UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

CONSTRUINDO DIÁLOGOS:
COMPLEXIDADE E EMERGÊNCIA EM PROCESSOS DE DESIGN

CYNTHIA NOJIMOTO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Arquitetura e Urbanismo.

Área de concentração: Teoria e História da Arquitetura e Urbanismo

Orientador: Prof. Associado Dr. Marcelo Tramontano

Versão corrigida

SÃO CARLOS
2014

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

N739c Nojimoto, Cynthia
Construindo diálogos: complexidade e emergência em
processos de design / Cynthia Nojimoto; orientador
Marcelo Tramontano. São Carlos, 2014.

Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em
Arquitetura e Urbanismo e Área de Concentração em
Teoria e História da Arquitetura e do Urbanismo --
Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de
São Paulo, 2014.

1. processos de design. 2. meios digitais. 3.
complexidade. 4. emergência. 5. sistemas complexos. I.
Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidata: Arquiteta e Urbanista **Cynthia Nojimoto**

Título da tese: **"Construindo diálogos: complexidade e emergência em processos de design"**.

Data da defesa: **28/11/2014**

Comissão Julgadora:

Resultado:

Prof. Dr. **Marcelo Claudio Tramontando (Orientador)**
(Instituto de Arquitetura e Urbanismo - USP)

Aprovada

Profa. Dra. **Daniela Kutschat Hanns**
(Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - USP)

APROVADA

Profa. Dra. **Maria Gabriela Caffarena Celani**
(Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP)

APPROVADA

Prof. Dr. **Márcio Minto Fabricio**
(Instituto de Arquitetura e Urbanismo - USP)

APPROVADA

Profa. Dra. **Regiane Trevisan Pupo**
(Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC)

APPROVADA

Coordenador e Presidente da Comissão de Pós-Graduação do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo: Prof. Dr. **Márcio Minto Fabrício**

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Associado Dr. Marcelo Tramontano por me apresentar mundos diversos e complexos.

À Profa. Dra. Gesche Joost, coordenadora do *Design Research Lab*, da *Universität der Künste*, que me recebeu e supervisionou minha pesquisa durante o Estágio no Exterior.

A todos os pesquisadores do Nomads.usp - Núcleo de Estudos de Habitares Interativos - pelas discussões e reflexões.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão da Bolsa de Doutorado e da Bolsa Estágio de Pesquisa no Exterior.

Aos Professores e Funcionários do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

Aos professores da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Escola Politécnica e da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo.

A todos os pesquisadores e profissionais que me receberam em seus institutos, centros de pesquisa e escritórios, e que me concederam entrevistas valiosas.

Aos professores e tutores da *Architectural Association School of Architecture* pela oportunidade em realizar experimentos práticos instigantes nos *workshops*.

NOJIMOTO, C. Construindo diálogos: complexidade e emergência em processos de *design*. 2014. Tese (Doutorado). Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

Esta pesquisa investiga processos de *design* de objetos que surgem da intersecção entre o mundo físico e o meio digital a partir de construção teórica pautada em conceitos presentes na Cibernética, na Teoria Geral dos Sistemas e no contemporâneo campo dos sistemas complexos. Considerando que tais objetos apresentam algumas peculiaridades inerentes da associação entre a instância física e digital, a hipótese desta pesquisa é, portanto, que os processos de *design* são sistemas complexos que devem ser analisados por uma abordagem sistêmica e holística para formulação de proposições que possam incorporar complexidade e estimular fenômenos emergentes nos processos de *design*. Assim, a pesquisa possui como objetivos entender em que aspectos os processos de *design* de tais objetos podem ser considerados como sistemas complexos; estabelecer relações sistêmicas ao longo do processo; compreender como os atores dialogam entre si, considerando que possuem distintos conhecimentos específicos, experiências e visões de mundo; e refletir sobre o uso do meio digital para o diálogo entre os atores e também como meio instrumental no processo. Para atingir esses objetivos, além de reflexão teórica, a pesquisa alimenta-se de fontes primárias através de entrevistas e visitas a centros de pesquisa, institutos e escritórios que trabalham na intersecção de instâncias físicas e digitais, que, associadas aos experimentos realizados, fornecem uma visão ampliada dos processos de *design* para o desenvolvimento de uma reflexão propositiva.

Palavras-chave: processos de *design*, meios digitais, complexidade, emergência, sistemas complexos.

NOJIMOTO, C. Constructing dialogues: emergence and complexity in design processes. 2014. Thesis (Doctoral). Institute of Architecture and Urbanism, University of São Paulo, São Carlos, 2014.

This research investigates design processes of products that are created from the intersection between physical and digital world, according to theoretical framework basing on concepts from Cybernetics, General System Theory and contemporary complex systems approach. Considering that such products involve some peculiarities regarded to the association between physical and digital instance, the hypothesis of this research is, therefore, that design processes are complex systems that must be analyzed by a systemic and holistic perspective to formulate propositions embracing the complexity and stimulating the emergence in design processes with the support of digital technologies. Thus, the research aims to explore what circumstances design processes can be considered as complex system; establish systemic relationships throughout the process; understand how the actors interact with each other, considering they have different expertise, experiences, worldviews; and reflect on the use of digital media for dialogue between the actors and as instrument in the process. To achieve these objectives, in addition to theoretical analysis, the research seeks to understand design processes from primary sources through interviewing and visiting research centers, institutes and offices that work in the intersection of physical and digital instances, that, associated with the experiments conducted in this research, provide comprehensive view about the subject of study in order to develop propositions for design processes.

Keywords: design processes, digital media, complexity, emergence, complex systems.

LISTA DE SIGLAS

AA	Architectural Association School of Architecture
BIM	Building Information Modeling
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
FILE	Festival Internacional de Linguagem Eletrônica
IAAC	Institute for Advanced Architecture of Catalonia
MAS	Multi-agent systems (sistemas multi-agentes)
MIT	Massachusetts Institute of Technology
TC	Teoria da Conversação
TCS	Teoria Geral dos Sistemas

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de Lawson (2005) para a compreensão dos problemas.
Imagem: (LAWSON, 2005, p.106)._____60

Figura 2. Exemplo de construção de um persona. (SAFFER, 2007, p. 97).
_____70

Figura 3. Exemplo de uma *storyboard* criada no processo de *design* entender a interação de uma persona com o aparato híbrido. (SAFFER, 2007, p. 103)._____71

Figura 4. Sketchpad desenvolvido por Sutherland na década de 1960.
(REAS, McWILLIAMS, BARENDSE, 2010, p. 28)._____74

Figura 5. Diagrama de Voronoi gerado no *Grasshopper*. (NOJIMOTO, 2014.)_____95

Figura 6. Membrana Voronoi “Airspace” projetada por Thom Faulders Architecture e aplicada em um edifício habitacional. Fotografia: Thom Faulders Architecture. (IWAMOTO, 2009, p.54)._____95

Figura 7. Estrutura em grelha do pavilhão *[C]Space* projetado por Alan Dempsey e Alvin Huang. Fotografia: Valerie Benett. (IWAMOTO, 2009, p.31)._____95

Figura 8. Museu da Mercedes-Benz cuja autoria é dada ao UNStudio.
(UNSTUDIO, 2014)._____99

Figura 9. Ilustração dos níveis elencados por Miller onde podem ser encontrados os dezenove subsistemas. (MILLER, 1977, p. 4)._____122

Figura 10. Diagrama elaborado por Dubberly e Pangaro (2009) baseado na Teoria da Conversação de Gordon Pask exemplificando a situação na qual conceitos estão em acordo. (DUBBERLY, PANGARO, 2009, p.24)._____140

Figura 11. Diagrama elaborado por Dubberly e Pangaro (2009) baseado na Teoria da Conversação de Gordon Pask evidenciando um processo de alinhamento de conceitos. (DUBBERLY, PANGARO, 2009, p.25)._____140

Figura 12. Diagrama elaborado por Dubberly e Pangaro (2009) baseado na Teoria da Conversação de Gordon Pask . Seria uma exemplificação para um nível de discurso mais elaborado que os autores denominam de “conversação para coordenação”. Imagem: (DUBBERLY, PANGARO, 2009, p.25)._____140

Figura 13. Diagrama elaborado por Dubberly e Pangaro (2009) baseado na Teoria da Conversação de Gordon Pask. Esse diagrama mostra uma situação de colaboração na qual objetivos entram em acordo e há uma coordenação para se alcançá-los. (DUBBERLY, PANGARO, 2009, p.26)._____141

Figura 14. Instalação “ <i>The Colloquy Mobiles</i> ” de Gordon Pask na exposição “ <i>Cybernetic Serendipity</i> ” organizada por Jasia Reichardt na ICA em 1968 na cidade de Londres. (MEDIA ART NET, 2005).	149
Figura 15. Participantes do <i>workshop HIGH-LOW</i> da <i>Architectural Association School of Architecture</i> explorando combinações de materiais. Foto: (NOJIMOTO, 2011).	168
Figura 16. Uma das participantes desenvolvendo sua primeira proposta de intervenção projetual. Foto: (NOJIMOTO, 2011).	168
Figura 17. Exploração do comportamento dos materiais. Foto: (NOJIMOTO, 2011).	170
Figura 20. Testes iniciais para a construção de espacialidades com geometrias complexas seguindo regras simples de fixação. Foto: (NOJIMOTO, 2011).	170
Figura 18. Movimentos possíveis para o pavilhão. (ALVES, 2011).	170
Figura 19. Espacialidade criada por uma das configurações possíveis do pavilhão. Foto: (NOJIMOTO, 2011).	170
Figura 21. Padrão de fixação dos cabos de aço no tecido. Foto: (ALVES, 2011).	170
Figura 22. Exploração da geometria. Foto: (ALVES, 2011).	170
Figura 25. Produção dos componentes do pavilhão na máquina de corte a <i>laser</i> . Foto: (ALVES, 2011).	171
Figura 23. Componente eletrônico em base Arduino para movimentação do pavilhão. Foto: (ALVES, 2011).	171
Figura 24. Sistema de movimentação em desenvolvimento. Foto: (ALVES, 2011).	171
Figura 26. Uma das configurações espaciais possíveis do pavilhão. Foto: (ALVES, 2011).	171
Figura 27. Teste com o tecido e fibra de vidro em escala 1:1. Foto: (NOJIMOTO, 2011).	176
Figura 28. Desenvolvimento da membrana em aplicativo computacional. O modelo digital forneceu o molde para o corte do tecido. Foto: (NOJIMOTO, 2011).	176
Figura 29. Frente de trabalho dedicada à construção da estrutura do pavilhão. Foto: (NOJIMOTO, 2011).	176
Figura 30. Exploração da interação em modelo de escala reduzida. Foto: (NOJIMOTO, 2011).	176

Figura 31. Membrana em confecção. Foto: (NOJIMOTO, 2011).	177
Figura 32. Montagem do pavilhão. Processo de inserção da membrana. Foto: (NOJIMOTO, 2011).	177
Figura 33. Montagem do pavilhão. Colocação da membrana na estrutura. Foto: (NOJIMOTO, 2011).	177
Figura 34. Ajustes da configuração final do pavilhão. Foto: (NOJIMOTO, 2011).	177
Figura 35. Modelo em escala reduzida para exploração da interação. Foto: (NOJIMOTO, 2011).	177
Figura 36. Pavilhão finalizado. Foto: (NOJIMOTO, 2011).	177
Figura 37. Pavilhão finalizado. Foto: (NOJIMOTO, 2011).	177
Figura 42. Protótipo em escala 1:2 para verificar comportamentos. Foto: (NOJIMOTO, 2011).	180
Figura 38. Estudo do comportamento estrutural do pavilhão. Foto: (NOJIMOTO, 2011).	180
Figura 39. Investigação de padrões na membrana. Foto: (NOJIMOTO, 2011).	180
Figura 40. Estudos com modelos em escala reduzida. Foto: (NOJIMOTO, 2011).	180
Figura 41. Padrão de fixação da estrutura na membrana. Estudo em modelo de escala reduzida. Foto: (NOJIMOTO, 2011).	180
Figura 44. Modelo em escala reduzida. Foto: (NOJIMOTO, 2011).	181
Figura 45. Pavilhão montado. Foto: (NOJIMOTO, 2011).	181
Figura 43. Processo de montagem do pavilhão. Foto: (NOJIMOTO, 2011).	181
Figura 46. Plantio de árvores. (NOMADS.USP, 2012).	185
Figura 47. Oficina de fotografia. (NOMADS.USP, 2012).	185
Figura 48. Oficina de pipa. (NOMADS.USP, 2012).	185
Figura 49. Imagens com os pavilhões produzidos pelos moradores ao manipular o Grasshopper. (NOMADS.USP, 2012).	185
Figura 50. Morador do conjunto realizando alterações nos valores do script do Grasshopper para gerar geometrias complexas. (NOMADS.USP, 2012).	185
Figura 51. Visualização da geometria complexa em monitor simulando a	

futura implantação. (NOMADS.USP, 2012).	185
Figura 52. Visita dos participantes do workshop ao conjunto habitacional da CDHU em São Carlos. (NOMADS.USP, 2012).	186
Figura 53. Sessão de capacitação com os aplicativos computacionais. (NOMADS.USP, 2012).	187
Figura 54. Participantes do workshop da Ação Fabricação Digital apresentando suas primeiras propostas. (NOMADS.USP, 2012).	187
Figura 55. Apresentação das primeiras proposições feitas pelos participantes. (NOMADS.USP, 2012).	187
Figura 56. Modelo para estudo da estrutura. Foto: (NOMADS.USP, 2012).	189
Figura 57. Estudo para o sistema construtivo adotado. (NOMADS.USP, 2012).	189
Figura 58. Protótipo em construção. (NOMADS.USP, 2012).	189
Figura 59. Protótipo parcialmente montado. (NOMADS.USP, 2012).	189
Figura 60. Modelo em escala reduzida sendo montado. (NOMADS.USP, 2012).	191
Figura 61. Produção dos componentes do pavilhão em empresa especializada em corte a laser de metais. (NOMADS.USP, 2012).	191
Figura 62. Montagem do pavilhão. (NOMADS.USP, 2012).	191
Figura 63. Testes com LED para interação do pavilhão. (NOMADS.USP, 2012).	191
Figura 64. Processo de montagem do pavilhão. (NOMADS.USP, 2012).	191
Figura 65. Revisão do projeto do pavilhão no <i>Grasshopper</i> . (NOMADS.USP, 2012).	193
Figura 66. Equipe formada por alunos de arquitetura do IAUUSP. (NOMADS.USP, 2012).	193
Figura 67. Montagem do pavilhão em escala 1:2. (NOMADS.USP, 2012).	193
Figura 68. Montagem do pavilhão. (NOMADS.USP, 2012).	193
Figura 69. Pavilhão em escala 1:2 finalizado. (NOMADS.USP, 2012).	193
Figura 70. Rede do processo de <i>design</i> do <i>Strings.Supple Pavilion</i> , (NOJIMOTO, 2014).	200
Figura 71. Rede da Ação Fabricação Digital (NOJIMOTO, 2014).	201

SUMÁRIO

21 INTRODUÇÃO

45 FORMULANDO A IDEIA DE PROCESSOS DE DESIGN

- I.1. Do certo para o incerto: processos de *design* em construção
- I.2. Tecnologias digitais alterando processos de *design*
- I.3. Por uma postura mais crítica

103 COMPLEXIDADE E EMERGÊNCIA NOS PROCESSOS DE DESIGN

- 2.1. A visão do todo definindo posturas
- 2.2. Os sistemas na Cibernética
- 2.3. A Teoria Geral dos Sistemas considerando tudo como sistema
- 2.4. Do complexo ao emergente
- 2.5. O pensamento sistêmico e a complexidade como base nos processos de *design*

163 PROCESSOS DE DESIGN PELA PRÁTICA

- 3.1. Processo de *design* do *Strings.Supple Pavilion*
- 3.2. Processo da Ação Fabricação Digital
- 3.3. Visualizando uma constelação
- 3.4. Diálogo como base
- 3.5. A diversidade no processo
- 3.6. Ambientes diversos e complexos desencadeando ações nos processos de *design*

223 CONSTRUINDO PROCESSOS DE DESIGN DIALÓGICOS

- 4.1. Aparatos híbridos e interativos promovendo mais complexidade aos processos
- 4.2. O processo pela perspectiva da centralização
- 4.3. Criando conexões e compartilhando responsabilidades
- 4.4. Orientações para os processos de *design* dialógicos
- 4.5. Implicações e limites dos processos dialógicos e complexos

263 CONSIDERAÇÕES FINAIS

269 REFERÊNCIAS

INTRODUÇÃO

Muito se fala sobre como as tecnologias digitais têm permeado o cotidiano e induzido novos comportamentos. Nesse sentido, temos presenciado diversos autores investigando o papel das tecnologias digitais em muitas esferas, seja construindo uma sociedade em rede (CASTELLS, 2005), seja na necessidade de acesso à informação e à novas experiências (RIFKIN, 2000), seja desenvolvendo produtos e serviços cuja base é a tecnologia digital (SHARP, ROGERS, PREECE, 2007; MOGGRIDGE, 2008; LÖWGREN, STOLTERMAN, 2007). Dessa maneira, não podemos negar, conforme Santos (2008) indica, o crescente hibridismo entre instâncias físicas e instâncias digitais que juntos compõem a esfera contemporânea do cotidiano. O Nomads.usp - Núcleo de Estudos de Habitares Interativos - tem se dedicado a pesquisar¹ as intersecções entre as duas instâncias, a física e a digital, que também se apresentam sob os termos concreto e virtual (SANTOS, 2008; TRAMONTANO, 2007; TRAMONTANO, SANTOS, SOUZA, 2013). Denominada como espacialidades híbridas, essa intersecção é assim considerada pelos pesquisadores do Núcleo:

Hibridación. Alejándose de definiciones que lo condenan a las limitaciones de los ambientes físicos, el espacio arquitectónico ve adensarse su naturaleza concreta por el aporte de instancias virtuales. Eso lo dota de un carácter híbrido, aproximándolo a la propia noción de

1. Entre as pesquisas realizadas no Núcleo, podemos mencionar as seguintes dissertações e teses: “Ouvir outros espaços: entornos híbridos, interfaces sonoras em espaços públicos” (ROÇA, 2014), “Processos de design em arquitetura: complexidade e meios digitais” (SOARES, 2013), “Em conjunto: ações culturais e meios digitais” (SOUZA, 2013), “Arte programmata: entre acidente e controle” (LAUTENSCHLAEGGER, 2010), “Design para experiência: processos e sistemas digitais” (NOJIMOTO, 2009), “Design para experiência e as tecnologias de informação e comunicação” (NARDELLI, 2008), “Objetos interativos: design e tecnologias de informação e comunicação” (CARNEIRO, 2008), “Espaços híbridos na cidade: interfaces computacionais para comunidades locais” (SANTOS, 2008), “Entre mnemos e locus: arquitetura de espaços virtuais, construção de espaços mentais” (PRATSCHKE, 2002).

medio de comunicación, regido por dinámicas propias y recientes que constituyen la actual materia prima de la arquitectura y del diseño. (TRAMONTANO, 2007, p. 49).

Nesse contexto, temos acompanhado o surgimento de disciplinas e áreas dedicadas ao desenvolvimento de objetos ou espacialidades a partir da intersecção entre o físico e o digital para os mais variados fins e aplicações sendo que, dentre elas, algumas, em nosso entendimento, ocupam-se exclusivamente da construção de produtos focando na aproximação com o futuro usuário, ou interator, como preferimos chamar (NOJIMOTO, 2009). Áreas como ciência da computação, informática, engenharia da computação, análise de sistemas e similares, embora sejam imprescindíveis para os hibridismos do qual estamos abordando, ou seja, a intersecção entre o físico e o digital, não necessariamente pressupõem, para o desenvolvimento de um objeto ou espaço, a presença de um interator como uma entidade fundamental. Podem, como por exemplo, em ramificações dentro dessas áreas, dedicarem-se ao estudo de redes, construções lógicas, linguagens de programação, robótica, sistemas automatizados e assim por diante. Com um foco exclusivo no interator, há campos como o *human-computer interaction*, cujas origens remontam os estudos entre homem e máquina (DIX, et. al, 2004), com destaque para o desempenho humano em certas atividades (NOJIMOTO, 2009), e ainda o *interaction design*, com uma abordagem mais abrangente que não se ocupa somente do bom desempenho dos objetos frente a um interator (NOJIMOTO, 2009). A abordagem dada pelo *interaction design* nos interessa, em particular, pela abrangência de possibilidades e pelo aparecimento de inúmeras publicações, pesquisadores, grupos de pesquisa e cursos especializados que se denominam pelo termo *interaction design*. Mas não é nossa intenção rotular esta pesquisa por essa aproximação. Isso porque, apesar de identificarmos publicações que situam o *interaction design* como uma disciplina, com métodos e estratégias específicos, como indicam Sharp, Rogers e Preece (2007), Löwgren e Stolterman (2007), Moggridge (2008), Saffer (2007), Kolko (2007) e outros autores, com o intuito de fornecer uma base mais

concisa para a produção de objetos como produtos de consumo, notamos também que há uma aproximação mais investigativa e reflexiva, com foco em explorações artísticas, principalmente em ambiente acadêmico, que também se denomina como *interaction design*, como por exemplo, o programa do *Royal College of Arts* chamado de *Designing Interactions*. Nossa compreensão sobre os objetos ou espacialidades decorrentes da interseção entre o físico e o digital é, portanto, ampliada, não podendo ser caracterizado sob denominações específicas, embora elas sejam referenciadas em diversos momentos deste trabalho.

2. Do original em inglês: “we limit our studies to digital artifacts that operate in rather close relations with humans in social contexts.” (LÖWGREN, STOLTERMAN, 2007, p.7).

Assim, para caracterizarmos por um nome aquilo que estamos tratando neste trabalho, às espacialidades e aos objetos, em suas mais variadas escalas e abordagens que atuam na intersecção entre instância física e digital iremos nos referenciar pelo termo aparato híbrido. Seguimos ainda a observação de Löwgren e Stolterman (2007) que, ao denominarem os aparatos híbridos pelo termo artefatos digitais, considerando que estes se manifestam como produtos de consumo, enunciam que a eles não interessam os sistemas automatizados que são acionados sem uma ação humana direta. Como afirmam: “nós limitamos nossos estudos a artefatos digitais que operam em relações muito próximas com humanos em contextos sociais.”² (LÖWGREN, STOLTERMAN, 2007, p.7, tradução nossa). Nossa pesquisa também compartilha de tal recorte, e visa prioritariamente os aparatos híbridos que estejam em estreita relação com o comportamento humano.

