwell, 2010.
- MALLGRAVE, H. F. **Architecture and Embodiment: The Implications of the New Sciences and Humanities for Design** . New York: Routledge, 2013a.
- MALLGRAVE, H. F. **From Object to Experience: The New Culture of Architectural Design**. London: Bloomsbury Visual Arts, 2018.
- MALLGRAVE, H. FRANCIS. **Architecture and Embodiment: the Implications of the New Sciences and Humanities for Design**. New York: Routledge, 2013b.
- MARENKO, B.; BRASSETT, J. Introduction: Deleuze and design. Em: **Deleuze and Design (Deleuze Connections)**. Edinburgh : Edinburgh University Press, 2015. p. 256.
- MARR, D. **Vision: A Computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information** . Cambridge: The MIT Press, 2010.
- MARTINO, J. A. DE. **Algoritmos evolutivos como método para desenvolvim... - BV FAPESP**. Campinas: [s.n.].
- MASSUMI, B. Translator's Foreword: Pleasures of Philosophy. Em: **A Thousand Plateaus**. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1987. p. IX–XV.
- MASSUMI, B. Like a Thought. Em: **A Shock to Thought: Expression After Deleuze and Guattari** . [s.l: s.n.].
- MASSUMI, B. **A Shock to Thought: Expression After Deleuze and Guattari**. Londres: Routledge, 2002b.

MCCORMACK, J.; LOMAS, A. Deep learning of individual aesthetics. **Neural Computing and Applications 2020 33:1**, v. 33, n. 1, p. 3–17, 2 out. 2020.

MENGES, A. Integral formation and materialisation computational form and material gestalt. Em: [s.l.] John Wiley & Sons, 2011. p. 198–210.

MENGES, A. Fusing the Computational and the Physical: Towards a Novel Material Culture. **Architectural Design**, v. 85, n. 5, p. 8–15, set. 2015.

MENGES, A. Computational Material Cultures. Em: **Humanizing Digital Reality**. [s.l.] Springer Singapore, 2018. p. 5–11.

MENGES, ACHIM.; AHLQUIST, SEAN. Introduction Computational design thinking. Em: [s.l.] John Wiley & Sons, 2011a. p. 224.

MENGES, ACHIM.; AHLQUIST, SEAN. **Computational design thinking**. [s.l.] John Wiley & Sons, 2011b.

MENNAN, Z. Mind the Gap: Reconciling Formalism and Intuitionism in Computational Design Research. **FOOTPRINT**, p. 33–42, 6 nov. 2014.

MITCHELL, M. **Artificial intelligence : a guide for thinking humans**. New York: Farrar, Straus and Giroux , 2019.

MITCHELL, W. J. **Computer aided architectural design**. New York: Van Nostran Reinhold, 1975.

MITROVIĆ, B. **Visuality for Architects: Architectural Creativity and Modern Theories of Perception and Imagination**. [s.l.: s.n.].

MITROVIĆ, B. Visuality and Aesthetic Formalism. **The British Journal of Aesthetics**, v. 58, n. 2, p. 147–163, 16 maio 2018.

MONDAL, J. Differences between Architects' and Non-architects' Visual Perception of Originality of Tower Typology - Quantification of subjective evaluation using Deep Learning. **Towards a new, configurable architecture - Proceedings of the 39th eCAADe Conference** , 2021.

MUN, K. Design Sensibilities: Intangible and Qualitative Design Factors in Performative Design: Enactive Experience in the (Neuro)science of Form. **The Routledge Companion to Paradigms of Performativity in Design and Architecture**, 2019.

MURPHIE, A. Deleuze Guattari and Neuroscience. Em: **Deleuze, Science and the Force of the Virtual**. Minneapolis: Minnesota Press, 2010. p. 330–367.

NATIVIDADE, V. G. **Fraturas metodológicas nas arquiteturas digitais**. São Paulo: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO , 2010.

NAYAK, M. **Deep Convolutional Generative Adversarial Networks(DCGANs) | by Manish Nayak | DataDrivenInvestor**. Disponível em:

<<https://medium.datadriveninvestor.com/deep-convolutional-generative-adversarial-networks-dcgans-3176238b5a3d>>. Acesso em: 3 mar. 2022.

NEGARESTANI, R. The Labor of the Inhuman. **e - flux Journal**, n. 52, 2014.