Desenvolver um aparato híbrido, no entanto, apresenta algumas particularidades. Segundo Löwgren e Stolterman (2007), as instâncias digitais não possuem qualidades específicas que poderiam ser denotadas a elas em função dos constantes e rápidos avanços da tecnologia e em como ela é utilizada (LÖWGREN, STOLTERMAN, 2007). Essa condição das instâncias digitais, ao final, indica que os processos de *design* devem ser mais abertos e complexos questionando, dessa maneira, quais seriam as posturas, abordagens, ou métodos que poderiam ser utilizados. Segundo os autores, métodos e técnicas não seriam suficientes para lidar com

a abrangência dos artefatos digitais e, portanto, os atores do processo de *design* deveriam recorrer a uma “postura reflexiva do *design*” (*thoughtful design*). Dentro dessa abertura que Löwgren e Stolterman (2007) sugerem, devemos mencionar também as inúmeras possibilidades que a construção algorítmica imprime para os aparatos híbridos. Isso significa que é possível escrever qualquer tipo de comportamento para tais artefatos através das linguagens de programação. Assim, associar a materialidade física com a instância digital e suas vastas potencialidades em termos de comportamento se apresenta também como um dos desafios a serem trabalhados no processo de *design*.

Para desenvolver os comportamentos dos aparatos híbridos é necessário compreender o próprio comportamento humano, pelo menos é essa a visão que pauta os campos como o *human-computer interaction* e o *interaction design*. Praticamente todos os autores que se aventuram nesses campos reforçam a necessidade de se estudar e analisar ações e comportamentos do homem, como futuro usuário, ou interator, para poder realizar proposições de aparatos híbridos. A relação entre comportamento do homem e o comportamento dos aparatos é denominada pelo termo interação e que inclusive serve para nomear as áreas que se dedicam no desenvolvimento de aparatos híbridos. Muitos autores (SHARP, ROGERS, PREECE, 2007; MURRAY, 2012; SAFFER, 2007; MOGGRIDGE, 2008, LÖWGREN, STOLTERMAN, 2007) descrevem diversos métodos e estratégias para envolver o futuro usuário, ou pelo menos, uma persona fictícia que o represente, como uma maneira de se estabelecer critérios para o comportamento, visto que as possibilidades inerentes às instâncias digitais são inúmeras. Além disso, a necessidade de definir tão claramente as abordagens possíveis para interação talvez ocorra em função da falta de referência anterior com as quais os atores dos processos de *design* possam se amparar ao desenvolver determinado aparato. Murray (2012), nesse sentido, visualiza uma distinção clara entre um *designer* de objetos não interativos de um “*designer* digital”:

Designers em campos estabelecidos estão

frequentemente engajados em um processo de *refinamento*, criando versões ligeiramente melhoradas e distintas de um artefato familiar; por exemplo, modificando a familiar torradeira de metal por laterais de cerâmica mais interessantes ou grandes aberturas do tamanho de baguetes [...]. O *designer* digital, com maior frequência, está inventando alguma coisa para a qual não há modelo padrão, como o processamento de texto na época da máquina de escrever, ou videogames na era do *pinball*.³ (MURRAY, 2012, p. 3, tradução nossa).

3. Do original em inglês: “*Designers in established fields are often engaged in a process of refinement, creating slightly improved or distinctive versions of a familiar artifact; for example, modifying the familiar metal toaster with cooler ceramic sides or larger bagel-sized slots [...]. The digital designer is more often inventing something for which there is no standard model, like word processing in the age of typewriter, or videos games in the age of pinball.*” (MURRAY, 2012, p. 3).

Em função dessas particularidades, entendemos que os processos de *design* de aparatos híbridos deve se distinguir dos não híbridos. Assim, partimos de uma reflexão muito próxima da de Löwgren e Stolterman (2007), na qual não procuram fornecer métodos e estratégias específicas para o desenvolvimento de aparatos híbridos uma vez que eles dependem de objetivos muito precisos. Por exemplo, para desenvolver um aparato híbrido como um *gadget*, os atores no processo de *design* recorrem a estratégias e abordagens que são específicas para ele e distintas daquelas utilizadas no desenvolvimento de uma fachada interativa no espaço urbano. Sendo os resultados distintos, os objetivos também são e, como consequência, todo o instrumental também é. Não é nossa intenção, portanto, construir métodos, técnicas e estratégias para cada intenção que propulsiona o processo de *design*. Tampouco significa colocar todas as manifestações dos aparatos híbridos dentro de um mesmo universo. Trata-se, antes, de uma reflexão que seja capaz de incorporar as mais diversas manifestações dos aparatos híbridos, sejam eles objetos do cotidiano, espacialidades domésticas e urbanas, interfaces gráficas, entre outras, que estão para além de métodos e estratégias, mas passível de serem aplicadas mesmo nos mais distintos universos.

Além das especificidades que o desenvolvimento de um aparato híbrido exige em função da instância digital embarcada nele, ressaltamos ainda que a tecnologia digital também se manifesta nos próprios processos de *design*, instrumentalizando os atores e fomentando diferentes posturas e ações nos processos que inclusive irão reverberar nos próprios

produtos. Na arquitetura, esse fenômeno é mais evidente uma vez que, diferentemente dos campos como *interaction design*, ela não nasce das instâncias digitais. Se para atores que estão habituados a trabalhar com o desenvolvimentos de aparatos híbridos a instância digital é uma condição não somente em seus produtos, mas também em seus processos, para o universo da arquitetura o fenômeno tem suscitado calorosos debates e reflexões, a favor ou contra, a inserção do meio digital na atividade do arquiteto.

Antes de iniciarmos nossa reflexão sobre processos de *design*, precisamos realizar algumas considerações conceituais sobre alguns termos que fazem parte do universo que estamos trabalhando. O intuito é delimitar nossos entendimentos sobre os conceitos e termos utilizados referenciando-os a partir de literatura especializada que envolve distintas áreas, condição inevitável para o que esta pesquisa se propõe a fazer.

Notas sobre o termo interação

Antes de mais nada, é necessário fazer alguns esclarecimentos sobre o termo interação, tão presente para qualificar a propriedade digital presente nos aparatos e que também empresta o nome para muitas ramificações e campos disciplinares comprometidos com a função de desenvolvê-los. Não pretendemos aqui fornecer uma definição una, pois entendemos que qualquer caracterização que possamos apresentar seria um reducionismo frente à complexidade e abrangência que os aparatos híbridos possuem no contexto contemporâneo. Primo (2011) já faz uma ressalva em relação ao uso do termo associado aos aparatos informatizados na área da comunicação ao percorrer por definições em várias referências teóricas, e reconhece a dificuldade em estudar em profundidade.

No cenário contemporâneo, o termo interação está intrinsecamente vinculado à instância digital presente no aparato. Portanto, qualquer outro objeto que não possua um dispositivo digital estaria fora do escopo

ao qual o termo interativo se refere. Uma análise morfológica da palavra indica que a palavra “interação” é formada pelo prefixo “inter-” e pelo substantivo “ação”. O prefixo “inter-” significa entre, mas também pode significar reciprocidade. Portanto, podemos começar a explorar o termo interação por essa explicação morfológica da palavra, ou seja, como ação recíproca. Conforme Primo (2011) destaca, “a interação será aqui entendida como a ‘ação entre’ os participantes do encontro (inter+ação).” (PRIMO, 2011, p. 13). Porém o autor ressalva que o significado que ele assume para interação não se refere à interação social presente na sociologia.

[...] é preciso lembrar que interação não é o mesmo que interação social. Esta última é uma forma interativa, não a própria definição de interação. Em outras palavras, existe interação entre corpos, genes, ondas, forças engrenagens, pessoas, etc. Os vários campos do saber tradicionalmente estudam diferentes tipos de interações, por exemplo: a interação gênica (biologia), a interação de placas tectônicas (geologia), a interação medicamentosa (farmácia), as interações eletromagnéticas (física) etc. (PRIMO, 2011, p. 13).

A origem da conotação do meio digital pelo termo interativo, no entanto, parece ser nebuloso. Podemos especular algumas suposições para justificar tal caracterização do aparato híbrido como interativo. É possível que a relação tenha se estabelecido em função do campo *human-computer interaction* ao tratar exclusivamente da relação dos meios digitais com o usuário. Outra especulação que podemos fazer sobre a relação do termo interação com os aparatos digitais está associada à velocidade da reciprocidade com um usuário pelo processamento da informação e às diversas possibilidades que o meio digital têm armado os dispositivos. É possível que o termo interação não estivesse relacionado, por exemplo, aos computadores da chamada primeira geração (décadas de 1940 a 1960), uma vez que estes eram grandes máquinas calculadoras e, portanto, o usuário talvez compreendesse que ele realizava cálculos complexos com o auxílio delas e não uma interação com elas. Além disso, uma vez que o usuário iniciasse o processamento do cálculo, poderia levar dias para chegar no resultado final. Assim, entre a entrada de dados na

máquina e a saída dos resultados havia um tempo considerável. Talvez, a partir do momento em que as respostas das máquinas passaram a ter respostas quase que imediatas e ao usuário foi dada a possibilidade de desempenhar múltiplas funções nelas além da de calcular, é possível que o termo interação tenha passado a ser utilizado com mais frequência para definir essa relação, uma vez que a ideia de ação recíproca apresenta-se mais claramente como uma característica da relação entre homem e máquina.

Seja de uma forma ou de outra, o termo interação no contexto contemporâneo passa a estar presente para designar um conjunto de propriedades intrinsecamente relacionadas com os aparatos híbridos. Primo (2011) menciona que há diversas referências ao termo “interação” em autores que trabalham na esfera da cibercultura mas, mesmo assim, não há uma explicação precisa para o termo, nem significados possíveis. Seu uso caiu no senso comum e além de se referir ao aparato com instância digital, também imprime uma ideia de inovação a um produto, mesmo que ele não seja inovador de fato, para agregar certo valor de mercado. Não vamos entrar no mérito dessa discussão sobre as estratégias de *marketing*, portanto, manteremos nossa definição de interação vinculada, até o momento, pela presença da instância digital que exige a presença de um interator.

Primo (2011), ao trazer sua abordagem do termo interação, parte de um viés comunicacional considerando a interação como uma ação de comunicação. Mas, para analisar o fenômeno da interação, faz uma análise através de uma perspectiva sistêmica por entender que não é possível lançar um olhar apenas para o usuário, ou interagente, como ele prefere chamar, e nem para o meio em si. É necessário entender os aspectos relacionais da comunicação e para isso a visão sistêmica seria uma possível abordagem que permitiria tal construção analítica. Nessa perspectiva, Primo então caracteriza a interação de duas formas: uma que ele chama de mútua e outra que ele denomina de reativa.

[...] a interação mútua é aquela caracterizada por relações interdependentes e processos de negociação, em que cada interagente participa da construção inventiva e cooperada do relacionamento, afetando-se mutuamente; já a interação reativa é limitada por relações determinísticas de estímulo e resposta. (PRIMO, 2011, p. 57).

A esse aspecto relacional da interação Primo (2011) denomina de interdependência. Ou seja, não é possível separar as entidades do processo, uma vez que elas só passam a existir em função da interdependência entre elas. Outra característica que o autor associa à interação mútua é a recursividade. Isso significa que a relação de interdependência entre os participantes do processo comunicacional não pode ser entendida apenas como uma relação de envio e recebimento de mensagens, ou seja, por seu aspecto informacional. Na interação, cada participante vai se modificando ao longo do processo, sendo que as ações de um afetam as ações do outro, construindo assim uma relação pela cooperação de ambos de maneira recursiva, ou seja, “onde cada ação retorna sobre a relação, movendo e transformando tanto o próprio relacionamento quanto os interagentes (impactados por ela).” (PRIMO, 2011, p.107). Já na interação reativa, há uma programação prévia que determina o andamento da relação, pautada apenas pelo padrão de estímulo e resposta, ou seja, não demonstra qualquer sinal de cooperação, interdependência e recursividade entre eles.

Haque (2006) também procura criar uma definição para a interação categorizando-a de duas maneiras. Uma seguiria regras pré-determinadas, assim como Primo (2011) também explicita, e outra que permitiria o diálogo, aqui entendido no seu sentido conversacional pautado pelos conceitos da Teoria da Conversação de Gordon Pask, ciberneticista inglês, que entraremos em detalhes no capítulo 2 deste trabalho por também compreendermos a relevância da teoria, porém aplicada aos processos de *design*. Haque (2006) denomina um tipo de interação como “de circuito único”, e um outro de “interação de circuitos

múltiplos”. Acrescenta ainda um terceiro cenário, que, na verdade, não seria interação, mas apenas reação, como por exemplo, uma parede que vai se modificando conforme ação das condições climáticas (HAQUE, 2006). Para exemplificar a interação de circuito único, o autor menciona a relação do homem com um caixa eletrônico. Há uma ação realizada pelo usuário e a máquina responde conforme informação fornecida, em uma relação causal evidente e previsível. Segundo o autor: “O caixa eletrônico espelha esse processo no qual cada um atua dentro de um conjunto fixo de possibilidades e responde diretamente a partir de outros conjuntos de resultados possíveis.” HAQUE, 2006, p.68). Já em uma interação de circuitos múltiplo, haveria uma diversidade de entradas e caminhos que poderia levar o usuário a situações imprevistas e abertura para que outras interações aconteçam. Nas palavras do autor: “Provavelmente descobriremos novas e inesperadas informações, poderemos nos beneficiar dessas informações ou simplesmente dos próprios circuitos de interação, que devem encorajar novas interações no futuro.” (HAQUE, 2006, p.69). O significado que o termo interação assume para Haque (2006) é muito similar do de Primo (2006) de um ponto de vista semântico e conceitual, mas há uma divergência no termo reativo que para Haque (2006) definitivamente não é uma interação. Contudo, em ambos, há uma ideia de interação que segue uma relação de estímulo e resposta e outra que permite múltiplas entradas e ações realizadas em função da possibilidade de diálogo aberto.

Apesar das definições sobre interação estarem em aberto, existe uma condição que se faz essencial: a relação entre o aparato híbrido e o indivíduo, ou interator, que com ele interage. Certamente considerar essa relação não é uma exclusividade de tais aparatos. Estudos sobre ergonomia e os fatores humanos, por exemplo, surgem para compreender as relações entre o homem e um objeto, focando principalmente em aspectos antropomórficos. A diferença reside, no entanto, no entendimento conjunto do comportamento do aparato em relação ao comportamento do homem, que sem ele não é possível construir um algoritmo que contemple a interação. Por tal motivo, a presença do interator também

está na essência do próprio aparato. Embora possa parecer redutor pensar em situações programadas, na verdade, essa característica leva a acrescentar e criar ações que sem a presença da instância digital não seria factível. Os aparatos híbridos podem assumir comportamentos diversos, conforme o que foi programado, sendo que essa programação pode inclusive pode ser alterada ou trocada, permitindo novos padrões de comportamento para o aparato.

Tanto a programação, quanto a presença do interator são, segundo Murray (2012), características intrínsecas do meio digital, e a autora as denomina de processual e participatória. A programabilidade seria processual em função da atividade que o *designer* precisa desempenhar ao escrever as linhas de código, uma vez que ele precisa pensar nos procedimentos descritos na forma de algoritmos, ou seja, em um conjunto de instruções e regras [MURRAY, 2012] executados em uma linha de tempo e de forma sequencial. O algoritmo que, em uma primeira vista, poderia sugerir certa linearidade e, portanto, uma limitação em termos de possibilidades de interação, na verdade, permite cadeias muito complexas de variáveis e condicionantes, criando, dessa maneira, uma ampla gama de situações conforme a atuação do interator. Já a característica participatória, conforme Murray (2012) explica, significa não apenas programar as ações do artefato digital através do algoritmo, mas também pensar nas ações do interator e de maneira conjunta.

4. Do original em inglês: *"Because the computer is a participatory medium, interactors have an expectation that they will be able to manipulate digital artifacts and make things happen in response to their actions. They will therefore become frustrated and impatient when they are not allowed to act. The responsiveness of digital media, whether accessed throughout a keyboard, mouse, joystick, touch screen, scroll wheel, or gesture sensor, excites our desire to do something, to see what happen if we drag something around, click on an underlined word, or otherwise poke at the environment."* (MURRAY, 2012, p. 55-56).

Como o computador é um meio participatório, os interatores têm a expectativa de que serão capazes de manipular artefatos digitais e fazer com que coisas aconteçam em resposta a suas ações. Portanto, eles ficarão frustrados e impacientes quando não tiverem permissão para agir. A responsividade do meio digital, se acessada através de teclado, *mouse, joystick, touchscreen, scroll wheel* ou sensor de gestos, estimula nosso desejo de se fazer algo, de ver o que acontece se nós arrastamos algo, clicamos em uma palavra sublinhada, ou se, por outro lado, provocamos o ambiente.⁴ [MURRAY, 2012, p. 55-56, tradução nossa].

Além da característica processual e participatória dos meios digitais a autora ainda menciona outros dois: a propriedade enciclopédica e a espacial. Murray afirma que a capacidade de armazenar e transmitir a informação no meio digital é maior do que qualquer outro e, por tal argumentação, considera o meio digital como uma grande enciclopédia, ideia esta que é reforçada ainda pela necessidade do homem registrar e transmitir a informação, um fenômeno cultural ao qual o meio digital se associa. Já a propriedade espacial refere-se à possibilidade de transpor para o meio digital referências dos espaços físicos. Mas, ao incluir essa propriedade, a autora acaba por focar apenas nas representações dos espaços físicos em interfaces gráficas, quando essa propriedade espacial poderia ir além e sugerir uma espacialidade híbrida.

O processo de *design* de aparatos híbridos, portanto, necessita de outras estratégias e métodos que campos disciplinares dedicados ao seu desenvolvimento têm criado e adotado de maneira que seja possível estabelecer aproximações para compreender o comportamento dos interatores. No *interaction design*, por exemplo, é habitual o uso de cenários (SHARP, ROGERS, PREECE, 2007; SAFFER, 2007; LÖWGREN, STOLTERMAN, 2006) para visualizar o universo circunstancial que é criado pela interação entre o interator e o aparato. Personas (SHARP, ROGERS, PREECE, 2007) também são construídas para balizar entendimentos acerca dos possíveis comportamentos em função de alguns perfis individuais hipotéticos, como também narrativas que seriam roteiros para a interação. Iremos mencionar no capítulo I, dentro do contexto do *interaction design*, alguns dos métodos utilizados juntamente com uma abordagem sobre os processos de *design* que inclui ainda a esfera da arquitetura para construir nossa reflexão abrangente e aplicável para os processos de aparato híbridos interativos.

Notas sobre o termo *design*

O uso da palavra *design* é sempre envolto de muitas interpretações, principalmente quando usada na língua portuguesa. No idioma inglês a

palavra tanto pode ser um substantivo quanto um verbo. Flusser (2010), em uma série de ensaios sobre o *design*, indica que o termo, enquanto substantivo, significa propósito, plano ou intento e, enquanto verbo, a palavra “*to design*” significa conceber, esboçar, arquitetar, organizar e até mesmo simular. Mas no português a palavra *design* existe apenas como substantivo e seu uso às vezes provoca duplas interpretações. É recorrente encontrarmos a palavra *design* referindo-se a projeto como também a desenho, que, na verdade, é a raiz etimológica da palavra *design* ⁵ (FLUSSER, 2010). No entanto, em português a palavra desenho não é entendida como projeto (embora seja possível encontrar, em alguns casos, tal uso da palavra), mas sim como uma maneira de se representar algo, como um projeto de arquitetura que é representado por seu desenho, mas o desenho em si não é o projeto. O termo *design*, no entanto, mesmo em inglês também apresenta múltiplas interpretações. Lawson (2005), que também menciona o uso do termo tanto como substantivo e como verbo, indica que a palavra *design*, mesmo como um substantivo, pode se referir ao produto final, ou seja, o resultado de uma atividade projetual, que seria o produto em si, mas também pode se referir à própria atividade projetual e, nesse caso, o *design* é entendido como processo.

5. O termo *design* vem do Latim *designare* cuja raiz, segundo Flusser (2010), é *signum* que também é a raiz da palavra desenho em português.

A questão sobre o uso do termo *design* ainda suscita mais interpretações se pensarmos nos outros significados associados que ele pode assumir. Entendido como produto final, no senso comum é recorrente ouvirmos a expressão de que algo possui um bom *design*. O que exatamente a palavra *design* assume nesse contexto? Em um determinado sentido, expressão bom *design* pode significar que esse algo possui um bom funcionamento. Como Flusser (2010) nos lembra, um míssil usado em guerras possui um bom *design*, afinal, cumpre eficientemente a intenção de sua existência. Mas um bom *design* também pode se referir a certas propriedades estéticas e materiais que o torna agradável aos nossos sentidos. Tal interpretação também possível e não necessariamente está vinculado a aspectos funcionais do produto. Dessa maneira, poderíamos associar o termo *design* a uma propriedade funcional? Ou estética? Difícil fazermos qualquer afirmação. Mas o próprio Flusser nos indica

uma possibilidade. O *design* como uma intenção. Isso significa que, em sua concepção, o *design* trata da substituição do mundo natural por um mundo artificial (FLUSSER, 2010), ou complementando, nas palavras do autor: “a intenção (*design*) que está na base de toda a cultura é a de transformar dissimuladamente simples mamíferos condicionados pela natureza em artistas livres” (FLUSSER, 2010). Nesse sentido, Jones (1973) apresenta uma definição semelhante ao afirmar que o *design* é o início da alteração das coisas feitas pelo homem (JONES, 1973).

Vemos ainda a consolidação do *design* como uma especialidade que necessita de um conhecimento específico. E o *design* agora além de substantivo, passa a se referir a uma área do conhecimento. Nesse sentido, o *design* ainda apresenta suas ramificações que em português chamamos de Desenho Industrial, quando essa especialidade se ocupa do projeto dos objetos físicos, ou de *design* gráfico quando está relacionado com o desenvolvimento de material gráfico, cujo nome tem provavelmente relação com os materiais impressos, mas que, com a popularização do computador e a necessidade de um especialista no projeto da interface gráficas, o termo *design* gráfico se expandiu para produtos em meios digitais. Também em função dos meios digitais, outras especialidades incorporaram o termo *design* para se referir a campos específicos como o *interaction design*, conforme já mencionamos, e ainda o *web design*, *experience design*, *interface design* e assim por diante.

Cross (2010), por sua vez, dá um passo mais ambicioso. Para o autor, o *design*, seja ele considerado um produto ou um processo, deveria ser considerado uma disciplina. Enquanto processo, o *design* seria uma atividade tão fundamental que deveria ser parte do currículo escolar, mesmo em ensino fundamental. Isso porque em sua visão, o *design* está em qualquer atividade que envolva o mundo artificial, ou seja, o mundo construído pelo ser humano. Sendo a ação de delinear um problema e encontrar soluções uma atividade tão corriqueira no cotidiano, e que realizamos inúmeras vezes ao longo do dia, seu aprendizado deveria ser tão essencial e acessível quanto ler e escrever. De maneira similar,

Lawson (2005) argumenta que todos nós de alguma forma realizamos uma atividade na qual problemas precisam ser definidos e soluções encontradas. Até nas atividades mais banais do cotidiano, como escolher a roupa que iremos vestir no dia, significa, na visão do autor, uma atividade de *design*. O que transformaria uma pessoa em um profissional, ou seja, um *designer*, seria sua capacidade de entender uma problemática em questão, que a maioria das pessoas não consegue descrever e criar soluções para ela. Por essa perspectiva, Cross (2010) entende que o *design* é um processo de ordem cognitiva e como tal defende a disseminação de um modo de conhecimento que é intrínseco ao *design* que ele chama de “*designerly ways of knowing*” (vamos manter o termo em inglês, pois não haveria uma expressão em português que poderia representar a ideia) e que deveria existir uma disciplina dedicada a ela.

6. Do original em inglês: “*Making design education accessible means making it available to everyone. In many countries, design is now a part of general education - it is taught in schools to children. This means that design education is no longer just a preparation for a profession, but is recognised as having intrinsic value in the development of everyone's intellect. It has become a part of our individual and collective intellectual culture, just like literature, science or mathematics; it has become a part of basic educational, just like reading, writing and numeracy*”. (CROSS, 2010, p. 26).

Fazer *acessível* a educação em *design* significa fazê-lo disponível para todos. Em muitos países, *design* agora é parte da educação geral - é ensinado a crianças nas escolas. Isso significa que a educação em *design* não é mais apenas a preparação para uma profissão, mas é reconhecido como ter um valor intrínseco no desenvolvimento do intelecto de todos. Tornou-se parte de nossa cultura intelectual individual e coletiva, assim como literatura, ciência ou matemática; tem se tornado parte da educação básica, assim como ler, escrever e calcular.⁶ (CROSS, 2010, p. 26, tradução nossa).

O nosso interesse reside no termo *design* como processo, porém não apenas como uma atividade projetual apenas. Entendemos que o processo que se inicia para cumprir uma determinada intenção específica é muito mais abrangente do que uma habilidade cognitiva, ou como os *designers* pensam, ou como uma relação problema-solução. Iremos tratar em mais profundidade essas questões no capítulo I, mas compreendemos que há muito mais elementos presentes no desenvolvimento de certo produto que, no nosso caso, é um aparato híbrido, que condicionam e influenciam o processo e aquilo que resulta dele. Entre alguns desses elementos estão, por exemplo, aspectos envolvendo a organização daqueles que participam do projeto, que preferimos chamar de atores,

uma vez que não estamos considerando apenas *designers*, ou arquitetos, mas também o interator, o programador, o engenheiro entre outros, bem como a relação entre eles, a articulação de conhecimentos específicos de cada ator, além de características relacionadas a suas experiências, perfil comportamental e posturas assumidas, compreendendo que estas propriedades também se manifestam, de uma maneira ou de outra, nas ações e conduções tomadas no processo. Também estamos considerando dentro do processo as influências dos aspectos comunicacionais entre atores, principalmente aquelas pautadas pelos meios digitais, bem como o universo digital como um provedor instrumental para o desenvolvimento do aparato híbrido, o que inclui a própria produção do produto. No entanto, para evitar confusões, vamos assumir a expressão “processo de *design*” para denominar esse conjunto de relações e elementos que compõe esse cenário do desenvolvimento do aparato híbrido.

Tal abordagem poderia trazer para a pesquisa um problema de abrangência. Afinal, do que estaríamos tratando se tudo pode ser parte do processo de *design*? Mas é a partir de tal questionamento que emerge este trabalho. Não estamos sugerindo um vale-tudo para os processos de *design*. Mas frente às amplas e variadas possibilidades que o processo pode apresentar em função dos hibridismos entre instância física e digital, e das potencialidades do meio digital como aporte instrumental para os atores, sugerimos uma reflexão que também possa ser aplicada aos processos de uma maneira que vai além de métodos e técnicas que devem ser seguidas, como é possível verificar na literatura especializada, tanto na arquitetura como nos campos específicos que desenvolvem aparatos híbridos.

Notas sobre sistemas e complexidade

Para compreender as relações que regem os processos de *design*, vamos recorrer a conceitos presentes na Cibernética, no contemporâneo campos dos sistemas complexos e da Teoria Geral dos Sistemas para construção teórica sobre sistemas. Isso porque entendemos que o próprio

processo em si é um sistema na qual os atores de diferentes universos criam entre si relações complexas e que podem conduzir a distintos resultados, conforme essas relações são vão se construindo ao longo do tempo. Soma-se a esse entendimento sistêmico sobre processos de *design* a condição da escrita algorítmica para construir comportamentos e associá-los aos aspectos físicos e materiais. Além disso, consideramos ainda a visão de Murray (2012) na qual artefatos digitais são produtos “imaturos”, uma vez que ainda não possuem processos consolidados em todas as suas esferas, como por exemplo, ocorre com a produção de um livro e a gráfica impressa, lembrando que, para a autora, os artefatos digitais são considerados como um fenômeno de comunicação.

7. Do original em inglês: “First we are dealing with an immature medium, which is much more diffuse and has much cruder building blocks at its disposal than a mature medium like print. Designers can draw on many standardized conventions to make a new history book, newspaper article, magazine layout, or romance novel without much thinking about how it will be produced, distributed, or navigated by the end-user.” (MURRAY, 2012, p. 3).

Primeiro, nós estamos lidando com um meio imaturo, que é muito mais difuso e possui muito mais componentes em desenvolvimento à sua disposição do que um meio maduro como a imprensa. *Designers* podem recorrer a muitas convenções padronizadas para fazer um novo livro de história, artigo de jornal, *layout* de uma revista, ou um romance sem precisar pensar muito sobre como eles serão produzidos, distribuídos ou utilizados pelo usuário final.⁷ (MURRAY, 2012, p. 2. tradução nossa).

Certamente alguns aparatos híbridos poderiam ser considerados como objetos consolidados tanto em seus processos quanto o próprio produto como, por exemplo, o computador pessoal. Mesmo essas esferas, segundo Murray (2012), estão sujeitas a revisões e alterações, como inclusive temos visto no cenário contemporâneo no qual os computadores, após décadas seguindo um determinado padrão supostamente consolidado, estão sendo revisados e alterados, ganhando novas propriedades, funções e maneiras de interação, que são distintas do realizado até então. Os atores do processo precisam, portanto, estar constantemente desenvolvendo aparatos para os quais não existem referências prévias, ou seja, implicando em uma inovação.

A inovação, sendo ela considerada como algo criado que não se assemelha a nenhum padrão anterior, ou que pouco se assemelha, pode se encaixar

no contexto de emergência. O termo é encontrado em teorias envolvendo sistemas e complexidade que partem do pressuposto de que fenômenos que não podem ser compreendidos a partir de um estudo das partes apenas. Nesse sentido, assumindo que os aparatos híbridos sejam fruto de um trabalho colaborativo que ocorre das trocas entre os atores, então podemos entender que o resultado poderia ser um fenômeno emergente, ou seja, algo que somente se constrói a partir da relação entre os atores envolvidos no processo. Certamente há concepções de produtos que não nascem de esforço coletivo, podem simplesmente ser originados de uma mente genial. Mas mesmos nesses casos, em algum momento, algum outro ator entrará no processo, seja para realizar a programação, construir os componentes eletrônicos, produzir os componentes físicos e assim por diante. Além disso, há um campo de influências de naturezas diversas que permitem que um *designer* seja capaz de conceber tal ideia para um produto. Portanto, o resultado do processo não é fenômeno independente de qualquer influência, mesmo que um *designer* conceba um produto em sua mente e ordene sua produção. Esse universo que estamos considerando para os processos de *design* é, de fato, abrangente e diverso. Dessa maneira, a abordagem sistêmica nos parece apropriada para entender as relações que ocorrem nos processos de *design*, os fenômenos que dessa relação podem emergir, tanto de um ponto de vista do produto, mas também sobre o próprio processo, e para trabalhar com a diversidade presente nos processos, seja de atores, de contextos e situações, ambientes, e outras relações que ocorram fora do processo, mas que podem desencadear ações e decisões distintas.

Assim, trabalhamos com alguns autores da Teoria Geral dos Sistemas, da Cibernética, e do contemporâneo campo dos sistemas complexos para fundamentar nossa pesquisa. Dentro desses campos nos quais o pensamento sistêmico é a base, aproximamos de alguns conceitos que para nós elucidam muitas aspectos dos processos de *design*. Entre eles, a emergência, conforme já mencionado, e ainda conceitos como diversidade e complexidade. Essas teorias nos auxiliam na compreensão abrangente que devemos assumir para os processos de *design* e sua reflexão. Porém,

para se tornar aplicável aos processos, de um ponto de vista propositivo, recorreremos ainda à Teoria da Conversação de Gordon Pask para balizar o que vamos chamar de processos de *design* dialógicos.

Hipótese e objetivos

Ao longo da pesquisa, os questionamentos foram assumindo outras perspectivas e compreensões, conforme as atividades se desenrolavam. Inicialmente, nossas indagações partiam da percepção de que os aparatos híbridos possuíam algumas particularidades em função de sua natureza, sugerindo que seus processos de *design*, de alguma maneira, se diferenciavam de processos de desenvolvimento de aparatos sem instância digital. Com esse ponto de partida, outros questionamentos vinham à tona, ampliando nossa própria concepção sobre o que deveríamos considerar como processo de *design*. Por exemplo, se houver alterações no processo, sejam elas de qual ordem for, haverá alterações no produto final, ou seja, no aparato híbrido? O uso das tecnologias digitais pelos atores no processo modifica em que aspectos o processo e o produto? Em que aspectos os conhecimentos específicos dos atores, bem como suas áreas de atuação, experiências e *backgrounds* culturais, sociais, entre outros, refletem-se nos processos? E em função da diversidade de atores, como a articulação entre eles dentro do processo é relevante?

A principal hipótese desta pesquisa é, portanto, que os processos de *design* são sistemas complexos que devem ser analisados por uma perspectiva sistêmica fundamentada pela Cibernética, pela Teoria Geral dos Sistemas, e pelo contemporâneo campo dos sistemas complexos, para formulação de proposições aplicáveis capazes de contemplar a complexidade e estimular fenômenos emergentes nos processos de *design*.

Dessa maneira, partindo de tal hipótese, a pesquisa abrange os seguintes objetivos: (1) entender em que aspectos os processos de *design* de aparatos híbridos podem ser considerados como sistemas complexos; (2) estabelecer relações sistêmicas ao longo do processo, entendendo-o de

8. Website: <http://www.proxyarch.com/>
9. Website: <http://www.imal.org/>
10. Website: <http://v2.nl/>
11. Website: <http://www.unstudio.com/>

maneira ampliada e abrangente; compreender como os atores dialogam entre si, considerando que possuem distintos conhecimentos específicos, experiências, visões de mundo; (3) compreender a importância do meio digital para o diálogo entre os atores e como meio instrumental no processo.

As estratégias metodológicas utilizadas nessa pesquisa envolveram revisão bibliográfica para construção de quadro teórico sobre processos de *design*, e sistemas complexos; mapeamento de aplicativos computacionais tanto como meio instrumental utilizados pelos atores do processo de *design* como técnicas de fabricação digital e equipamentos que permitam tais procedimentos técnicos; entrevistas com pesquisadores e profissionais que desenvolvam aparatos híbridos; e experimentos práticos com processos de *design* de aparatos interativos para investigação de aspectos que possam ser considerados dentro da visão sistêmica.

As entrevistas realizadas durante a pesquisa foram abrangentes e envolveram professores acadêmicos, pesquisadores, artistas, arquitetos, entre outros, atuando nos mais diversos universos, mas na intersecção entre arquitetura, arte, *design* e tecnologia digital. Assim foram entrevistados: Lawrence Friesen, arquiteto, tutor da *Architectural Association School of Architecture* e diretor da *GenGeo*, empresa de consultoria sobre processos de *design* que envolvem fabricação digital; Toru Hasegawa, arquiteto, professor da *Columbia University* e diretor da *Proxi Design Studio*⁸, escritório de arquitetura que atua na criação de espaços através de aplicativos paramétricos; Yves Bernard, arquiteto, cientista da computação e coordenador do *iMal - Center for Digital Cultures and Technology*⁹, centro que reúne pessoas dedicadas a investigar e debater as intersecções entre arte, *design*, arquitetura e tecnologia; Michel van Dartel, curador do *V2 - Institute for Unstable Media*¹⁰, instituto que reúne artistas que atuam com as tecnologias digitais; Marc Hopperman, arquiteto, e Nuno Almeida, arquiteto e diretor associado do *UNStudio*¹¹, escritório de arquitetura fundado por Ben van Berkel e Caroline Bos, que possui diversas produções utilizando design

paramétrico e fabricação digital em seu cerne; Horst Hörtnner, diretor do *Ars Electronica Future Lab*¹², instituto destinado à pesquisa envolvendo arte e tecnologia digital; Jussi Ängeslevä, *designer* e vice-diretor artístico do *ART+COM*¹³, escritório fundado por Joachin Sauter cujos trabalhos focam na criação de espacialidades dotadas de tecnologia digital.

Além das entrevistas, foram realizadas visitas técnicas a diversos centros e institutos para compreender a estrutura física que dá suporte ao desenvolvimento de aparatos híbridos através do programa de Bolsa de Pesquisa de Estágio no Exterior da FAPESP - Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo. Além do *iMAL*, *V2*, *Ars Electronica Future Lab*, *UNStudio* e *ART+COM*, foram visitados o *IAAC - Institute for Advanced Architecture of Catalonia*¹⁴, *eLab* da *Weißensee Kunsthochschule*, grupo de pesquisa coordenado pela professora Carola Zwick; *Public Art Lab*, escritório que desenvolve projetos e intervenções artísticas com tecnologia digital em espaços públicos, coordenado pela Susa Pop. Durante o estágio no exterior, a pesquisadora foi supervisionada pela Profa. Dra. Gesche Joost, coordenadora do *Design Research Lab*¹⁵, grupo de pesquisa em *design* da *Universität der Künste*, em Berlim, dedicado à pesquisa de aparatos híbridos. Durante o estágio foi possível acompanhar, mesmo que brevemente, o cotidiano de pesquisa de desenvolvimento dos aparatos juntamente com a reflexão teórica sobre a intersecção entre arte, *design*, arquitetura e tecnologia.

Além dos entrevistados e visitas técnicas, houve, ao longo da pesquisa, contato com diversos professores, profissionais e pesquisadores, cujas ideias e atuações foram, de certa maneira, importantes para a reflexão e compreensões sobre o tema da pesquisa. Dessa maneira, mencionamos Félix Luque, artista residente no *iMAL*, Lucas de Sordi, pesquisador no *IAAC*, Thomaz Diez, diretor do *IAAC*, Tom Bieling, pesquisador no *Design Research Lab*, Robert Stuart-Smith, professor da *AA* e diretor do *Kokkugia*, Franklin Lee, professor da *AA* e diretor do *SUBdV*¹⁶, Anne Save de Beaucueil, diretora do *SUBdV*.

12. Website: <http://www.aec.at/futurelab/en>

13. Website: <http://www.artcom.de/en/home/>

14. Website: <http://www.iaac.net/>

15. Website: <http://www.design-research-lab.org/>

16. Website: <http://www.subdv.com/>

Os experimentos práticos foram realizados dentro de contextos específicos. O primeiro deles, o processo do *Strings.Supple Pavilion*, foi iniciado no *workshop HIGH-LOW* do programa *Visiting School* organizado pela AA. Ao final desse *workshop*, do qual dois pesquisadores do Nomads.usp fizeram parte trabalhando na mesma equipe, os professores da instituição selecionaram o projeto para ser desenvolvido em maiores detalhes. Assim, se inicialmente na pesquisa de doutorado havia sido planejado alguns experimentos práticos para se compreender sobre os processos de *design*, a escolha em dar continuidade ao desenvolvimento do pavilhão tornou-se oportunidade de realizar as investigações, uma vez que seria necessário envolver muitos atores de áreas distintas e localizados em áreas geograficamente distantes (São Paulo, São Carlos e Londres) para detalhar um pavilhão híbrido e construí-lo em escala 1:1. Dessa maneira, o processo se estendeu por mais dois *workshops* organizados pela instituição. O segundo experimento ocorreu dentro do contexto do projeto de políticas públicas chamado “Territórios Híbridos: meios digitais, comunidades e ações culturais”, realizado pelo Nomads.usp em parceria com a Prefeitura Municipal de São Carlos e financiado pela FAPESP. Uma das ações do projeto, a Ação Fabricação Digital, envolveu o desenvolvimento de um pavilhão com o intuito de aproximar universos distintos, como o da comunidade que iria ter o pavilhão implantado no espaço público, de estudantes de arquitetura, das empresas fornecedoras de material e de prestação de serviços de fabricação digital, da universidade entre outros, através do uso das tecnologias digitais.

Estrutura da tese

A tese é composta por quatro capítulos. No primeiro capítulo, “Formulando a ideia de processos de *design*”, percorremos por uma investigação sobre os processos de *design* de maneira abrangente, procurando introduzir alguns autores na literatura especializada que abordam os processos sob várias perspectivas. O intuito, no entanto, é construir uma caracterização do que estamos considerando como processo de *design* a partir de diversos aspectos, como por exemplo, das relações entre os

atores, em como os conhecimentos, experiências e visões de mundo dos atores influenciam os processos e o uso dos meios digitais aproximando universos e condicionando ações e pensamentos.

No segundo capítulo, “Complexidade e a emergência nos processos de *design*”, apresentamos alguns conceitos das teorias fundamentadas pela Cibernética, pela Teoria Geral dos Sistemas e pelo recente campo dos sistemas complexos de maneira a construir um quadro teórico que permite a leitura dos processos de *design* a partir da complexidade que ele apresenta. Buscamos ainda as reverberações dessas teorias evidenciadas por autores que investigam ou escrevem sobre processos de *design*.

Com o aporte da caracterização sobre processos de *design* pela perspectiva sistêmica, as experiências práticas realizadas, o *Strings.Supple Pavilion* e a Ação Fabricação Digital, são analisadas no terceiro capítulo, “Processos de *design* pela prática”. A partir de experimentos práticos, pontuamos elementos que se aproximam ou se afastam da compreensão do processo como sistema complexo, buscando nos bastidores os aspectos que permitiram aos processos serem conduzidos da maneira que foram.

O quarto capítulo, “Construindo processos de *design* dialógicos”, por sua vez, traz uma reflexão propositiva com a criação de alguns cenários que podem ser aplicados aos processos de *design*. Não se trata de métodos de projeto, nem diretrizes específicas, mas sim um conjunto de orientações, em aberto que julgamos relevantes para os processos de *design* de aparatos híbridos. Apresentamos também as implicações, em várias ordens, de seguir tais orientações nos processos.

As conclusões apontam para os desdobramentos que um processo dialógico pode provocar nos mais distintos universos e encaminhamentos futuros enquanto pesquisa acadêmica.

1

FORMULANDO A IDEIA DE PROCESSOS DE DESIGN

Neste capítulo, construímos nossa concepção sobre processos de *design* percorrendo os estudos de diversos autores na área da arquitetura, do *interaction design*, e de outras relacionadas de alguma maneira com a questão da criação e desenvolvimento de um objeto, híbrido ou não. O objetivo, no entanto, não é fazer uma investigação aprofundada, mas a abordagem desses estudos nos fornece subsídios para criarmos parâmetros sobre o que estamos considerando como processos de *design*. As perspectivas são variadas, assim como os objetivos de cada uma delas, trazendo diversas interpretações. Em alguns casos, os processos são abordados como métodos para concepção projetual, em outros como uma relação entre problema e solução. Há ainda as perspectivas que compreendem os processos como um conjunto de ações exclusivas do *designer* como projetista, e em outros, incorpora diversos atores como clientes, usuários, financiadores, e assim por diante. O intuito neste capítulo é trazer algumas dessas perspectivas para discussão e o que apresentamos não se refere à totalidade dos estudos existentes. Não é nossa intenção tratar da problemática como mais um método de projeto, porém agora voltado para o desenvolvimento de aparatos híbridos. Para isso, a área do *interaction design* ou o *human-computer interaction* e outras correlatas, cada uma com seus objetivos específicos, já se

encarregam da tarefa.

Esta pesquisa também se dedicou a investigar o uso dos meios digitais no processo de *design*, uma vez que elas dão suporte ao processo como aporte instrumental, influenciando as ações dos atores nas atividades projetuais e produtivas, como também na esfera comunicacional entre os envolvidos no processo. Dessa maneira, neste capítulo, também construímos uma reflexão sobre o uso dos meios digitais nos processos de *design*.