NEGROPONTE, N. **The Architecture Machine: Toward a More Human Environment** | **Amazon.com.br**. Thge MIT Press ed. Cambridge: [s.n.].

NEWTON, D. W. Toward dynamic and explorative optimization for architectural design. **The Routledge Companion to Artificial Intelligence in Architecture**, p. 280–300, 18 mar. 2021.

NORBERG-SCHULZ, C. **Intentions in Architecture** . [s.l: s.n.].

NORBERG-SCHULZ, C. **Genius Loci: Towards a Phenomenology of Architecture** . [s.l: s.n.].

O'SULLIVAN, S. Pragmatics for the production of subjectivity: Time for probe-heads. **Journal for Cultural Research**, v. 10, n. 4, p. 309–322, 1 out. 2006.

OXMAN, R.; OXMAN, R. **Theories of the Digital in Architecture**. New York, NY: Routledge, 2014.

PALLASMAA, J. **Os Olhos da Pele: A Arquitetura e os Sentidos** . Santana: Bookman, 2011. v. 2

PASK, G. The Architectural Relevance of Cybernetics. **Architectural Design**, 1969.

PENG, W. **Machines' perception of space**. [s.l.] Massachusetts Institute of Technology, 2018.

PENG, W.; ZHANG, F.; NAGAKURA, T. **Machines' Perceptons of Space**. ACADIA 2017. **Anais...2017**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/328768992_Machines'_Perceptons_of_Space>. Acesso em: 24 out. 2021

PÉREZ-GÓMEZ, A. **Attunement: Architectural Meaning after the Crisis of Modern Science** . Cambridge: The MIT Press, 2016.

PICKERING, A. Cybernetics and the Mangle: Ashby, Beer and Pask. **Social Studies of Science**, v. 32, n. 3, p. 413–437, 2002.

PICON, A. **Ornament: The Politics of Architecture and Subjectivity**. [s.l.] Wiley, 2013.

PICON, A. Digital Fabrication, Between Disruption and Nostalgia. Em: **Instabilities and Potentialities**. [s.l.] Routledge, 2019. p. 223–238.

PICON, A. Beyond Digital Avant-Gardes: The Materiality of Architecture and Its Impact. **Architectural Design**, v. 90, n. 5, p. 118–125, 1 set. 2020.

PICON, A. **The Materiality of Architecture**. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2021.

POLS, A. J. K. Characterising affordances: The descriptions-of-affordances-model. **Design Studies**, v. 33, n. 2, p. 113–125, 1 mar. 2012.

POULSGAARD, K. S.; CLAUSEN, K. Modelling Workflow Data, Collaboration and Dynamic Modelling Practice. Em: **Humanizing Digital Reality**. [s.l.] Springer Singapore, 2018. p. 479–492.

RADMAN, A. **Gibsonism : ecologies of architecture**. Delft: Delft, 2012.

RAND, A. **The Fountainhead**. New York: Berkley, 1943.

RUTZINGER, S.; SCHINEGGER, K. Deep Immediacy: Programming Beauty. **Architectural Design**, v. 89, n. 5, p. 98–103, 5 set. 2019.

SAID, E. W. **Culture and Imperialism: A Critical Reader**. London: Vintage, 1994.

SCHIELKE, T. **When Droplets Create Space: A Look at Liquid Architecture**. Disponível em: <<https://www.archdaily.com/795388/when-droplets-create-space-a-look-at-liquid-architecture>>. Acesso em: 31 maio. 2022.

SIMON, H. **The sciences of the artificial**. 3. ed. Cambridge: The MIT Press, 2019.

SJOBERG, C.; BEORKREM, C.; ELLINGER, J. Emergent Syntax: Machine Learning for the Curation of Design Solution Space. **Proceedings of the 37th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture**, p. 552–561, 2017.

SNEED, E. D.; FOLK, R. L. Pebbles in the Lower Colorado River, Texas a Study in Particle Morphogenesis. <https://doi.org/10.1086/626490>, v. 66, n. 2, p. 114–150, 29 set. 2015.

SNOOKS, R. Affects of intricate mass: The strange characteristics of the RMIT mace and NGV pavilion. **Architectural Design**, v. 86, n. 6, p. 72–77, 1 nov. 2016.

SPINOZA, B. DE T. **Ethics, trans. A. Boyle**. London: everyman, 1989.