A questão dos processos é, de fato, amplamente estudada apresentando uma vasta literatura especializada no assunto. Tão amplo quanto, também são os métodos, estratégias e abordagens que podem ser aplicados aos processos no intuito de se desenvolver um determinado produto. Muitos desses métodos já foram teorizados, colocados à prova, debatidos, contestados, derrubados e revisados, como os métodos de projeto da década de 1960. E vários outros continuam surgindo com as mais distintas ênfases. Assim, qual seria a contribuição desta pesquisa, dentro deste vasto universo? Delegamos para esta pesquisa uma outra abordagem que permite operar a partir de uma perspectiva ampliada indo além da questão de um método específico. Compreendemos que os processos sofrem influência de toda sorte de fatores que, ao final, reverberará no produto final. Mesmo não sendo nosso intuito realizarmos estudos comparativos entre os processos, tampouco nos aprofundarmos nas suas semelhanças e diferenças, não podemos negar a contribuição de tais estudos sobre processos de *design* e, por tal motivo, iremos abordá-los mesmo que de maneira superficial. Isso ajudará a apresentar com mais clareza a perspectiva ampliada para os processos de *design* pautados pelo olhar das teorias sobre sistemas e pela complexidade.

1.1. Do certo para o incerto: processos de *design* em construção

Na década de 1960, ganham força os estudos sobre processos de *design* através dos métodos de projeto na arquitetura. Jones (1973) entendia que

novos métodos eram necessários à atividade projetual do arquiteto para que este conseguisse abordar de maneira mais abrangente os problemas da época. Tratava-se de uma externalização dos processos mentais e desmistificação da ideia do gênio criativo e intuitivo que geralmente estava e ainda está, associada à atividade projetual na arquitetura.

A maioria dos métodos de *design* preocupam-se com o pensamento externalizado e são, portanto, baseados mais em suposições racionais do que místicas. Assume-se que o processo de *design* é inteiramente explicável, até mesmo para *designers* que não conseguem dar razões convincentes para todas as decisões que tomam.¹⁷ (JONES, 1973, p. 50, tradução nossa).

O desenvolvimento tecnológico das décadas de 1950 e 1960, promovido pela Segunda Guerra Mundial e, posteriormente, pela corrida espacial durante a Guerra Fria, foi uma das grandes influências para arquitetos interessados em racionalizar e externalizar o processo projetual na arquitetura (BAYAZIT, 2004; CROSS, 2007). As técnicas provenientes principalmente da Pesquisa Operacional¹⁸ [*Operational Research*] atraíram vários pesquisadores a investigar e aplicar em seus processos projetuais (BAYAZIT, 2004) técnicas e métodos utilizados nesse campo. Nesse momento, os métodos de projeto começaram a ganhar corpo e se dedicaram a estudar os processos de *design* em arquitetura, de maneira a diminuir a influência da análise subjetiva e do gênio criativo nas tomadas de decisão, cientificizando¹⁹ os processos de *design* (BAYAZIT, 2004; CROSS, 2010).

O evento que marcou a consolidação dos métodos de projeto pelo viés científico foi a Conferência sobre Métodos de *Design*, realizada em 1962, em Londres, e organizada por J.C. Jones e D.G Thornley. Após essa primeira conferência, vários outros eventos e simpósios foram realizados a fim de se discutir sobre processos de *design*. Entre eles, conforme destaca Bayazit (2004): *Conference on the Design Method*, realizado em 1965 em Birmingham; *Design Methods in Architecture Symposium*, em 1967, em Portsmouth, organizado por Geoffrey Broadbent e Anthony Ward; *The*

17. Do original em inglês: “The majority of design methods are concerned with externalized thinking and are therefore based on rational rather than on mystical assumptions. The design process is assumed to be entirely explicable, even though practising designers may be unable to give convincing reasons for all the decisions that they take”. (JONES, 1973, p. 50).

18. Pesquisa Operacional refere-se a um campo dedicado ao desenvolvimento de estratégias analíticas para melhorar as tomadas de decisão.

19. Segundo Cross (2010), pensar no *design* de maneira científica, no entanto, aparece também no início do século XX com o Movimento Moderno (CROSS, 2010). Porém, a relação entre ciência e *design*, nesse período, ocorria através dos produtos e não dos processos de *design*.

20. Do original em inglês: “*Design methods people were looking at rational methods of incorporating scientific techniques and knowledge into the design process to make rational decisions to adapt to the prevailing values, something that was not always easy to achieve. They were attempting to work out the rational criteria of decision making, and trying to optimize the decisions.*” (BAYAZIT, 2004, p. 19).

Design Activity International Conference, em 1977, em Londres; *Design Methods in Action Conference*, em 1977, em Berkeley; *Changing Design Conference*, em 1976, em Portsmouth, entre outros. Além disso, grupos de pesquisa nas universidades também foram criados dentre os quais Bayazit (2004) destaca o *Design Methods Group* da *University of California* em 1967. O objetivo de se estudar os métodos de projeto foi, principalmente, estabelecer estratégias lógicas para a tomada de decisão durante o processo entendendo que a produção arquitetônica não devia ser considerada como o resultado da inspiração do *designer*. Assim, os métodos eram o resultado de uma postura científica para revisar a influência da subjetividade no processo de *design*. Conforme Bayazit afirma:

As pessoas estavam procurando métodos racionais de incorporar técnicas e conhecimentos científicos ao processo de *design* para tomar decisões de forma a se adaptar aos valores predominantes, algo nem sempre fácil de se alcançar. Eles estavam tentando resolver critérios racionais de tomadas de decisão, e procurando otimizar as decisões.²⁰ (BAYAZIT, 2004, p. 19, tradução nossa).

Muitos dos conceitos sobre sistemas estavam presentes nessas abordagens, embora estas não apresentassem, de maneira geral, uma correlação direta e evidente. Segundo Rittel (1972), havia uma tentativa de realizar uma abordagem abrangente e sistêmica procurando uma visão do problema como um todo que, provavelmente, também esteve relacionada às diversas aplicações das teorias envolvendo sistemas em várias áreas do conhecimento, conforme veremos no capítulo seguinte. A área do planejamento urbano, por exemplo, seria uma das que mais se beneficiaria das análises sistêmicas uma vez que ela resulta da busca por soluções frente a problemas de natureza complexa.

Primeiramente, a atitude [do *designer*] deve ser, de certo modo, afastada do problema em mãos: ele deve tentar ser racional, objetivo e científico em enfrentar seus problemas. Em segundo lugar, é caracterizada

pela tentativa de compreender todo o sistema ao invés de alguém que se compromete com a melhoria de um fragmento. E em função do sistema ter várias faces e dos problemas decorrentes do planejamento não ser responsabilidade de uma única disciplina, a aproximação daquele que analisa o sistema e do *designer* deve necessariamente ser *interdisciplinar*. Alguns *designers* de sistemas gostam de se considerar generalistas em contraste ao especialista de um único campo. A quarta característica é que ele está tentando *otimizar*, ou seja, incorporar todos os aspectos importantes do problema de planejamento em mãos a uma medida de eficácia na qual ele tenta maximizar. O observador de sistemas lida com economia em um sentido amplo, não em um sentido monetário e orçamentário estreito: ele está tentando maximizar a produtividade no sentido de otimizar a alocação de recursos. Claro que é esperado que o pesquisador de sistemas seja inovador, ou seja, devolva novas soluções a partir da formulação do problema, ou, como se diz, da missão do projeto.²¹ (RITTEL, 1972, p. 390, tradução nossa).

Todos as ideias no trecho acima são condizentes com uma perspectiva sistêmica do problema, mas os primeiros métodos de projeto não conseguiram, de fato, ser colocados em prática. A razão está na própria ideia de cientificização como base para os métodos. Conforme Cross (2010) menciona, é necessário fazer a seguinte distinção entre *design* e ciência: “[...] método pode ser vital para a prática da ciência (onde seus resultados são validados), mas não para a prática de *design* (onde os resultados *não* devem ser repetidos, ou copiados).”²² (CROSS, 2010, p. 97, tradução nossa). Assim, no início da década de 1980, nas conferências sobre métodos de projeto já havia um sentimento de que não se podia estabelecer uma relação tão simplista entre ciência e *design* (CROSS, 2010). Nossa abordagem para os processos de *design*, no entanto, apesar de ter o respaldo de teorias construídas a partir de posturas sistêmicas, não busca por métodos para serem reproduzidos e aplicáveis em qualquer situação tal como foi sugerido nos métodos de projeto da década de 1960. A abordagem se constrói justamente na condição oposta à ideia de método replicável, ao assumir que os processos incorporam a influência

21. Do original em inglês: “First, his [designer’s] attitude should be somewhat detached from the problem at hand: he should try to be rational, objective and scientific in attacking his problems. Secondly, is characterized by the attempt to grasp the whole of the system rather than someone who undertakes piecemeal improvement. And because the whole system has many facets and because the problems of planning are not the responsibility of any single discipline, the approach of the systems analyst and designer must necessarily be interdisciplinary. Some systems designers like to call themselves generalists in contrast to the specialist of a single field. A fourth characteristic is that he is trying to optimize, i.e. to incorporate all relevant and important aspects of the planning problem at hand into one measure of effectiveness which he tries to maximize. The systems analyst deals with economics in the broad sense, not in the narrow monetary or budgetary sense: he is trying to maximize productivity in the sense of optimizing resource allocation. Of course the systems researcher is supposed to be innovative, i.e. to develop novel solutions from the formulation of the problem, or, as it is called, from the mission of the project.” (RITTEL, 1972, p. 390).

22. Do original em inglês: “[...] method may be vital to the practice of science (where it validates the results) but not the practice of design (where results do not have to be repeatable, and in most cases must not be repeated, or copied).” (CROSS, 2010, p. 97).

de inúmeros fatores que em sua essência são variáveis e não raramente conflitantes. Tal situação definitivamente não pode ser contemplada quando se assume que um método irá comandar as tomadas de decisão no processo.

Nesse sentido, Rittel (1972) aponta que o problema dos primeiros métodos era essencialmente o conceito de racionalidade aplicado ao processo projetual que gera um paradoxo para o próprio método. Para o autor, os métodos eram caracterizados pela definição de etapas sequenciais para resolver os problemas (RITTEL, 1972). Os passos seriam: [1] entendimento do problema; [2] coletar informação sobre o problema; [3] analisar a informação coletada; [4] criar soluções; [5] avaliar as soluções e escolher a que parecer mais adequada; [6] implementar; [7] testar; [8] modificar a solução e aprender para a próxima vez. Ao racionalizar o processo de *design* de tal maneira, os métodos tinham como premissa antecipar as consequências de cada ação realizada, ou seja, pensar antes de agir (RITTEL, 1972). Porém o problema, e daí o paradoxo, está na própria lógica imposta por tais métodos. Se, uma vez que o *designer* passasse a pensar nas consequências de seus atos, por lógica, ele deveria pensar também na consequência de se traçar tais consequências. Estabelece-se assim uma cadeia sem fim na qual o *designer* fica amarrado em um processo infinito. Outro paradoxo mencionado por Rittel (1972) é o momento em que no meio do processo o *designer* por algum motivo resolve encerrar essa cadeia de ações causais. Sendo o método uma racionalização, o encerramento do processo deveria estar atrelado a uma explicação lógica. Ora, mas se o método exige pensar constantemente nas consequências possíveis para cada ação e decisão tomada, gerando uma cadeia infinita, então não haveria como encerrá-lo por uma explicação racional e lógica, mas pela existência de alguma outra força, de natureza distinta da resolução racional do problema, que faria com que o *designer* colocasse um ponto final no processo. Assim, esses paradoxos criados pelos primeiros métodos foram um dos fatores que os conduziram para sua falência em termos de aplicabilidade às situações reais.

Rittel (1972) denomina esses métodos de primeira geração dos métodos. Além de expor o paradoxo da racionalidade, eles eram demasiadamente simples em relação aos problemas reais a serem resolvidos na atividade projetual, promovendo rigidez ao processo de *design* ao invés de estimular o trabalho com muitas variáveis com as quais o *designer* se deparava. Mesmo assim, como Bayazit (2004) afirma, os métodos da primeira geração foram necessários para se verificar que os problemas não podem ser simplesmente tratados como uma sequência de passos. Nesse aspecto, em análise sobre a falta de consistência dos primeiros métodos, Rittel (1972) sugere que o grande erro dos *designers* da primeira geração tenha sido considerar o problema de forma muito simples, que o autor denomina de problemas domesticados (*tamed problems*). A chave ainda estaria na compreensão dos problemas, assim como os *designers* da primeira geração faziam. Porém, para o autor, a natureza deles não seria simples, mas sim complexa, introduzindo, dessa maneira, a ideia de problemas capciosos (*wicked problems*). A essa nova postura frente aos problemas e os métodos de projeto que seguiam essa premissa, Rittel (1972) denomina de segunda geração dos métodos de projeto.

Sendo os problemas de natureza capciosa, Rittel (1972) afirma que eles possuem algumas características particulares e, em função disso, os procedimentos em projeto devem acompanhar as especificidades que os problemas apresentam. Nesse processo, Rittel (1972) entende que a compreensão do próprio problema acompanha a sua solução. Ou seja, enquanto se busca soluções para os problemas, o *designer* também vai compreendendo mais profundamente sobre ele. Entendimento e solução ocorrem concomitantemente e, portanto, não seria possível seguir os passos conforme os métodos da primeira geração haviam sugerido. Outra propriedade desse tipo de problema é a definição do encerramento do processo de *design*. Se nos primeiros métodos era necessário pensar nas consequências de qualquer ação tomada gerando uma cadeia infinita entre causa e consequência, quando os *designers* assumem que os problemas são de natureza capciosa, eles podem interromper o processo por motivos diversos, uma vez que não há uma lógica, pelo menos

não nos moldes dos métodos da primeira geração, nas consequências estabelecidas. Assim, quando o *designer* interrompe o processo, não significa que ele tenha chegado à melhor solução. Ao contrário, sempre é possível tentar uma solução supostamente melhor, como também não há certo e errado. O máximo que se pode dizer sobre elas é se são mais adequadas ou não, mas isso também varia conforme quem está avaliando. A consequência para o processo quando os problemas são considerados capciosos é a variedade de interpretações e soluções que eles podem assumir, tornando-os únicos. Isso significa que cada problema possui sua particularidade que não será vista em outros.

Nesse contexto, Rittel (1972) também defende a transparência no projeto, uma vez que o processo pode ser encerrado assim que desejado, ou quando a solução aparentemente mais adequada for encontrada. A escolha de tal solução em detrimento de outra varia conforme julgamento individual e não pela análise das consequências como os primeiros métodos sugeriam. Por tal motivo, é fundamental que haja a transparência no processo e que mais pessoas estejam envolvidas nele, o que significa tornar explícito o julgamento de cada indivíduo e que os motivos pelas quais certas decisões foram tomadas sejam comunicados entre todos os envolvidos. Esse procedimento, que Rittel (1972) considera fundamental para os processos, é denominado por ele de “objetificação”.

[...] Mas como temos visto, aqui importa quem julga, ou quem faz o argumento, ou quem passa pelo processo de planejamento. Nós nunca podemos ser objetivos em planejamento no sentido científico e, conseqüentemente, não há nada que se assemelhe ao planejamento científico. Isso é muito diferente de fazer ciência, pois importa quem executa o processo e quem está envolvido; por “objetificação” nós queremos dizer que nós devemos trocar informações com êxitos sobre as bases de nosso julgamento. Se você pode me contar por que você acha que o plano A é ótimo, você foi bem sucedido em objetificar seu espaço de julgamento para mim. E apesar de eu não estar convencido, eu entendo você agora. O pesquisador de sistemas da segunda geração espera que o melhor entendimento mútuo das bases do julgamento

dos outros, no mínimo, não signifique que seja menos provável de que as pessoas cheguem a um acordo. A maneira de deliberação não conduz a um acordo, embora possa levar ao entendimento; não se pode forçar o acordo, mas a probabilidade da concordância e o efeito de aprendizado sobre cada um é maior.²³ (RITTEL, 1972, p. 394, tradução nossa).

Com essa postura, Rittel (1972) inclui o *designer* como elemento fundamental e determinante no processo, pontuando questões importantes que os *designers* da primeira geração não haviam considerado por tentarem aplicar literalmente um procedimento científico e racional para a atividade projetual. O autor entende que, por mais que se tente racionalizar e aplicar métodos rígidos para diminuir a influência da intuição, ela sempre estará presente nos julgamentos que o *designer* irá fazer sobre o problema em questão. E, assim sendo, a transparência nas tomadas de decisão e a comunicação entre todos se tornam propriedades fundamentais e prioridade a ser assumida no processo.

Nesse aspecto, é possível traçar um paralelo entre as duas gerações de métodos de projeto com a Cibernética de Primeira Ordem e a Cibernética de Segunda Ordem. No primeiro caso, cujo principal representante é Norbert Wiener, o observador se posiciona do lado de fora dos sistemas que observa, assim como ocorre nos primeiros métodos de projeto nos quais os *designers* eram entidades posicionadas externamente aos problemas e ao processo para que seus juízos de valores não influenciassem no resultado. Já a Cibernética de Segunda Ordem, cujo termo foi cunhado por Heinz von Foerster, o observador está incluído nos sistemas de observação e sua presença altera o próprio sistema, tal como a segunda geração dos métodos de projeto propuseram, ou seja, os *designers* são partes do processo e assim sendo, seus juízos de valores, experiências, motivações, visões de mundo, entre outras qualidades que o definem, também passam a fazer parte do processo.

Schön (1982) concorda com Rittel (1972) no que se refere aos limites da racionalidade, porém sua análise não se atém à arquitetura, mas se

23. Do original em inglês: "[...] But as we have seen, here it matters who judges, or who makes the statement, or who goes through the planning process. We can never be objective in planning in the scientific sense and therefore there is nothing resembling scientific planning. This is very different from carrying out science, because it matters who carries out the process and who is involved; by 'objectification' we mean that we must successfully exchange information about the foundations of our judgement. If you can tell me why you say that plan A is great, you have succeeded in objectifying your space of judgement to me. And although I might not be convinced, I understand you now. The systems researcher of the second generation hopes that better mutual understanding of the bases of judgement of others at least does not make it less likely that people come to an agreement. Mode deliberation does not lead to agreement, though it may lead to understanding; one cannot enforce agreement, but the likelihood of agreement and the effect of learning from each other is greater". (RITTEL, 1972, p. 394).

24. Do original em inglês:
"From the perspective of Technical Rationality, professional practice is a process of problem solving. Problems of choice or decision are solved through the selection, from available means, of the one best suited to established ends. But with this emphasis on problem solving, we ignore problem setting, the process by which we define the decision to be made, the ends to be achieved, the means which may be chosen. In real-world practice, problems do not present themselves to the practitioner as givens. They must be constructed from the materials of problematic situation to a problem, a practitioner must do a certain kind of work. He must make sense of an uncertain situation that initially makes no sense. When professionals consider what road to build, for example, they deal usually with a complex and ill-defined situation in which geographic, topological, financial, economic, and political issues are all mixed up together. Once they have somehow decided what road to build and go on to consider how best to build it, they may have a problem they can solve by the application of available techniques; but when the road they have built leads unexpectedly to the destruction of a neighborhood, they may find themselves again in a situation of uncertainty"
 (SCHÖN, 1982, p. 39-40).

estende para qualquer atividade profissional. Schön (1982) explica que, entre as décadas de 1960 a 1980, os profissionais perceberam que seus métodos racionalizados, que ele chama de Racionalidade Técnica, não estavam contribuindo para resolver os problemas da sociedade, expondo, dessa maneira, a real fragilidade deles uma vez que focavam mais em resolver os problemas do que em configurar os problemas que se manifestavam para os profissionais de modos incertos, inesperados e complexos.

Da perspectiva da Racionalidade Técnica, a prática profissional é um processo de *resolução* de problemas. Problemas de escolha ou decisão são resolvidos através de seleção, dos meios disponíveis, mais adequados aos fins estabelecidos. Porém com essa ênfase na solução de problemas, ignoramos a configuração dos problemas, o processo pelo qual nós definimos a decisão a ser feita, os objetivos a serem alcançados, os meios que podem ser escolhidos. Na prática do mundo real, problemas não se apresentam de forma dada ao profissional. Construir a partir dos materiais da situação problemática para um problema, o profissional deve fazer um tipo de trabalho. Ele deve dar sentido a uma situação incerta que inicialmente não faz sentido. Quando profissionais pensam sobre qual estrada construir, por exemplo, eles geralmente lidam como uma situação complexa e mal-definida, na qual problemas geográficos, topológicos, financeiros, econômicos e políticos estão mesclados entre si. Uma vez que eles decidem qual estrada construir e passam a considerar qual a melhor forma de construí-la, eles podem ter um problema que podem resolver através da aplicação de técnicas disponíveis; mas quando a estrada que eles construíram conduz à destruição inesperada de uma vizinhança, eles podem se encontrar novamente em uma situação de incerteza.²⁴
 (SCHÖN, 1982, p. 39-40, tradução nossa).

Dessa forma, não é possível aplicar um procedimento de passos definidos para a resolução do problema. Schön (1982) também entende que cada situação com a qual o profissional precisa desenvolver em sua atividade prática, devido às incertezas e complexidades presentes, a caracteriza com uma unicidade que os métodos da Racionalidade Técnica

não são capazes resolver. Os métodos racionais, sendo eles rígidos e padronizados, pressupõem que as situações sejam equivalentes em sua natureza e, portanto, sujeitas à aplicação dos mesmos métodos. Mas, na realidade, cada situação apresenta-se de forma diferente, com suas particularidades e muitas variáveis. Se o profissional optar por utilizar sempre o mesmo método para as mais variadas situações, certamente ele irá falhar. Nas palavras de Schön (1982, p. 129, tradução nossa): “[...] Em função de cada profissional tratar seu caso como único, não pode lidar com ele aplicando teorias e técnicas padrões”²⁵.

25. Do original em inglês: “[...] *Because each practitioner treats his case as unique, he cannot deal with it by applying standard theories and techniques.*” (SCHÖN, 1982, p. 129).

Com essa análise, Schön sugere uma abordagem que ele chama de “prática conversacional reflexiva”. Tal abordagem não somente envolve a aplicação na ação de conhecimento adquirido (*knowledge-in-action*), mas também a reflexão ao longo das ações na prática profissional. Com essa estratégia o profissional não ficaria amarrado a métodos rígidos e aplicação de técnicas em passos sequenciais. Trata-se de um constante processo de agir e refletir durante a ação, que ao final se constitui como uma “conversação reflexiva com a situação” (SCHÖN, 1982). Segundo Schön (1982), seria por esse processo que, mesmo as situações que apresentem incertezas e complexidade, podem ser trabalhadas.

Sendo as situações únicas e particulares e os métodos pautados da Racionalidade Técnica insuficientes para lidar com elas, surge o problema da aplicação do conhecimento adquirido pelo *designer* que, segundo Schön (1982), também foi construído por meio de uma estrutura de ensino enraizada no paradigma da Racionalidade Técnica. O autor, no entanto, explica que o profissional pode construir um repertório por meio de suas experiências em função de cada situação com a qual ele se depara. Assim, a cada nova situação, o profissional pode recuperar em seu repertório as soluções que já foram adotadas previamente em um certo contexto e, talvez, se aplicadas em outra situação, mas considerando suas particularidades, pode vir a surtir um resultado igualmente satisfatório. Trata-se de um procedimento no qual o profissional adota o processo do “ver como” (*see-as*) para “agir como” (*do-as*). E para Schön (1982)

26. Do original em inglês:
"It is our capacity to see unfamiliar situations as familiar ones, and to do in the former as we have done in the latter, that enables us to bring our past experience to bear on the unique case. It is our capacity to see-as to do-as that allow us to have a feel for problems that do not fit existing rules". (SCHÖN, 1982, p. 140).

27. Do original em inglês:
"Their hypothesis-testing experiment is a game with the situation. They seek to make the situation conform to their hypothesis but remain open to the possibility that it will not. Thus their hypothesis-testing activity is neither self-fulfilling prophecy, which insures against the apprehension of disconfirming data, nor is it the neutral hypothesis testing of the method of controlled experiment, which calls for the experimenter to avoid influencing the object of study and to embrace disconfirming data. The practice situation is neither clay to be molded at will nor an independent, self-sufficient object of study from which the inquirer keeps his distance". (SCHÖN, 1982, p. 150).

esse percurso cognitivo do profissional permite que ele consiga tomar certas decisões frente a situações com as quais não havia confrontado anteriormente.

Esta é a nossa capacidade de perceber situações desconhecidas como familiares, e tornar o anterior para o que faremos em seguida, que nos habilita a trazer nossa experiência passada para sustentar em um caso único. É nossa capacidade para "ver-como" para "fazer-como" que nos permite a ter uma intuição por problemas que não se ajustam nas regras existentes.²⁶ (SCHÖN, 1982, p. 140, tradução nossa).

Mesmo recorrendo ao repertório para buscar uma possível solução, ainda é necessário adequá-la para uma situação específica em um processo que somente ocorre durante a ação reflexiva e de maneira experimental. Porém, diferentemente do experimento da pesquisa científica na qual a hipótese precisa ser comprovada, no experimento da prática profissional, hipótese é transformada em uma verdade. Assim, ao longo do processo o profissional elabora diversos testes, sendo que estes alteram a própria situação, com o objetivo de tornar a hipótese verdadeira. Descaradamente Schön sugere uma violação da ideia de experimento controlado, no sentido convencional e reducionista da investigação científica.

Suas [dos profissionais] experimentações com testes de hipóteses é um jogo com a situação. Eles [os profissionais] procuram transformar a situação conforme suas hipóteses, mas continuam em aberto para a possibilidade que isso não aconteça. Portanto sua atividade de teste de hipóteses não é nem uma profecia auto-realizável, que o garante contra a apreensão de dados não confirmados, nem é o teste de hipóteses neutro do método do experimento controlado, que demanda que o experimentador evite influenciar o objeto de estudo e adotar os dados desconformes. A situação prática não é nem uma massa a ser moldada à vontade, e nem um objeto de estudo independente e auto-suficiente do qual o investigador se mantém distante.²⁷ (SCHÖN, 1982, p. 150, tradução nossa).

Com isso, Schön (1982) inclui o profissional no processo, ou seja, ele passa a influenciar diretamente na totalidade da situação com a qual ele precisa trabalhar. Essa postura do profissional frente ao seu objeto, no caso da arquitetura, significa que o *designer* não é aquele que somente fornece soluções para certos problemas, mas também é aquele que configura todo o problema ao contrário do que o método da Racionalidade Técnica sugere. O profissional passa a ser responsável pelos problemas, pelas hipóteses, consequentemente pelo resultado final. Como Schön (1982, p. 151, tradução nossa) afirma: “[...] Os fenômenos que ele busca entender são, em parte, sua própria criação; ele está *no interior* da situação que ele busca entender”²⁸. Se o *designer* está no processo, e é aquele que configura toda a situação e o andamento das ações através da prática conversacional reflexiva, será ele também aquele que determina quando encerrar o processo, sendo que a solução encontrada não é a final, nem a correta, tampouco a melhor dentre as várias possíveis, visto que a busca da solução é também uma constante configuração da própria situação inicial. Assim, o processo só poderá ser encerrado quando o *designer* julgar que há um resultado satisfatório frente à situação que ele mesmo definiu. Nesse sentido, a visão de Schön (1982) também se assemelha com a de Rittel (1972) uma vez que cabe ao *designer* a decisão de interromper o processo que na realidade é um processo sem fim.

28. Do original em inglês: “[...] *The phenomena that he seeks to understand are partly of his own making; he is in the situation that he seeks to understand*” (SCHÖN, 1982, p. 151).

Assim, já na década de 1970, pesquisadores e estudiosos entenderam que a presença do *designer* não pode ser negligenciada. Suas experiências de vida, conhecimentos, comportamentos, juízos de valores, visões de mundo, entre muitas outras características que o *designer* carrega consigo, acabam se refletindo em suas ações e decisões dentro do processo. Se nos primeiros métodos os *designers* consideravam o objeto de desenvolvimento como um sistema, com a segunda geração os *designers* estão dentro do sistema e, portanto, o próprio processo de *design* passa a ser um sistema. No entanto, esses estudos contemplam o processo de *design* pontualmente, mais especificamente na definição do problema e a busca por soluções, enquanto atividade projetual. Mas o desenvolvimento de um produto engloba muito mais aspectos como,

por exemplo, a participação de outros atores, como eles se articulam, processos produtivos e assim por diante. Esses aspectos também estão presentes na configuração do problema, ou deveriam estar, e não são contemplados nos autores até agora mencionados.

Lawson (2005), por sua vez, procura por uma perspectiva mais ampliada que procura englobar diversos aspectos de maneira abrangente, mas que acaba, inclusive, por redefinir sua própria noção sobre processos de *design*. No entanto, sua investigação ainda parte de um viés pautado pela relação problema-solução. Assim, uma das questões apontadas por Lawson (2005) é o fato dos *designers*, como profissionais especializados, estarem acostumados a focar apenas na busca de soluções sem analisar em profundidade os problemas, constatação já feita, inclusive, por Schön (1982) e Rittel (1972). Trata-se, na visão do autor, de uma prática construída ainda nas escolas de arquitetura na qual os alunos são avaliados pelos resultados obtidos e não pelo processo. Certamente, o aprendizado envolve atividade prática e os alunos assimilam o conhecimento específico através da simulação de uma situação com a qual irão se deparar no seu cotidiano enquanto profissional. No entanto, muito dessa vida profissional não é passada para os alunos e os processos de *design* nas escolas acabam não incluindo as reais problemáticas com as quais os *designers* precisam entender e analisar. Como consequência os alunos só podem ser avaliados pelo produto final. A relação entre os problemas e as soluções no processo de *design* é assim mencionado por Lawson (2005):

[...] Certamente é sensato argumentar que, para o *design* realizar-se, um número de coisas deve acontecer. Geralmente deve existir uma descrição reunida, o *designer* deve estudar e entender as necessidades, produzir uma ou mais soluções, testá-las contra critérios explícitos ou implícitos, e assegurar o projeto para os clientes e construtores. A ideia, no entanto, que essas atividades ocorram nessa ordem, ou mesmo de que são eventos separáveis e identificáveis parece muito questionável. É mais provável que *design* seja um processo no qual cada problema e solução se fundem. Muitas vezes o

problema pode não ser de total entendimento sem uma solução aceitável para ilustrá-lo. De fato, clientes geralmente acham mais fácil descrever seus problemas referindo-a a soluções existentes que eles conhecem. Isto é muito confuso, mas continua como uma das várias características do *design* e por isso é muito desafiador e interessante projetar e estudar.²⁹ (LAWSON, 2005, p. 48, tradução nossa).

29. Do original em inglês: “[...] Certainly it is reasonable to argue that for design to take place a number of things must happen. Usually there must be a brief assembled, the designer must study and understand the requirements, produce one or more solutions, test them against some explicit or implicit criteria, and commit the design to clients and constructors. The idea, however, that these activities occur in that order, or even that they are identifiable separate events seems very questionable. It seems more likely that design is a process in which problem and solution emerge together. Often the problem may not even be fully understood without some acceptable solution to illustrate it. In fact, clients often find it easier to describe their problems by referring to existing solutions which they know of. This is all very confusing, but it remains one of the many characteristics of design that it is so challenging and interesting to do and study”. (LAWSON, 2005, p. 48).

Nessa perspectiva, a noção de problema para Lawson (2005) se expande para outras esferas que Schön (1982) e Rittel (1972) não haviam mencionado, incorporando atores de outros campos disciplinares, uma vez que na prática profissional eles, sem dúvida, estão presentes. Ciente de que os problemas não residem na atividade projetual apenas, como, por exemplo, na relação entre arquiteto e concepção espacial, Lawson (2005) apresenta uma análise sobre a natureza dos problemas no processo de *design*, criando um modelo que possa ser compreendido e aplicado por profissionais. Porém, o autor procura não determinar quais seriam os problemas, afinal, eles não estão aparentes, não são objetivos, não possuem limites óbvios e não são hierarquicamente organizados (LAWSON, 2005). Se assim são os problemas do processo de *design*, como poderíamos estudá-los então? E como seria possível criar um modelo para que possamos melhor entendê-los?

Em seu modelo, Lawson (2005) apresenta aspectos que iniciariam os problemas para os processos de *design*, ou seja, todas as instâncias que, segundo o autor, podem ser consideradas como fontes de problemas e situações com os quais o *designer* irá enfrentar. Assim, os “geradores dos problemas”, segundo o autor, seriam os clientes, os usuários, os próprios *designers* e os legisladores (entendidos como aqueles que fazem as normas e regras). Associados a esses geradores dos problemas, Lawson (2005) apresenta os “domínios das restrições” (*constraints*) que podem ser de ordem interna ou externa. As restrições internas seriam, no caso da arquitetura, um programa de necessidades, apenas para mencionar como exemplo. Já as restrições externas seriam aquelas das quais o *designer* não possui controle, uma vez que certos universos já estão consolidados

30. Do original em inglês:
 “[...] the model of design problems provides a structure within which we can explore these and many other issues. This model is not intended to form part of a design method but rather as an aid to the understanding of the nature of design problems, and thus only indirectly to assist in establishing a design process”. (LAWSON, 2005, p. 108).

Figura 1. Modelo de Lawson (2005) para a compreensão dos problemas. Imagem: (LAWSON, 2005, p.106).

e não dependem das ações dos *designers*, como por exemplo, os modos de produção, as propriedades dos materiais, entre outros. As restrições ainda possuem “funções” que Lawson (2005) separa nas seguintes categorias: “prática”, “radical”, “formal” e “simbólica. A “prática” refere-se às restrições relacionadas à produção, construção e montagem, ou, nas palavras do autor, “uma problemática ligada à tecnologia” (LAWSON, 2005, p. 103). Já a “radical” refere-se ao objetivo mais fundamental do projeto, como por exemplo, para o desenvolvimento de uma escola, seria a consideração do sistema educacional a ser implementado. A “formal” está relacionada a aspectos de proporção, forma, cor, textura, entre outros. E por fim, as restrições de ordem simbólica, ou seja, os significados associados ao projeto. O modelo de Lawson (2005) não se constitui como um método, tampouco procura abarcar todos os problemas com os quais o *designer* precisa trabalhar. Trata-se de uma estratégia ou orientação inicial para auxiliar o *designer* no entendimento dos problemas e conduzi-lo durante o processo, mas o modelo por si só não é capaz de fornecer todas as respostas sobre o processo de *design* (LAWSON, 2005).

[...] o modelo dos problemas do *design* fornece uma estrutura na qual nós podemos explorar esses e muitos outros problemas. Esse modelo não tem intenção de configurar parte de um método de *design*, mas sim contribuir para o entendimento da natureza dos problemas de *design* e, assim, apenas auxiliar indiretamente no estabelecimento de um processo de *design*.³⁰ (LAWSON, 2005, p. 108, tradução nossa).

Lawson (2005), portanto, ao entender que o processo está relacionado com os problemas do *design* e com a busca por suas soluções, acaba fornecendo algumas propriedades que, inclusive concordam, com as considerações de Rittel (1972) ou Schön (1982), embora sua concepção para os problemas seja mais ampliada do que nos outros dois autores. Os pressupostos de Lawson (2005) para os processos de *design* não se constituem em uma novidade, mas para reforçar as congruências existentes entre os autores, assim apresentamos: (I) o processo não possui fim, uma vez que os problemas do *design* apresentam-se de

diversas formas e variam conforme as soluções; (2) não há processo correto e infalível; (3) o processo envolve tanto encontrar como resolver os problemas, ou seja, ambos ocorrem simultaneamente durante o processo; (4) o projeto envolve julgamento subjetivo; (5) o projeto é prescritivo, ou seja, o *designer* se preocupa com aquilo que poderia ou deveria ser, assim ele cria o futuro; (6) *designers* trabalham dentro de um certo contexto o que significa que o *design* não é um fim em si mesmo, sempre há uma consequência para os atos do *designer* (LAWSON, 2005).

Se nos primeiros métodos de projeto os problemas eram abordados de maneira simplificada (BAYAZIT, 2004) e eram baseados em procedimentos mecanicistas (LAWSON, 2005), adotando a racionalidade técnica (SCHÖN, 1982) como base, eles passaram a ser considerados por sua natureza capciosa (RITTEL, 1972), exigindo que o atores realizem uma conversação reflexiva com o projeto (SCHÖN, 1982). Assim, com essas revisões sobre os processos de *design*, que colocam em xeque os métodos racionalistas de projeto, vários são os pontos de convergência e as similaridades entre eles reforçam a compreensão de que não é possível estabelecer uma sequência de passos determinados que devem ser seguidos pelos *designers*, ou por outros profissionais, ao longo do processo. Como pudemos verificar, problema e solução parecem se configurar simultaneamente no processo, não sendo possível estabelecer uma sequência lógica entre a problemática e as soluções para elas.

Se Rittel (1972), Schön (1982) e Lawson (1985) acreditam que problema e solução não são instâncias distintas, mas sim formuladas ao mesmo tempo, Löwgren e Stolterman (2007), por sua vez, em uma visão mais contemporânea e no campo do *interaction design*, corroboram essa postura, ao entenderem que os processos são únicos, mas divergem dos autores anteriores em relação ao termo “problema” e “solução”, uma vez que essas palavras pressupõem que haja uma problemática definida previamente à sua solução. Além disso, os termos sugerem que possa existir um certo ou errado para as soluções, quando na realidade, o que existe é apenas o mais a apropriado para aquela situação específica,

31. Do original em inglês: *“Every design process is unique. The preconditions for design work change from one occasion to the next. This means that design work is impossible to predict. If the outcome can be predict, it is by definition not a design process. Every design process is affected by the people responsible for carrying out the work and by existing conditions, such as available staff, tools, and time. The process is also a consequence of the specifics of the design situation at hand. The combination of these three elements - the designer, the resources, and the situation - is always unique [...]. Even though this process might have a lot of characteristics in common with other design processes, it is still never possible to fully prescribe or predict. Ultimately particular processes create specific conditions for the designer.”* (LÖWGREN, STOLTERMAN, 2007, p.9).

assim como Rittel (1972) e Schön (1982) também indicam. Mas Löwgren e Stolterman (2007) vão além e apresentam outros elementos que tornam os processos tão distintos entre si:

Todo processo de *design* é único. As pré-condições para o trabalho projetual variam de uma situação para outra. Isso significa que o trabalho projetual é muito difícil de prever. Se o resultado pode ser previsto, por definição não é um processo de *design*. Todo processo é afetado por pessoas responsáveis por realizar o trabalho e pelas condições existentes, tais como equipe disponível, ferramentas e prazos. O processo é também uma consequência das situações específicas de projeto. A combinação desses três elementos - o *designer*, os recursos, e a situação - é sempre única [...]. Mesmos esses processos podem ter várias características em comum com outros processos de *design*, e ainda assim, nunca é possível prevê-los completamente. Por fim, processos particulares criam condições específicas para o *designer*.³¹ (LOWGREN, STOLTERMAN, 2007, p.9, tradução nossa).

Ao final, chegamos ao consenso de que o processo é demasiadamente complexo e qualquer método de projeto pode conduzir o *designer* a compreensões equivocadas sobre a situação com a qual está trabalhando ou ainda levá-lo a ignorar vários e diversos fatores. Além disso, o *designer* também faz parte do processo juntamente com outros profissionais e a participação de todos esses atores não pode ser negligenciada. Nesse aspecto, na prática arquitetônica, Cuff (1992) faz uma análise do processo de *design* de uma maneira ampla, incorporando todos os atores envolvidos e considerando-os como parte de um processo social que ela chama de “cultura da prática”, ou mais especificamente, como “sistema cultural da prática arquitetônica” (CUFF, 1992). Cuff (1992) analisa o processo de *design* por uma perspectiva que vai além da concepção espacial e do trabalho de detalhamento de projeto, expandindo as habilidades específicas que caracterizam um arquiteto para outras competências necessárias que ele desempenha em seu cotidiano, como o gerenciamento e administração do escritório, da relação com equipes de projeto, sócios, parceiros, colaboradores e clientes. Ou seja, o processo de

design não pode ser entendido por meio do estudo das atividades de uma única pessoa, no caso, o arquiteto, mas sim, por todas as relações com outros profissionais, afinal, como Cuff (1992) afirma, os produtos desse processo são resultado de uma ação coletiva:

O ponto fundamental é apenas um: o *design* de nosso ambiente construído emerge de uma ação coletiva. Tipicamente, acredita-se que o projeto é um esforço criativo individual, evocando imagens das últimas noites na prancheta. De fato, esta é uma significativa parte na construção de edifícios, mas não é o suficiente para explicar o processo de *design*.³² (CUFF, 1992, p. 13, tradução nossa).

32. Do original em inglês: “The fundamental point is a simple one: the design of our built environment emerges from collective action. Typically design is believed to be an individual’s creative effort, conjuring up images of late nights at the drawing board. Indeed, this is a significant part of making buildings, but it is not sufficient to explain the design process.” (CUFF, 1992, p. 13).

Sendo resultado de uma ação coletiva, só podemos compreender os produtos do processo de *design* se lançarmos um olhar para todos os atores, com suas contribuições e influências e as interações que ocorrem entre eles. A análise de Cuff (1992) para o processo de *design* na arquitetura é fundamentada principalmente na etnografia. Contudo, mesmo sem mencionar ou sugerir uma leitura pela perspectiva sistêmica, Cuff (1992) entende que o processo de *design* deve ser compreendido de uma forma abrangente e as ações presentes nele são, na verdade, resultado de complexas interações entre os atores desse processo que, ao final, resultará em um produto arquitetônico. Portanto, essa leitura já nos fornece um indício de que, de fato, é necessário abordar os processos de *design* a partir do envolvimento de todos os profissionais da equipe, e não apenas nas habilidades específicas da área da arquitetura. Esta pesquisa de doutorado também parte do princípio que as interlocuções entre os atores do processo são peças-chave e estão intimamente vinculadas ao produto final do processo, o que pressupõe, portanto, investigar como os profissionais se comunicam, como organizam as etapas do processo, como tornam congruentes as intenções e objetivos de cada ator, e como equalizam os termos e conceitos de seus universos específicos para evitar equívocos.

Nos autores até agora apresentados há pouca menção sobre as

tecnologias digitais no processo. Mas se estamos assumindo que a interlocução entre os atores do processo é uma propriedade importante, o meio digital permite as trocas de informação de maneira a englobar todos os que possuem algum vínculo com o processo. Com a informação alcançando mais atores e com a possibilidade de criar esferas para o diálogo entre eles, abre-se um caminho possível para que novas ideias possam emergir.

Nas áreas que nasceram para se dedicar ao desenvolvimento de produtos interativos, como o *interaction design*, por exemplo, a presença de inúmeros atores de diversos campos do conhecimento é premissa do processo de *design*. Moggridge (2007), Sharp, Rogers e Preece (2007); McCullough (2004) e Winograd (1997) ressaltam o caráter multidisciplinar do processo e nele, profissionais de distintas áreas de conhecimento, que normalmente não se agrupariam para um determinado trabalho, precisam conjuntamente desenvolver um aparato híbrido. Não apenas é priorizada a presença de profissionais de áreas como arquitetura, artes, ciências da computação, engenharias elétrica e mecânica, ciências sociais, antropologia, psicologia entre outras, como também se mostram como essenciais, uma vez que sem uma equipe com esse caráter não seria possível lidar com as particularidades de um aparato híbrido. Ora, mas se pensarmos no contexto da construção civil, a formação de uma equipe multidisciplinar também é essencial e uma premissa para a construção de qualquer edificação. Engenheiros civis, engenheiros eletricitas, engenheiros mecânicos, arquitetos, incorporadores e assim por diante, também são de áreas distintas que precisam se articular entre si para desenvolver seus produtos. No entanto, talvez em função de uma articulação de longa data, já há uma consolidação dos papéis que cada ator deve desempenhar nos processos, situação que não ocorre, pelo menos ainda não, no desenvolvimento de aparatos híbridos.