SPUYBROEK, L. **The Sympathy of Things: Ruskin and the Ecology of Design**. 2. ed. London: Bloomsbury, 2013.

STASIUK, D. **Design Modeling Terminology**. [s.l: s.n.]. . Acesso em: 8 set. 2020.

STEINFELD, K. et al. Fresh Eyes: A Framework for the Application of Machine Learning to Generative Architectural Design, and a Report of Activities at Smartgeometry 2018. **Communications in Computer and Information Science**, v. 1028, p. 32–46, 2019.

STEINFELD, K. Significant others: Machine learning as actor, material, and provocateur in art and design. Em: **The Routledge Companion to Artificial Intelligence in Architecture**. [s.l.] Routledge, 2021. v. 180p. 3–12.

STINY, G. **Shapes of Imagination: Calculating in Coleridge's Magical Realm**. Cambridge: Mit Press, 2022.

SULLIVAN, S. O. Fold. Em: PARR, A. (Ed.). **The Deleuze Dictionary** . 2. ed. Edinburgh: Edinburgh University Press, 2010.

SULLIVAN, S. O. **The Production of Subjectivity**. Kindle Edition ed. London: Palgrave Macmillan, 2012.

SYLVESTER, D. **The Brutality of Fact: Interviews with Francis Bacon**. New York: Thames and Hudson, 1988.

TERZIDIS, K. **Algorithmic Architecture**. Oxford: Architectural Press, 2006.

TSING, A. L. et al. **Arts of Living on a Damaged Planet: Ghosts and Monsters of the Anthropocene**. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2017.

UZUN, C. The network of interactions for an artificial architectural intelligence. **The Routledge Companion to Artificial Intelligence in Architecture**, p. 59–90, 18 mar. 2021.

VARELA, F. J.; THOMPSON, E.; ROSCH, E. **The Embodied Mind**. Cambridge: The MIT press, 2017.

VEIGA, P. A. DA. Generative theatre of totality. **Journal of Science and Technology of the Arts**, v. 9, n. 3, p. 33–43, 1 set. 2017.

VELIKOV, K. et al. **ACADIA 2016 POSTHUMAN FRONTIERS: Data, Designers, and Cognitive Machines: Proceedings of the 36th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture**. Introduction Posthuman Frontiers. **Anais...**2016. . Acesso em: 8 jul. 2020

VELOSO, P.; KRISHNAMURTI, R. Mapping generative models for architectural design. **The Routledge Companion to Artificial Intelligence in Architecture**, p. 29–58, 18 mar. 2021.

VIDLER, A. **Claude-Nicolas Ledoux**. Cambridge: MI Press, 1990.

VIDLER, A. **Warped Space – Art, Architecture & Anxiety in Modern Culture: Art, Architecture, and Anxiety in Modern Culture** . Cambridge: The MIT Press, 2002.

VILLAROUCO, V. et al. **Neuroarquitetura - A neurociência no ambiente construído**. Rio de Janeiro: Rio Books, 2021.

VOYATZAKI, M. Transmythologies. Em: **Architectural Materialisms: Nonhuman Creativity** . Kindle edition ed. Edinburgh : Edinburgh University Press, 2018a.

VOYATZAKI, MARIA. **Architectural Materialisms : Nonhuman Creativity**. Kindle edition ed. Edinburgh : Edinburgh University Press, 2018b.

WISCOMBE, T. A Specific Theory of Models: The Posthuman Beauty of Weird Scales, Snowglobes and Supercomponents. **Architectural Design**, v. 89, n. 5, p. 80–89, 5 set. 2019.

WOLFE, C. **What is Posthumanism?** . Minneapolis: University of Minnesota Press, 2010.

WOLFE, C. MATERIALISM NEW AND OLD. **Antropología Experimental**, 2017.

YANEVA, A. Mapping Controversies in Architecture. 13 maio 2016.

YUAN, P. F.; MENGES, A.; LEACH, N. **Digital fabrication**. Shanghai: Tongji University Press, 2018.

ZEKI, S. **Splendors and Miseries of the Brain: Love, Creativity, and the Quest for Happiness** . Oxford: Wiley-Blackwell, 2009.

ZEKI, S. Beauty in Architecture: Not a Luxury - Only a Necessity. **Architectural Design**, v. 89, n. 5, p. 14–19, 5 set. 2019.