Os benefícios de uma equipe multidisciplinar formado por diversos *backgrounds* potencializa o surgimento de ideias e métodos, segundo Sharp, Preece e Rogers (2007). Mas em função dessa situação, para os

processos de *design* de aparatos híbridos, na qual equipes de áreas tão distintas precisam trabalhar de maneira coletiva, há um problema que acaba por reforçar a necessidade da constante interlocução e conversação entre os profissionais. Tal problema estaria, segundo Sharp, Preece e Rogers (2007), em uma compreensão equivalente para todos em relação aos termos utilizados. Ou seja, no estabelecimento de uma base comum para todos os envolvidos no processo.

Quanto mais pessoas com diferentes *backgrounds* estão envolvidas na equipe de *design*, mais difícil será para se comunicar e avançar em direção aos projetos a serem desenvolvidos. Por quê? Pessoas com diferentes *backgrounds* possuem diferentes perspectivas e formas de ver e falar sobre o mundo. [...] Similarmente a compreensão de um cientista da computação sobre o termo representação é frequentemente muito diferente daquela de um *designer* gráfico ou de um psicólogo.³³ (SHARP; ROGERS; PREECE, 2007, p. II, tradução nossa).

33. Do original em inglês: *"The more people there are with different backgrounds in a design team, the more difficult it can be to communicate and progress forward the designs being generated. Why? People with different backgrounds have different perspectives and ways of seeing and talking about the world. [...] Similarly a computer scientist's understanding of the term 'representation' is often very different from a graphic designer's or a psychologist's"* (SHARP; ROGERS; PREECE, 2007, p. 11).

Dessa maneira, sem uma comunicação e alinhamento dos termos utilizados ao longo do processo de *design* de produtos interativos, o processo tanto pode não se desenrolar como também pode ainda gerar diversos equívocos de ordens conceituais e técnicas. Nesse sentido, é necessário elaborar estratégias para que profissionais consigam acordar (ou discordar) sobre os termos utilizados. Além disso, sendo de áreas tão distintas, os profissionais possuem valores e visões de mundo completamente diferentes entre si. Como Sharp, Preece e Rogers (2007) mencionam, aquilo que é considerado como um valor positivo para um profissional pode não ser para um outro. Dessa maneira, não apenas é necessário estabelecer uma base comum em relação aos termos e conceitos, mas é preciso ainda estimular uma articulação entre os profissionais para que eles exponham seus juízos de valores, ideias, percepções, e assim por diante, mesmo que eles sejam conflituosos.

Trata-se da transparência que Rittel (1972) diz ser necessária para o processo, porém aplicado um outro campo de conhecimento. Contudo, tal articulação não pode se restringir a um informativo sobre o que cada

34. Do original em inglês: “Designers need to know different things about users, technologies, and interactions between them in order to create effective user experiences. At the very least, they need to understand how people act and react to events and how they communicate and interact with each other. To be able to create engaging user experiences they also need to understand how emotions work, what it means by aesthetics, desirability, and the role of narrative in human experience” (SHARP; ROGERS; PREECE, 2007, p. 11).

35. IDEO é uma empresa de consultoria em *design* que auxilia outras empresas a desenvolver produtos e serviços frente às inovações tecnológicas disponíveis, mas focando na relação entre usuário final e aparato tecnológico. Website: <http://www.ideo.com/>.

designer pensa, uma vez que cada profissional ainda apresenta processos cognitivos específicos respaldados por teorias, linguagens e habilidades referentes a cada campo do conhecimento. Entendemos que, além de justificar os motivos pelas quais cada ator tomou cada decisão e ação, é necessário ainda revelar os processos mentais que o conduziram. Nesse sentido, Schön (1982) afirma ser uma tarefa difícil para um profissional compreender os processos cognitivos de outras áreas distintas das dele. Os meios digitais, por sua vez, podem auxiliar na função de criar vínculos, mas é necessário elaborar mais estratégias para que haja, de fato, uma articulação consistente entre os profissionais.

Além da equipe multidisciplinar, as áreas destinadas a desenvolver aparatos híbridos precisam considerar em seus processos o usuário, ou como preferimos, interatores, uma vez que a existência do produto está condicionada pelas ações do objeto em conjunto com as ações de um interator. Sendo assim, o papel que o interator assume no processo de *design* torna-se essencial e o *designer* precisa desenvolver a competência necessária para trabalhar com questões que vão além de uma determinação técnica. Nesse sentido, Sharp, Rogers e Preece (2007) enfatizam:

Os *designers* precisam saber diferentes coisas sobre usuários, tecnologias e interações entre eles para criar experiências efetivas. Em última instância, eles precisam entender como pessoas agem e reagem a eventos e como elas se comunicam e interagem entre si. Para serem capazes de criar experiências envolventes, eles precisam também entender como as emoções funcionam, o que se compreende por estética, desejos e o papel da narrativa na experiência humana.³⁴ (SHARP; ROGERS; PREECE, 2007, p. 11, tradução nossa).

Moggridge (2007), um dos fundadores do IDEO³⁵, acredita no poder que as pessoas (usuários) exercem no processo de *design* ao fundamentar sua abordagem sobre o desenvolvimento de aparatos tecnológicos em duas bases, sendo que uma delas refere-se exatamente aos interatores. Conforme o autor afirma: “se você pretende criar bons projetos, primeiro

você deve entender as pessoas – o que elas precisam, querem e apreciam, e também como elas pensam e se comportam”³⁶ (MOGGRIDGE, 2007, p. 725, tradução nossa).

36. Do original em inglês: “[...] *if you are going to create good designs, you first have to understand people – what they need, want and enjoy, as well as how they think and behave*” (MOGGRIDGE, 2007, p. 725).

O processo de *design*, portanto, já foi entendido como aquele em que o *designer* fora posicionado do lado externo ao processo, como o observador do sistema, já fora respaldado por uma revisão que passou a incluir *designer* no processo, sendo, portanto, parte do sistema, e ao final, passara de uma esfera restrita somente a *designers* e para uma abrangência que permitira englobar outros atores de distintos universos. Em função dessa perspectiva ampliada sobre os processos, entendemos que além de admitir a presença de inúmeros atores de diversos campos do conhecimento, é necessário incentivar a comunicação e as trocas de conteúdos e procedimentos entre eles. Nosso propósito com esta pesquisa é, portanto, investigar o processo de *design* considerando essa definição ampliada através do respaldo de teorias construídas sobre a ideia de sistema focando principalmente pela noção de complexidade e pela compreensão de como os meios digitais se apresentam nele.

1.2. Tecnologias digitais alterando processos de *design*

Conforme já apresentamos na Introdução desta tese, o que qualifica um produto como híbrido é a intersecção entre instância física e digital. Mencionamos também a importância que a interação significa para tal aparato e a indispensável presença do interator no processo pela própria condição técnica que as tecnologias digitais nos colocam através da estruturação conjunta entre ações do objeto e ações do interator descritos através de algoritmos. Segundo Reas, McWilliams e Barendse (2010), escrever as linhas de código em função dos comportamentos e ações se constitui em uma outra maneira de se estruturar o pensamento, implicando em um modo de pensar baseado em procedimentos e relações que os autores chamam de alfabetização processual. Portanto, as consequências ao se escrever as linhas de código não são apenas técnicas

(REAS; McWILLIAMS; BARENDOSE; 2010), embora sejam determinadas por elas.

Além da questão processual presente no desenvolvimento de aparatos híbridos, há ainda a necessidade de se trabalhar na intersecção de instâncias que apresentam naturezas distintas, ou seja, a física, com suas restrições em termos de propriedades materiais, construtibilidade e dimensões, e a virtual, que permite em vasto mundo de possibilidades. Ora, é certo que as linhas de código possuem limitações em relação à linguagem de programação escolhida, pois existem inúmeras linguagens que podem ser adotadas, com sintaxes específicas, o que acarretaria em uma restrição ao se construir um algoritmo. Porém, mesmo assim, as possibilidades de construção são imensas, sendo possível inserir diversos condicionantes e variáveis, considerando ainda que a cada ano novas linguagens de programação surgem para os mais variados fins. Trata-se, portanto, de um desafio em coordenar o desenvolvimento tanto da instância física quanto o da instância virtual. Afinal como desenvolver uma instância que apresenta diversas limitações e restrições com uma na qual tudo, ou quase tudo, é possível?

Portanto, ao pensar em termos de ações e comportamentos, ou seja, pensar de maneira processual, a coordenação das instâncias tangíveis e intangíveis se mostra como uma particularidade inerente ao *design* dos aparatos híbridos, tornando seu processo tão distinto. Conforme já mencionamos anteriormente, algumas áreas foram criadas especificamente para esse fim, como o *interaction design*, e possuem estratégias e metodologias próprias para o desenvolvimento dos produtos com essas características e não são orientadas por critérios de ordem técnica, ou seja, aqueles pautados com o intuito de auxiliar os desenvolvedores na escolha da melhor linguagem de programação ou em como montar os circuitos eletrônicos, embora essas questões sejam importantes no processo. As estratégias são orientadas para fornecer aos atores do processo um conjunto de instrumentos para que seja possível compreender as ações e comportamentos dos interatores ao

interagir com um aparato híbrido implicando em investigar, através de muitas perspectivas, o próprio comportamento humano.

Uma das estratégias que os *interaction designers* utilizam para se compreender comportamento das pessoas ao desenvolver algum produto, é a criação de “personas” (SAFFER, 2007; SHARP, ROGERS, PREECE, 2007; KOLKO, 2010). Trata-se de uma construção hipotética de um interator com características e personalidade precisas para se compreender os possíveis comportamentos dele em relação a um certo contexto, situação e interação com um produto. Essa construção é realizada a partir da observação e interlocução com os usuários (SAFFER, 2007), mas não são os próprios usuários. Além disso, conforme Saffer (2007) enfatiza, as *personas* não podem ser elaboradas a partir de dados demográficos, uma vez que as ações e as motivações que levam um interator a utilizar certos produtos não são extraídos desse tipo de informação, exceto quando há uma relação direta com algum comportamento (SAFFER, 2007), como por exemplo, o uso de um produto que pode ser diferenciado em função da idade. A criação de personas, no entanto, sofre com a possibilidade dos *designers* invocarem personagens estereotipados e superficiais que, para o processo de *design*, pode conduzir a compreensões equivocadas.

37. Do original em inglês: “Creating a Persona that is believable is difficult. Charming this Persona into life is even harder. It is easy to inadvertently produce a shallow, superficial representation of a group of people, and this representation only serves to reinforce existing - and often inaccurate - stereotypes. But if one is able to create a good Persona, a description that is backed by actual research and that celebrates the unique qualities of the target audience, the value of the Persona as a method becomes dramatically clear. The Persona begins to become an active member of the design team, and questions can be answered not by asking “what would the user want” or “what does making require”, but instead, “What does Jill (our Persona) truly need?” If an engineer begins to ask these questions, he has, essentially, embraced the notion of designing for humanity rather than for technology.” (KOLKO, 2007, p. 45-46).

Criar uma Persona factível é difícil. Trazer esta Persona à vida é ainda mais difícil. É fácil produzir, inadvertidamente, uma rasa e superficial representação de um grupo de pessoas, que serve apenas para reforçar - frequentemente imprecisos - estereótipos existentes. Mas se alguém é capaz de criar uma boa Persona, descrição suportada pela investigação real e que apresenta as qualidades únicas do público-alvo, o valor da Persona como um método, torna-se radicalmente claro. A Persona começa a se tornar um membro ativo da equipe de projeto, e perguntas podem ser respondidas não pelas perguntas “o que o usuário quer” ou “ou o que ele precisa”, mas, ao invés disso, “o que Jill (nossa Persona) realmente precisa?” Se um engenheiro começa a fazer estas perguntas, ele, essencialmente, envolveu a idéia de se projetar para a humanidade, em vez de projetar para a tecnologia.³⁷ (KOLKO, 2007, p. 45-46).

38. Do original em inglês:
"First, a scenario needs to include a product and a person. In the early stages of Interaction Design development, the product may not actually exist yet. The scenario development is also a form of product development. The product may be thought of as an ambiguous shape or a piece of information space; it need not to be concrete.

Next, a compelling story is created that includes precise detail, sensory awareness, and vivid descriptors. Precision implies an exacting, accurate, and well-defined point of view. When combined with detail, the audience receives a comprehensive and thorough verbal discussion.[...] The elements present in a story include a plot, characters, a setting, a climax and an ending. These are also the major elements in a movie or in a television show, and create the general formulaic essence of storytelling. Finally, the guiding principles of a compelling story include a point of view and the overarching goal of the story."
 (KOLKO, 2007, p. 48).

Figura 2. Exemplo de construção de uma persona. (SAFFER, 2007, p. 97).

Com essa perspectiva sobre a criação de personas, *interaction designers* precisam desenvolver um perfil completo para uma pessoa fictícia que contemple não apenas gostos, interesses e idade, mas também a rotina cotidiana, lugares que costuma frequentar, equipamentos que usa no dia-a-dia, profissão, onde trabalha, como se desloca na cidade, entre outros. Também acrescentam nome para cada persona, bem como endereço e, inclusive, uma imagem que a represente (SAFFER, 2007). Porém, como Saffer (2007) pontua, criar personas não auxilia o *designer* se não há um contexto para explorar os comportamentos de cada uma. Dessa maneira, *designers* precisam também se dedicar à criação de cenários nos quais a persona irá interagir com o produto em desenvolvimento para criar uma narrativa (KOLKO, 2007; SAFFER, 2007) para a interação. Assim, os cenários devem contemplar os seguintes componentes:

Primeiro, um cenário precisa incluir o produto e uma pessoa. Nos primeiros estágio do desenvolvimento no *interaction design*, o produto pode não existir ainda. O desenvolvimento do cenário é também uma maneira de desenvolvimento do produto. O produto pode ser pensado como uma forma ambígua ou uma parte do espaço informacional; ele não precisa ser concreto.

Em seguida, uma história convincente que inclua detalhes precisos, consciência sensorial, e descrições nítidas. A precisão implica em uma perspectiva exata, apurada, e bem-definida. Quando combinadas em detalhes, o público recebe uma abrangente e minuciosa discussão verbal. [...] Os elementos apresentados em uma história incluem um enredo, personagens, um ambiente, um clímax e um final. Esses são também os principais elementos em um filme ou um programa de televisão, e criam a essência básica da narrativa. Por fim, as diretrizes gerais de uma história convincente incluem a visão e os objetivos abrangentes da história.³⁸ (KOLKO, 2007, p. 48, tradução nossa).

A narrativa criada, ao final, gera uma *storyboard* na qual *designers*, usando imagens e textos (SAFFER, 2007), contam como ocorre uma interação em um determinado contexto e conforme as características das personas e

dos cenários, permitindo a visualização da interação para um produto que ainda está em fase de concepção. Essas estratégias, a construção de personas, cenários e narrativas que *designers* utilizam servem para dar o aporte necessário para a compreensão dos comportamentos humanos e não para o desenvolvimento da tecnologia em si, que será decorrência do entendimento das possíveis ações do realizadas pelos interatores.

Mas se o foco do *interaction design* recai, principalmente, sobre a compreensão do comportamento dos interatores, é possível dizer que é em função dele ter nascido a partir do desenvolvimento das tecnologias digitais e, portanto, a questão técnica não se constitui como um problema a ser superado por seus atores, ou que necessita ainda ser incorporada em seus processos e produtos. Na arquitetura, por sua vez, há um movimento para se compreender as influências de tais tecnologias nos processo promovendo novos procedimentos ou alterando os já estabelecidos e consolidados procedimentos, tal como tem acontecido no contexto contemporâneo no qual pesquisadores, estudiosos e profissionais têm debatido sobre o assunto de maneira vigorosa.

1.2.1. Máquinas que pensam?

Imaginar que uma máquina poderia pensar, projetar ou arquitetar algo, não é nenhuma novidade e, tampouco, exclusiva da área da arquitetura. No processo de *design*, o uso do computador e o desenvolvimento do campo da inteligência artificial fez com que muitos arquitetos passassem a imaginar a possibilidade de uma máquina que pudesse projetar junto com o eles. Negroponte (1972), na década de 1970, idealizou uma máquina de projetar (*architecture machine*) que, associada aos arquitetos, seria capaz de desenvolver projetos. Pelo uso delas, Negroponte (1972) afirmava que as máquinas poderiam modificar o processo de *design* de três formas: (1) automatizando procedimentos; (2) alterando os métodos para se encaixarem nas especificações e constituição de uma máquina para que somente questões supostamente compatíveis com elas fossem

Dave writes the word *Weather* and circles it.

The page is replaced by the local weather forecast.

After reading the page, Dave draws an X across it and the page disappears.

Figura 3. Exemplo de uma *storyboard* criada no processo de *design* entender a interação de uma persona com o aparato híbrido. (SAFFER, 2007, p. 103).

39. Do original em inglês: *"Intelligence is a behavior. It implies the capacity to add to, delete from, and use stored information. What makes this behavior unique and particularly difficult to emulate in machines is its extreme dependence on context: time, locality, culture, mood, and so forth"*. (NEGROPONTE, 1972, p. 1).

contempladas; (3) considerando o processo de *design* evolutivo no qual, em função da presença de uma máquina também evolutiva, haveria treinamento mútuo, resiliência e crescimento (NEGROPONTE, 1972) tanto dos *designers* quanto das máquinas.

Frente a essas três possibilidades de uso das máquinas no processo, Negroponte (1972) considerava apenas a terceira delas, ou seja, o processo evolutivo. Isso significa que a relação homem/máquina não seria uma relação servidor/mestre. Para o autor, homem e máquina seriam entidades distintas, mas intimamente associadas para promover o auto-aperfeiçoamento (NEGROPONTE, 1972). Para isso, as máquinas precisariam ser dotadas de inteligência que, conforme o autor comenta, era entendido como uma propriedade negativa que desprezaria valores intrinsecamente humanos (lembrando que essa concepção de inteligência artificial de Negroponte é datada). No entanto, a inteligência era considerada necessária por Negroponte (1972) para poder, entre outras coisas, reconhecer o contexto em que ela se inseriria para desempenhar sua atividade projetual. Certamente ele partia do pressuposto inicial de que as máquinas são imprescindíveis para o processo de *design* e, sendo elas tão necessárias, deveriam ser capazes de ler e entender o mundo real. Mas o próprio Negroponte (1972) também já havia apontado para as dificuldades que uma máquina teria para reconhecer contextos:

Inteligência é comportamento. Isso implica que a capacidade de adicionar, deletar e usar informações armazenadas. O que torna este comportamento único e particularmente difícil de emular em máquinas é sua dependência extrema de contexto: tempo, localidade, cultura, humor, e assim por diante.³⁹ (NEGROPONTE, 1972, p. 1, tradução nossa).

Embora as máquinas de projetar apresentassem essa dificuldade de se adaptar a diversas situações, elas poderiam ser empregadas de maneira que, pacotes de informação pudessem ser tratados individualmente e em detalhes (NEGROPONTE, 1972). Elas se concentrariam nos detalhes, no particular, enquanto que os arquitetos, por sua natureza humana,

se dedicariam para os aspectos gerais. Essa associação entre homem e máquina precisaria ainda, segundo o autor, ser firmada pelo treinamento mútuo através do diálogo e, obviamente, compartilhando uma linguagem em comum. Isso significaria também tornar a relação entre máquina e homem tão íntima que, nenhum homem poderia usar a máquina de outro, bem como nenhuma máquina poderia dialogar com outra. A essa relação Negroponte (1972) chamou de “simbiótica”. Portanto, a máquina de arquitetura idealizada por Negroponte (1972) deveria ser dotada de inteligência para reconhecer contextos, dialogar com o *designer* e ainda construir uma relação simbiótica com ele.

40. Do original em inglês: “[...] *people enjoy designing - and, I believe, people are very good at designing.*” (CROSS, 2010, p. 41).

É evidente que a inteligência em máquinas é possível, mas não como Negroponte imaginava. O campo da Inteligência Artificial dedica-se ao estudo da inteligência em máquinas e tem adotado principalmente a cognição humana como um modelo para ser utilizado nas máquinas capazes de “pensar” (CROSS, 2010). Ora, se as máquinas podem de fato pensar, então elas poderiam projetar também. Mas as perguntas que Cross (2010) levanta são: qual a real necessidade de se desenvolver máquinas capazes de pensar e projetar? Afinal, por que a máquina precisa desempenhar funções que seres humanos fazem tão bem? Como projetar, ou ainda jogar xadrez? (CROSS, 2010). Como Cross (2010, p. 41, tradução nossa) diz: “as pessoas se divertem projetando - e, eu acredito, pessoas são muito boas em projetar”⁴⁰. Portanto, ao invés de máquinas pensantes dotadas de inteligência, tal como imaginava Negroponte na década de 1970 para sua máquina de arquitetura, elas deveriam apenas se ocupar em desempenhar tarefas que, para os seres humanos, são muito difíceis (CROSS, 2010), tais como cálculos precisos e complexos, ou fornecer a possibilidade de simulação para tornar a visualização e a performance mais claras.

Deixando as idealizações de lado, o marco para a entrada das tecnologias digitais nos processos de *design* ocorreu com o *Sketchpad* desenvolvido por Ivan E. Sutherland para sua tese no MIT no início da década de 1960. Nesse sistema, os desenhos não eram somente imagens na tela de

41. Do original em inglês:
"But something we rarely consider about computer drawing, something which Sketchpad first demonstrated, is that these images are objects, and, as such, can be manipulated, constrained, instantiated, represented iconically, copied, and recursively operated upon, ever recursively merged. Because Sketchpad implemented all of these things, it laid the foundation for modern object-oriented programming and graphic user interfaces".
 (WARDRIP-FRUIN, MONTFORT, 2003, p. 109).

Figura 4. Sketchpad desenvolvido por Sutherland na década de 1960. (REAS, McWILLIAMS, BARENDSE, 2010, p. 28).

um computador, mas objetos que poderiam ser manipulados, tanto de forma independente, como também em conjunto, dada a possibilidade de articulação entre eles. Mas se o *Sketchpad* introduziu o uso do computador de maneira revolucionária para os processos de *design*, na área da computação o sistema também trouxe novos entendimentos sobre a interação do homem com a máquina e sobre interfaces gráficas. Dessa forma, para os processos de *design* foi uma nova maneira de se projetar (REAS; McWILLIAMS; BARENDSE, 2010) e para a área da computação foi a base para o que é conhecido atualmente como “programação orientada a objetos” (*object-oriented programming*). Conforme Wardrip-Fruin e Montfort (2003) mencionam:

Mas algo que raramente consideramos sobre desenho no computador, algo que o *Sketchpad* demonstrou primeiro, é que essas imagens são *objetos*, e, como tal, podem ser manipuladas, embaraçadas, fundamentadas, representadas iconicamente, copiadas, e recursivamente operadas sobre elas, sempre de maneira recursivamente mescladas. Como o *Sketchpad* implementou todas essas propriedades, ele lançou as bases para a programação moderna orientada a objetos e para as interfaces gráficas.⁴¹ (WARDRIP-FRUIN, MONTFORT, 2003, p. 109, tradução nossa).

O *Sketchpad* de Sutherland foi o primeiro sistema para desenvolvimento de projeto assistido por computador (REAS; McWILLIAMS; BARENDSE, 2010) que conhecemos hoje pelo acrônimo *CAD* (*Computer Aided Design*), e muito nos diz sobre a evolução (ou a involução) da computação gráfica no processo de produção de espacialidades arquitetônicas. Os posteriores sistemas *CAD* que surgiram a partir do *Sketchpad*, e que se popularizaram principalmente nas áreas da arquitetura e engenharias, renegaram àquilo que o *Sketchpad* trazia de inovador e tornaram-se sistemas que permitiam ir um pouco além do que se fazia com o lápis e o papel (REAS; McWILLIAMS; BARENDSE, 2010). Sendo assim, como Reas, McWilliams e Barendse (2010) apontam, os sistemas *CAD* foram considerados insuficientes para os estágios iniciais do processo de concepção de espacialidades, tornando-se em nada além do que um

processo de informatização, ou seja, transformar o projeto representado por meio de desenho feito com lápis no papel, em *bits* de informação, uma codificação que a máquina fosse capaz de entender.

42. Em entrevista concedida à pesquisadora em Janeiro de 2013 na sede do escritório do *UNStudio* na cidade de Amsterdã.

O processo, no entanto, tem suas particularidades. De fato, os sistemas *CAD* tornaram-se extremamente eficientes para a representação do projeto em seus estágios finais, ou seja, para a documentação do projeto para sua execução. Mas não foi o fim do papel e nem do desenho à mão, como muitos previam e a representação do projeto na tela do computador ainda é a mesma que no desenho a mão. Ao final, não temos uma máquina dotada de inteligência para projeto, mas sim uma ferramenta para o desenvolvimento de representações gráficas do projeto. O grafite do papel foi transformado em *bits*, mas a concepção projetual, bem como o controle sobre ele ainda continua sendo determinado por uma maneira de pensar que não depende das tecnologias digitais.

1.2.2. Parametrizando o projeto

No entanto, há outra frente para as tecnologias digitais nos processos de *design* que temos visto no cenário contemporâneo da discussão arquitetônica. Trata-se da parametrização do projeto. Embora o *Sketchpad* de Sutherland já fosse paramétrico (WOODBURY, 2010), pois permitia criar relações entre elementos e fazer com que eles se comportassem de maneira específica (REAS; McWILLIAMS; BARENDOSE, 2010), os sistemas digitais de auxílio ao processo projetual tornaram-se ferramentas de representação apenas, quando era possível alcançar outras dimensões como, por exemplo, uma estratégia para concepção de espacialidades. O termo *design* paramétrico surge, dessa forma, para dar nome à possibilidade de parametrizar o projeto através das tecnologias digitais. Trabalhar com parâmetros no projeto, no entanto, não se constitui como um fato inédito. Parâmetros sempre foram elementos com os quais *designers* precisam trabalhar para desenvolver seus projetos. Nuno Almeida⁴², diretor associado do escritório *UNStudio*,

43. Do original em inglês:
“[...] *Rather than the designer creating the design solution (by direct manipulation) as in conventional design tools, the idea is that the designer establishes the relationships and edits the relationships by observing and selecting from the results produced. The system takes care of keeping the design consistent with the relationships and thus increases designer ability to explore ideas by reducing the tedium of rework*”.
(WOODBURY, 2010, p. 24).

afirma que considerar os parâmetros não é uma situação que surgiu com as tecnologias digitais. Na prática do escritório, trabalhar com parâmetros sempre foi uma premissa (ALMEIDA, 2013). Contudo, para ele, uma das grandes contribuições de aplicativos computacionais recentes para arquitetura é a automatização de certos procedimentos. Sem dúvida, a automatização traz benefícios em termos de eficiência e rapidez no processo. Como Woodbury (2010) reforça, a parametrização do projeto evita o re-trabalho quando alterações precisam ser feitas.

Trabalhar o projeto como um todo de maneira parametrizada tem suas implicações no modo como os atores entendem seu próprio projeto e, em função disso, a dimensão da parametrização está além de uma simples automatização para acelerar o processo ou evitar o re-trabalho. A parametrização exige que o arquiteto passe a pensar nas relações (WOODBURY, 2010) e conexões entre as partes do projeto, reforçando a necessidade de se pensar primeiramente nos procedimentos e na cadeia de relações do que no produto final. Das relações que o arquiteto cria, por sua vez, podem surgir soluções que, talvez, nem fossem consideradas sem a parametrização. Segundo Woodbury (2010):

[...] Ao invés do *designer* criar a solução do projeto (por manipulação direta) como em ferramentas convencionais de *design*, a ideia é que ele estabeleça relações e as edite, observando e selecionando a partir dos resultados produzidos. O sistema se encarrega de manter o projeto consistente com as relações e assim aumenta a capacidade do *designer* de explorar ideias reduzindo o tédio do re-trabalho.⁴³ (WOODBURY, 2010, p. 24, tradução nossa).

Dessa forma, no *design* paramétrico as relações entre os elementos tornam-se o centro do trabalho do arquiteto e, a consequência disso, é uma alteração daquilo que entendemos como produtos arquitetônicos. Ou seja, no processo de concepção o arquiteto não opera na espacialidade em termo das possíveis formas que ela pode assumir, mas sim nas relações dos elementos e na parametrização com variáveis controláveis.

A forma da espacialidade, ao final, torna-se a consequência dessa atuação. Kolarevic (2009) enfatiza essa propriedade do *design* paramétrico da seguinte maneira:

No *design* paramétrico, são os parâmetros de um projeto em particular que são declarados, não a sua forma. Atribuindo diferentes valores aos parâmetros, diferentes objetos ou configurações podem ser criados. Equações podem ser usadas para descrever as relações entre os objetos, definindo, assim, uma geometria associativa - a "geometria resultante que está mutuamente conectada".⁴⁴ (KOLAREVIC, 2009, p. 17, tradução nossa).

44. Do original em inglês: *"In parametric design, it is the parameters of a particular design that are declared, not its shape. By assigning different values to the parameters, different objects or configurations can be created. Equations can be used to describe the relationships between objects, thus defining an associative geometry - the 'constituent geometry that is mutually linked'".* (KOLAREVIC, 2009, p. 17).

Tal possibilidade provida pelo *design* paramétrico não impede, no entanto, que o arquiteto não se detenha somente aos aspectos formais da espacialidade. Kolarevic (2009), por exemplo, é enfático ao afirmar que as tecnologias digitais e o *design* paramétrico têm permitido a criação e a produção de geometrias complexas que até algumas décadas atrás não eram possíveis. De fato, as possibilidades de exploração formal da espacialidade se ampliaram e mais, agora é possível construí-las com um razoável orçamento (KOLAREVIC, 2009). Dessa maneira, arquitetos maravilhados pela nova perspectiva imposta pelas tecnologias digitais para o desenvolvimento e a construção de espacialidades com geometrias complexas têm invadido o cenário da produção arquitetônica com toda sorte de formas curvilíneas.

Não estamos tirando os méritos dos *designers* por se aventurar nas amplas possibilidades formais através de geometrias complexas que a tecnologia digital tem permitido. A exploração é válida, afinal, estamos nos deparando com um processo que tem permitido uma amplitude de novas espacialidades que antes nem poderíamos imaginar. Além disso, a exploração permite que possamos compreender também os limites que tal processo nos impõe. E é pela prática exploratória que podemos também fazer uma leitura mais crítica sobre *design* paramétrico.

Evidentemente trabalhamos diversos parâmetros ao desenvolvermos

45. Do original em inglês:
“[...] *Architecture requires social engagement; it requires cultural/social relevance. It is not the parametric, the relentless malleability of form, nor it is the complexity for its own sake, but rather a complex of complex relationships that produces architecture*”. (MEREDITH, 2008).

um projeto, sejam eles com o uso das tecnologias digitais ou não. Afinal, é parte de nosso trabalho considerar os diversos aspectos e saber incorporá-los no projeto, conforme já mencionamos anteriormente. Mas muitos arquitetos que se aventuram no *design* paramétrico acabam por determinar apenas parâmetros para a composição formal, deixando de lado diversos outros que são igualmente importantes e determinantes no projeto. É compreensível que, dado o aspecto de novidade e de possibilidades de geometrias complexas quase que infinitas, a preocupação seja em extrair o máximo de variações formais pela manipulação parâmetros. Mas não podemos ser negligentes na consideração de outros que não se referem a uma composição formal apenas. Nesse aspecto, Meredith é bem enfático ao afirmar que “[...] A arquitetura requer engajamento social; requer relevância cultural/social. Não é o paramétrico, a implacabilidade da forma, nem a complexidade por si mesma, mas um complexo de relacionamentos complexos que produz a arquitetura.”⁴⁵ (MEREDITH, 2008, tradução nossa).

Meredith (2008) faz uma dura crítica à produção arquitetônica que busca no *design* paramétrico apenas uma solução formal e estética. Concorde com Woodbury (2010) e Kolarevic (2009) quando reconhece a construção de relações que se faz evidente no *design* paramétrico, mas também entende que essas relações não dizem respeito, necessariamente, somente ao uso das tecnologias digitais ou relações formais. A arquitetura, com ou sem tecnologia digital, é paramétrica em qualquer instância e não pode ser determinada apenas por aquilo que tecnologias digitais permitem construir. Ela é muito mais complexa para ser resumida a relações que determinam apenas sua forma ou estética.

Arquitetura é, primeiramente, uma forma cultural sócio-política, não um determinismo tecnológico; é vaga, é inclusiva, relacional, é paramétrica, mas, é muito mais complexa do que qualquer um de nós poderia isoladamente mapear em um computador e entender plenamente porque está fora de nosso alcance. Nem tudo é facilmente quantificado nem todas as relações são geométricas e nem todas são coordenadas em uma

relação harmoniosa.⁴⁶ (MEREDITH, 2008, p.7, tradução nossa).

Meredith (2008), desse ponto de vista é muito mais cético em relação às potencialidades do *design* paramétrico, ao contrário da postura quase de exaltação e Woodbury (2010) ou Kolarevic (2009). Mas a discussão é necessária, pois poderemos podermos cair na cilada da parametrização, ou seja, adotar os parâmetros formais como prioritários e deixarmos para segundo plano os parâmetros provenientes do contexto social, cultural, econômico, material e assim por diante. E a questão que se faz surgir nesse contexto é como inserir e manipular parâmetros que estão para além do controle formal disponíveis nos aplicativos paramétricos que existem atualmente. Talvez estejamos celebrando com muito entusiasmo as possibilidades técnicas que o *design* paramétrico está nos permitindo e talvez estejamos esperando que as tecnologias digitais sejam a tal máquina de arquitetura que Negroponte idealizara na década de 1970. É cedo para tirarmos respostas contundentes, mas em um primeiro momento, é de se acreditar que, de fato, as tecnologias digitais têm introduzido novos procedimentos e questionamentos.

Mas seja como exploração formal, seja pela leitura crítica dos parâmetros, o *design* paramétrico traz a questão do caráter processual para o cenário arquitetônico contemporâneo. No *design* paramétrico o arquiteto precisa trabalhar com as relações entre as partes e entender que todo o projeto passa a ser uma cadeia de elementos interconectados. Ora, essa propriedade é justamente aquela inerente aos códigos construídos por uma linguagem de programação, que já mencionamos anteriormente. E os aplicativos computacionais que têm sido utilizados para a produção de espacialidades que se denominam paramétricos trabalham justamente na dimensão dos códigos das linguagens de programação. Tais aplicativos podem utilizar uma interface na qual o arquiteto constrói a espacialidade pela escrita do próprio código, como ocorre com o *Rhino Python*, um *plug-in* que utiliza a linguagem de programação *Python* no *Rhinoceros*, aplicativo de modelagem tridimensional, ou podem ainda possuir uma

46. Do original em inglês: *“Architecture is primarily a cultural socio-political form, not technological determinism; it’s vague, it’s inclusive, relational, it’s parametric, but, it’s far more complex than any of us could singularly map out within the computer and totally understand because it’s out of our grasp. Not everything is easily quantifiable not all relationships are geometric and not all are to be coordinated into a smooth relationship”*. (MEREDITH, 2008, p. 7).

47. Do original em inglês:
“An algorithm is a process of addressing a problem in a finite number of steps. It is an articulation at either a strategic plan for solving a known problem or a stochastic search towards possible solutions to a partially known problem. In doing so, it serves as a codification of the problem through a series of finite, consistent, and rational steps. While most algorithms are designed with a specific solution in mind to a problem, there are some problems whose solution is unknown, vague, or ill-defined. In the latter case, algorithms become the means for exploring possible paths that may lead to potential solutions”.
 (TERZIDIS, 2006, p.15).

interface que permite a visualização dos códigos através de gráficos e diagramas como ocorre com o *Grasshopper*, também um *plug-in* para o *Rhinoceros*. Os aplicativos que recorrem a uma interface por gráficos e diagramas é chamada de linguagem de programação visual (*visual programming language*) e é uma outra alternativa para se pensar em códigos (REAS; McWILLIAMS; BARENDSE, 2010), que se torna inclusive mais acessível mesmo para aqueles que não dominam uma linguagem de programação específica.

1.2.3. Construindo algoritmos

Seja escrevendo diretamente um código em uma determinada linguagem de programação, seja utilizando um aplicativo que permita a visualização do código por meio de gráficos e diagramas, o que o arquiteto está construindo é um algoritmo, ou seja, uma série de instruções precisas para a execução de algo (REAS; McWILLIAMS; BARENDSE, 2010; WOODBURY, 2010), e com passos finitos (TERZIDIS, 2006; WOODBURY, 2010). Reas, McWilliams e Barendse (2010) nos lembram que os algoritmos estão presentes no nosso cotidiano quando fornecemos instruções de direção para alguém ou ainda seguimos o passo-a-passo de um tricotar. Já Terzidis (2006) vai um pouco além e relaciona a construção dos algoritmos com uma determinada problemática no contexto da produção arquitetônica:

Um algoritmo é um processo de resolver um problema em um número de etapas finito. É uma articulação em um plano estratégico para solucionar um problema conhecido ou uma busca em um estocástico processo em direção à soluções possíveis para um problema parcialmente conhecido. Ao fazê-lo, ele serve como uma codificação do problema através de uma série de etapas finitas, consistentes e racionais. Enquanto a maioria dos algoritmos são construídos com uma solução específica em mente para um problema, há alguns problemas cuja solução é desconhecida, vaga ou mal-definida. No último caso, os algoritmos tornam-se os meios para explorar os caminhos possíveis que podem conduzir a soluções em potencial.⁴⁷ (TERZIDIS, 2006, p.15, tradução nossa).

Além de ser um conjunto preciso de instruções, o algoritmo possui algumas particularidades. Conforme Reas, McWilliams e Barendse (2010) explicam, há quatro propriedades relacionadas com os algoritmos que os autores comparam com uma viagem. Assim, eles apresentam as seguintes características: (1) podem ser escritos de várias maneiras para se chegar a um mesmo comportamento, ou se comparado com a viagem, pode ter vários caminhos para ir de um ponto para outro; (2) necessitam que se façam suposições no seu processo de construção, ou seja, é preciso assumir que o viajante que sai em viagem saiba os passos que ele precisa dar para chegar ao seu destino; (3) podem ser lidos de qualquer ponto, ou seja, o viajante pode assumir qualquer ponto como sua partida; e (4) podem ser desmembrados em partes, assim como as instruções para uma certa direção podem ser separadas para facilitar a viagem.

Terzidis (2006) indica ainda mais uma propriedade dos algoritmos e esta, inclusive, muito polêmica entre aqueles que se opõem à construção dos algoritmos na produção arquitetônica. Segundo o autor, os algoritmos podem se replicar, ou seja, um algoritmo pode gerar outro algoritmo. A polêmica surge quando ele passa a ser entendido como uma entidade capaz de tomar decisões e, portanto, a ser considerado autor das consequências resultantes da replicação. Assim, se um algoritmo é capaz de gerar outro e este outro gera uma espacialidade, de quem seria a autoria de tal espacialidade? Ora, se o arquiteto gera o primeiro algoritmo, deveria ser ele o autor. No entanto, ele não possui qualquer controle sobre o algoritmo replicado e, portanto, como poderia o arquiteto ser, afinal, o autor de algo que ele não tem o mínimo de controle? Estaríamos ainda delegando ao algoritmo uma autoria, sendo que ele nada mais é do que uma réplica de instruções precisas e finitas e, portanto, poderia ser considerado como uma entidade restritiva para o projeto coibindo a mente criativa do arquiteto. Portanto, há um embate entre as capacidades da mente humana com as possibilidades algorítmicas das máquinas para a produção de algo como se essas duas entidades fossem antagônicas e que não pudessem ser conciliadas.

Mas, como o próprio Terzidis (2006) responde, afirmando que a mente humana e a estrutura algorítmica das máquinas não estão em lados opostos, e a atuação de uma não anula a atuação da outra. Segundo Terzidis (2006), a mente humana falha ao processar uma quantidade muito grande de informação, assim como o computador não pode fazer qualquer julgamento que justifique suas ações. Mas as duas, trabalhando juntas, podem ampliar possibilidades na produção arquitetônica (como temos visto com frequência no cenário contemporâneo). Assim, o autor defende a associação entre a mente humana, subjetiva, intuitiva e interpretativa, com a capacidade de processamento das máquinas que trabalham com dados quantificáveis.

No entanto, devemos ressaltar que os questionamentos mencionados acima sobre a estrutura algorítmica das tecnologias digitais e o embate entre as habilidades do *designer* e a capacidade das máquinas para projetar ocorre na esfera da produção arquitetônica. Nas áreas que lidam com os aparatos híbridos, tais questionamentos não existem, uma vez que elas surgem com o desenvolvimento das tecnologias digitais, ou seja, construir algoritmos é o pressuposto para qualquer *designer*. Já para a área que se dedicam a construção de especialidades como a arquitetura ou engenharias, construir por meio de códigos de programação introduz novas estruturas cognitivas para o arquiteto ou engenheiro acostumados com certos procedimentos já consolidados nessas áreas.

Tal estrutura cognitiva para o arquiteto é chamado por Woodbury (2010) de pensamento algorítmico. O autor, que escreve dentro do contexto da produção arquitetônica, afirma que os arquitetos estão acostumados a pensar nos objetos em si, ou seja, nos produtos finais. Mas o pensamento algorítmico exige que o *designer* descreva o conjunto de instruções, ou seja, o processo. Segundo Woodbury (2010), pensar algorítmicamente, é uma das habilidades que o arquiteto precisaria desenvolver para sua produção arquitetônica por meio das tecnologias digitais. Woodbury (2010) assim demonstra a distância entre o pensamento algorítmico e a produção arquitetônica:

É dificilmente surpreendente que muitos *designers* encontrem dificuldade em integrar o pensamento algorítmico em seus trabalhos, apesar de mais de 30 anos de corajosas tentativas de ensinar programação em escolas de *design*. É menos surpreendente que o *computer-aided design* que relega a programação ao segundo plano. Quase todos os sistemas atuais possuem a chamada linguagem de programação.[...] Em quase todas, para se usar a linguagem você deve se tirar da tarefa real e da representação interativa e visual que você está acostumado. Você precisa estar em um domínio das instruções textuais. Isso também não surpreende - o pensamento em algoritmos difere-se de quase todas as outras formas de pensamento. Mas a absoluta distância entre representações familiares aos *designers* e aquelas necessárias ao algoritmo exacerba a lacuna.⁴⁸ (WOODBURY, 2010, p. 35, tradução nossa).

48. Do original em inglês: *"It is hardly surprising then that many designers encounter difficulty in integrating algorithm thinking into their work, in spite of over 30 years of valiant attempts to teach programming in design schools. It is less surprising that computer-aided design relegates programming to the background. Almost all current systems have a so-called scripting-language. [...] In almost all of these, to use the language you must remove yourself from the actual task and your accustomed visual, interactive representation. You must in a domain of textual instructions. This is not surprising either - algorithm thinking differs from almost all other forms of thought. But the sheer distance between representations familiar to designers and those needed for algorithm exacerbates the gap".* (WOODBURY, 2010, p. 35).

O arquiteto precisa, portanto, desenvolver é a habilidade de construir algoritmos com o intuito de criar tais relações entre os elementos de projeto. E, certamente, junto com essa habilidade, outras estão embarcadas como, apenas para mencionar algumas, segundo Woodbury (2010), pensar matematicamente, entender o fluxo que os dados podem seguir dentro da cadeia de relações, uma vez que esses dados são agora *bits* de informação, e ainda abstrair elementos, sendo que por abstração, Woodbury (2010) refere-se a um conceito no contexto da ciência da computação, ou seja, eliminar detalhes não essenciais. Há, ao final, uma alteração de aspectos cognitivos no arquiteto ao adotar a tecnologia digital como base para seus processos. Doscher (2012), por sua vez, expande essas habilidades para o trabalho em equipe. Segundo o autor, há uma transição dos processos não parametrizados para os parametrizados na prática profissional da arquitetura, ou seja, do uso das tecnologias digitais como ferramenta de representação para a construção em códigos.

Um novo tipo de *design* colaborativo começou, então, a se desenvolver nos escritórios de arquitetura, combinando habilidades dos *designers* da arquitetura com as dos *designers* da computação. O primeiro estágio na evolução dessas equipes colaborativas foi combinar um *designer* convencional, que podia livremente explorar

49. Do original em inglês:
"A new type of collaborative design then has begun to evolve architecture offices, merging the skills of architectural designers with the skills of computational designers. The first stage in the evolution of these collaborative teams was to match a conventional designer, who could explore ideas and sketch freely, with a computational designer working inside the "black box", who would automate parts of the process to increase the speed of design feedback. In this case, the computational designer would use his design sensibilities to interpret another designer's sketch into computable terms for further development. The next stage in this evolution was to encourage for members of the design team to participate in the middle-ground encoding - being able to do basic scripting and, more importantly, to have a conceptual understanding of the rule-based design system - in order to allow a design team to speak a common language and improve communication. With this phase of development there began to be a change in the capacity of all designers to identify and make use of the "computable" facets of their designs, which often included making their own digital tools. In the current stage of development, the prevailing notion of the architectural designer interacting tacitly with the "black box", disappears and designers are increasing their engagement not only with the explicit and abstract parts of their designs, but also with the discipline of code-writing".
 (DOSCHER, 2012, p. 206).

ideias e esboços, com um *designer* da computação trabalhando dentro da "caixa preta", aquele que poderia automatizar partes do processo para acelerar o *feedback* no projeto. Nesse caso, o *designer* da computação usaria suas sensibilidades em projeto para interpretar o esboço do outro *designer* em termos computacionais para seu posterior desenvolvimento. O próximo estágio nessa evolução foi estimular membros de equipes de projeto a participarem na codificação intermediária - podendo fazer programação básica e, o mais importante, ter um entendimento conceitual do sistema de projeto baseado em regras - para permitir que a equipe de projeto fale uma linguagem comum e melhorar a comunicação. Com essa fase de desenvolvimento, começou uma mudança na capacidade de todos os *designers* em identificar e fazer uso dos aspectos "computáveis" de seus projetos, que geralmente incluía fazer suas próprias ferramentas digitais. No atual estágio de desenvolvimento, a noção predominante do *designer* da arquitetura interagindo tacitamente com a "caixa preta" desaparece, e os *designers* estão, então, aumentando seu envolvimento não só com as partes explícitas e abstratas de seus projetos, mas também com a disciplina de programação⁴⁹. (DOSCHER, 2012, p. 206, tradução nossa).

Importante ressaltar que, no cenário arquitetônico, a construção algorítmica tem sido utilizada como uma maneira de se elaborar especialidades que não necessariamente irão apresentar algum comportamento interativo. Para o desenvolvimento dos aparatos híbridos, contudo, os atores precisam contemplar o interator no próprio algoritmo, uma vez que o comportamento do aparato é concebido juntamente com a compreensão do comportamento do interator frente à manipulação do objeto. Nesse sentido, há uma especificidade no processo de *design* de aparatos híbridos que o torna extremamente desafiador para os atores, conforme Murray (2012) assim relata:

Mais importante, programadores abstraem comportamentos. Antes de um programador escrever uma linha de códigos, eles precisam conceituar o processo que o computador executará como um conjunto abstrato de instruções e regras conhecido como um algoritmo. Um algoritmo útil descreve um processo em um nível mais

geral, mas de tal modo que a cada variação e condição importantes podem ser consideradas para responder adequadamente. Decidir quão flexível um programa pode ser, quantas possibilidades pode antecipar e acomodar é uma importante parte do processo de *design*. Quanto mais possibilidades aborda, mais poderoso e abrangente o algoritmo será, mas mais desafiador será o projeto.⁵⁰ (MURRAY, 2012, p. 53, tradução nossa).

50. Do original em inglês: *"Most important, programmers abstract behaviors. Before a programmer writes a line of code they conceptualize the processes the computer will be executing as an abstract set of instructions and rules know as an algorithm. A useful algorithm describes a process at its most generalized level but in such way that every important variation and condition can also be accounted for an responded to appropriately. Deciding how flexible a program should be, how many possibilities it should anticipate and accommodate is an important part f the design process. The more possibilities it encompasses, more powerful and widely useful it will be, but also the more challenging to design."* (MURRAY, 2012, p. 53).

De fato, no cenário da produção arquitetônica, pensar de forma algorítmica revela um processo distinto daquele no qual o *designer* não recorre às tecnologias digitais para a produção de espacialidades. E a literatura especializada na área tem reforçado o caráter distinto dos processos pautados pela incorporação das tecnologias digitais, ressaltando uma suposta nova era para a produção arquitetônica. Mas há também aqueles que contestam e refutam a presença de tais tecnologias para a concepção espacial. Assim, no cenário da produção arquitetônica a presença das tecnologias digitais ainda é controversa. Mas talvez devêssemos olhar para as áreas que se dedicam ao desenvolvimento de aparatos híbridos, visto que a incorporação das tecnologias nos processos e produtos não é um questionamento e sim ponto de partida. E, se as tecnologias digitais fazem parte de todas as esferas da vida cotidiana, ao invés de santificar ou demonizar a presença delas tanto no processo quanto no produto, devemos assumir que, no contexto contemporâneo, elas fazem parte dos processos de *design* e da rotina do *designer*.

1.2.4. Simulando comportamentos

As tecnologias digitais também permitem que se façam simulações de diversas ordens, seja para comportamento estrutural, para verificar a eficiência energética, ou os efeitos do ambiente sobre a espacialidade. Se as simulações estiverem ainda conectadas a aplicativos paramétricos, é possível fazer as análises necessárias e em função dos resultados, modificar os parâmetros para se adequar à necessidades exigidas. Ao final, alterando os parâmetros, todas as outras instâncias se alteram.

Porém, Marble (2012) enfatiza que existem situações no *design* que são extremamente difíceis de serem simuladas. Algumas análises, como o comportamento estrutural de um componente, fornecem dados quantitativos, mas no processo de *design* os arquitetos também trabalham com informações qualitativas e o desafio está justamente em fazer simulações com esses dados.

Benjamin (2012) menciona a existência de vários aplicativos que realizam simulações de ordem qualitativa, como por exemplo, do comportamento de uma multidão em um certo espaço. O campo dos sistemas complexos, inclusive, tem se dedicado a realizar simulações como essas nas quais é possível prever alguns comportamentos de sistemas que operam com muitas variáveis a partir da interação entre os elementos desse sistema. Mercados financeiros e crescimento populacional estão entre as simulações que o campo dos sistemas complexos se dispõe a fazer. Para Benjamin (2012) esse tipo de simulação seria a possibilidade de “computar o social”. Nessa perspectiva é possível ainda realizar simulações do uso do objeto arquitetônico ao longo do tempo e verificar ainda como certos componentes se comportam com o passar dos anos e décadas à medida que sofre com o uso pelas pessoas e pela ação dos fatores ambientais.

Embora seja possível simular alguns comportamentos dos seres humanos, principalmente a partir de perfis pré-estabelecidos, é necessário ter em mente que, mesmo assim, há uma série de informações qualitativas e subjetivas que não podem ser processadas e analisadas pelas máquinas. O *designer* não pode esperar que as máquinas sejam capazes de lidar com toda a sorte de dados para o desenvolvimento de um projeto. O julgamento do *designer*, construído ao longo de suas experiências, é um instrumento para as análises de várias informações que as máquinas não conseguem processar. E desse julgamento, do próprio *designer*, não podemos nos esquecer e nem abrir mão, afinal, se assim o *designer* se posicionar, ele irá evocar a mesma postura que os *designers* da primeira geração dos métodos de projeto adotaram ao racionalizar demasiadamente os processos de *design*, e como já foi comprovado com as inúmeras revisões

dos métodos de projeto, o *designer* é parte do processo, e seus juízos de valores, experiências e visões de mundo refletem nas ações tomadas.

Quando tratamos dos aparatos híbridos, as simulações não somente são recorrentes mas é parte fundamental para se chegar ao resultado final. Sendo a existência do produto condicionado pela presença das tecnologias digitais, as programações das interações são constantemente testadas, tanto no próprio comportamento que eles podem possuir quanto em função da ação de um interator. Além disso, é recorrente a produção de protótipos, em escalas diversas e com objetivos distintos. Os protótipos podem ser somente uma parte dos componentes eletrônicos com a programação desenvolvida para testar os circuitos, pode ser somente com um objeto físico para avaliar a percepção do interator em relação a alguns aspectos estéticos ou funcionais, pode ainda ser um conjunto de ambas as situações, tanto dos circuitos eletrônicos e a programação com o objeto físico.

Moggridge (2007), por exemplo, considera essa etapa fundamental no processo de *design*. Seria ela a segunda base na qual o autor se apóia ao desenvolver sua abordagem sobre aparatos híbridos, junto com a primeira, que seria a inclusão dos interatores no processo. É uma das estratégias mais utilizadas por sua empresa no desenvolvimento de produtos e serviços amparados pelas tecnologias digitais. Conforme afirma:

[...] a prática do *design* de interações é permitida pela prototipagem, que nós alcançamos bons projetos pela prototipagem desde o início e frequentemente, testando ideias tão rapidamente e frequentemente quanto possível, e apresentando-as aos usuários para respostas e avaliações (MOGGRIDGE, 2007, p. 725, tradução nossa⁵¹).

51. Do original em inglês: “[...] the practice of designing interactions is enabled by prototyping, that we arrive good designs by prototyping early and often, by trying out ideas as quickly and frequently as possible, and by taking them to the users for responses and evaluations.” (MOGGRIDGE, 2007, p. 725).

É evidente que a simulação não pode abarcar todas as possibilidades, principalmente se utilizadas com o intuito de se prever os possíveis usos (situação mais recorrente no desenvolvimento de aparatos híbridos). Embora o processo de *design* de objetos com instâncias

52. Do original em inglês: *"Digital technologies are changing architectural practices in ways that few were able to anticipate just a decade ago. [...] Digitally-driven design process, characterized by dynamic, open-ended and unpredictable but consistent transformations of three-dimensional structures, are giving rise to new architectonic possibilities. The generative and creative potential of digital media, together with manufacturing advances already attained in automotive, aerospace and shipbuilding industries, is opening up new dimensions in architecture design"*. (KOLAREVIC, 2009, p.3).

digitais pressuponha a consideração do comportamento do interator na construção das linhas de códigos, certamente haverá comportamentos não previstos, em função da própria natureza comportamental do homem, assim, há uma grande chance de comportamentos que não foram simulados emergjam durante a interação com o objeto. Essa é uma situação que deve estar nas mentes dos *designers*, ou seja, estes devem assumir a postura de que não conseguem controlar todas as instâncias e moldar todos os comportamentos do interator.

1.2.5. Envolvendo processos produtivos

Os novos questionamentos e procedimentos dos processos de *design*, no entanto, não se referem somente à concepção e visualização de geometrias complexas que não poderiam ser imagináveis sem os recursos da tecnologia digital. Também temos visto no cenário arquitetônico as potencialidades das tecnologias digitais no processo produtivo. Uma realidade existente há muitas décadas na indústria em geral e da qual a área do desenho industrial está familiarizada, mas somente agora tem sido aplicada na arquitetura na perspectiva de produção e construção das geometrias complexas. São, portanto, procedimentos que estão alterando a prática tanto de concepção como também de produção. Conforme Kolarevic (2009) ressalta:

Tecnologias digitais estão alterando as práticas arquitetônicas de modo que poucos conseguiam antecipar há apenas uma década atrás. [...] O processo de *design* conduzido digitalmente, caracterizado por transformações dinâmicas, abertas e imprevisíveis, porém consistentes, das estruturas tridimensionais, estão dando origem a novas possibilidades arquitetônicas. O potencial generativo e criativo dos meios digitais, junto a avanços na fabricação já obtidos na indústria automobilística, aeroespacial e naval, está abrindo novas dimensões no projeto arquitetônico.⁵² [KOLAREVIC, 2009, p. 3, tradução nossa].

Segundo Kolarevic (2009), o processo de manufatura digitalizada

ou fabricação digital, como se convencionou denominar na área da arquitetura, estabelece uma relação direta entre o que é concepção espacial e sua construção. Como o autor menciona, “Os projetos de edificações de hoje não são somente gerados digitalmente, mas também realizados digitalmente através de processos *file-to-factory* com tecnologias de fabricação por computador numericamente controlado (CNC).”⁵³ (KOLAREVIC, 2009, p. 31, tradução nossa).

53. Do original em inglês: *“Building projects today are not only born out digitally, but they are also realized digitally through “file-to-factory” processes of computer numerically controlled (CNC) fabrication technologies”.* (KOLAREVIC, 2009, p. 31).

Em função da digitalização do processo produtivo, há muitas outras informações sobre a produção da peça que podem ser geradas. Os metadados, ou seja, os dados gerados por outros dados, trazem consigo uma diversidade de informação e com ela é possível, por exemplo, saber previamente a quantidade de material que será utilizado e o tempo que levará para ser produzido. Com o acesso a essas informações, reconfigurações necessárias podem ser realizadas antes da própria produção. A fabricação digital permite ainda a produção de diferentes componentes de maneira a priorizar a otimização de material, tempo e orçamento, introduzindo a ideia de customização em massa para a produção arquitetônica. Ao invés da produção em massa presenciamos agora a customização em massa (KOLAREVIC, 2009). Para o cenário arquitetônico contemporâneo, a fabricação digital dá o aval para a concretização em meio físico das espacialidades com geometrias complexas sem que sua produção e construção acarretem em aumento nos custos, tempo ou consumo de material.

Nesse contexto, se é possível realizar a simulação do comportamento do projeto, em um processo orientado pelas tecnologias digitais, também é possível fazer a simulação do próprio processo produtivo. Como Hensel, Menges e Weinstock (2010) nos lembram, equipamentos que trabalham com instância digitalizada já realizam, como um procedimento padrão, uma simulação de como um componente será produzido. Mas, além disso, toda a cadeia produtiva pode ser simulada e inclusive a construção e montagem produto final. Realidade que certamente é rotineira nas indústrias e familiar para engenheiro de produção e, portanto, não se

configura como uma novidade. Mas *designers*, mesmo aqueles que não possuem familiaridade com processos produtivos, tem tido cada vez mais acesso a essa cadeia de relações visto que há uma relação direta entre o que ele concebe com o que será produzido. Assim, a cadeia produtiva também passa a fazer parte do processo de *design*.

Dentro do contexto da fabricação digital, temos visto ainda a proliferação de toda sorte de equipamentos que possibilitam a fabricação dos componentes por diversas técnicas de produção. E o acesso a tais equipamentos que trabalhem dentro do conceito da fabricação digital não fica restrito a grandes corporações que podem adquirir-los a partir de um alto investimento. Existem diversos equipamentos a baixo custo, alguns até *open source*, que permitem que um usuário leigo consiga produzir objetos em sua própria casa. Certamente há limites para essa produção caseira. No entanto, para processos de *design* respaldados pelo vínculo direto entre o que é concebido e o que é produzido, possibilitado pelas tecnologias digitais, se é possível fabricar os componentes arquitetônicos diretamente de um arquivo digital, então esta ação pode se apresentar ao longo de todo o processo, para os mais variados fins, entre eles a possibilidade de constantemente realizar modelos em escala reduzida. Essa rotina não é necessariamente uma atividade que surgiu com a fabricação digital. Arquitetos sempre fizeram modelos de estudos de seus projetos. No entanto, com a fabricação digital é possível fazê-los com rapidez e precisão. Assim, o *designer* pode gerar o projeto digitalmente, produzir um modelo pelos processos da fabricação digital, em sua totalidade ou parcialmente, estudá-lo, modificá-lo digitalmente e novamente produzir outro modelo. E assim sucessivamente. Com isso, essa rotina de produzir modelos de maneira rápida e precisa e ainda a possibilidade de constantes alterações no projeto introduz outras maneiras em como o *designer* precisa desempenhar as atividades no *design*.

1.2.6. A continuidade do digital

O processo respaldado pelas tecnologias digitais, portanto, tem permitido conectar diretamente aquilo que é desenvolvido nos aplicativos computacionais aos sistemas de produção igualmente suportados pela tecnologia digital. Dessa forma, pode-se desenvolver um projeto no computador, realizar todas as simulações necessárias, os componentes do projeto para uma máquina que irá produzi-lo, sem intermediações, sem a necessidade de moldes, ou ainda de desenhos técnicos específicos que indicam como produzir o componente. A essa propriedade Kolarevic (2009) denomina de “*digital continuum*” e Marble (2012) de “*workflows*”. Isso significa que todo o processo, da concepção à produção e, se pensarmos nos aparatos híbridos, podemos incluir também o uso deles, é um todo interconectado, e não mais partes isoladas com começo, meio e fim bem determinados e com produtos específicos para cada etapa do processo. E essa propriedade de continuidade e interconexão somente foi possibilitada pelas tecnologias digitais.

54. Do original em inglês: “[...] *Architectural design has become a complex workflow in which geometric, spatial and technical information is filtered through simulation, analysis and optimization processes, with the aim to form integrated, parametric building information models that can generate an array of output ranging from energy usage to manufacturing instructions. With the introduction of parametric and algorithmic design processes, the reliance on the visual as the primary source of design production and evaluation gets supplemented by rules, numbers and other forms of quantitative logic. This logic is placed between creative thinking and calculated output.*” (MARBLE, 2012, p. 8).

[...] O projeto arquitetônico tornou-se um complexo fluxo no qual informações geométricas, espaciais e técnicas são filtradas através de simulação, análise e otimização de processos, com o objetivo de formar modelos de informação da construção integrados e parametrizados de maneira a gerar uma matriz de saída que varia de um uso da energia até instruções de fabricação. Com a introdução de processos de *design* paramétricos e algorítmicos, a dependência do visual como primeira fonte de produção e avaliação de projeto é complementada por regras, números e outras formas de lógica quantitativa. A lógica está localizada entre o pensamento criativo e a saída planejada.⁵⁴ (MARBLE, 2012, p. 8, tradução nossa).

Portanto, em um objeto arquitetônico estruturado pela continuidade digital, da concepção à produção, uma alteração realizada em qualquer uma de suas instâncias, seja nos parâmetros, seja na cadeia de relações, seja na produção, todas as outras se alteram. Essa característica da continuidade digital altera os processos de *design*. Usualmente *designers* estão acostumados a trabalhar com etapas definidas nas quais em cada uma delas há um certo grau de abrangência e de alterações que

podem ser feitas. Com o contínuo digital essas etapas se tornam mais flexíveis e em certos momentos até simultâneas. Assim, por mais que as espacialidades arquitetônicas produzidas com o suporte das tecnologias digitais ainda fiquem restritas a uma exploração formal e estética, e ainda não sabermos com clareza como incorporar parâmetros de outra ordem no projeto, há uma modificação referente às ações que o *designer* passa a desempenhar quando faz uso de tais tecnologias. Pensar em etapas definidas do processo ou ainda a completa separação entre projeto e produto não são mais coerentes dentro do contexto da continuidade das instâncias fornecidas pelo meio digital.

Assim como também não é mais coerente certas representações do projeto. Se a espacialidade é dotada de geometria complexa, uma planta baixa ou um corte longitudinal ou transversal pouco nos informa. Assim, elas não são mais apropriadas para aquilo que elas se propõem a fazer, ou seja, fornecer instruções para sua execução. Além disso, se o projeto é um todo contínuo no qual os componentes podem ser enviados diretamente para os equipamentos que irão produzi-los, novamente as tradicionais representações pouco auxilia. Nesse entendimento, a continuidade permitida pelo digital pede por outras representações, como por exemplo, esquemas de montagem, diagramas ou até mesmo planilhas. Talvez essas documentações sejam mais eficientes que as tradicionais representações gráficas.

Quando o *design* paramétrico está associado com a fabricação digital outros questionamentos sobre as representações tradicionais emergem. Se um projeto é desenvolvido por bases paramétricas há uma constante remodelação conforme novas informações são adicionadas. Nessa situação, como seria, portanto, a maneira que o arquiteto poderia apresentar um projeto para os outros envolvidos, do cliente, aos outros profissionais, como incorporadores, empreendedores, poder público, entre outros? As representações gráficas tradicionais - planta baixa, cortes, fachadas - com suas representações fechadas e estáticas não dão conta do dinamismo estimulado pelo *design* paramétrico. A estanqueidade da

representação gráfica tradicional também se estende para a esfera legal, afinal como poderia o poder público aprovar certos projetos de geometrias complexas pela documentação que é exigida usualmente? Sendo o projeto parametrizado e informatizado, diversos dados podem ser extraídos de maneira a apresentar todas as informações necessárias mas sem estar em um formato tradicional das representações gráficas em arquitetura. Se associado ainda com o *BIM - Building Information Modeling* - que reúne todas as informações necessárias para o desenvolvimento de um projeto, a diversidade nos dados que podem ser extraídos se ampliam, fornecendo muito mais informação que a representação gráfica com a qual estamos acostumados pode prover.

Portanto, o processo respaldado pelas tecnologias digitais começa a assumir uma dimensão na qual todas as esferas envolvidas na construção de espacialidades precisam ser revistas. Vamos apresentar apenas uma situação para exemplificar o que estamos considerando como uma revisão ampla das esferas. Atualmente no Brasil, editais para a construção de edifícios com recursos públicos separam a fase de projeto da fase de execução. E a empresa que realiza o projeto não é (e nem pode ser) a mesma que irá executar o projeto. Ora, mas se a fabricação digital permite a continuidade entre projeto e execução, é necessário colocar em comunicação quem projeta com quem executa até a partir do momento da concepção do edifício. Nesse sentido, tal estrutura de editais para construção de edificações com recursos públicos se torna inadequada. Não há respostas ainda para como as instituições públicas podem alterar suas estruturas para incorporar certos procedimentos que estão se apresentando no cenário da arquitetura contemporânea e não é o foco desta pesquisa entrar nessa discussão. Mas é uma questão pertinente que merece investigação.

Se considerarmos ainda os aparatos híbridos, essas mesmas considerações também se aplicam, porém para além do próprio produto executado se entendemos que sua existência está condicionada ao momento da interação. Em uma de nossas experiências práticas, apenas para

55. Voronoi é o nome dado a um diagrama formado em um dado espaço que contém um número finito de pontos. O padrão consiste na construção de segmentos equidistantes entre os dois pontos desse espaço que estão mais próximos entre si. O nome do diagrama é em homenagem ao matemático russo Georgy Feodosevich Voronoy (1868-1908).

mencionarmos como exemplo, pois iremos abordar com mais detalhes no terceiro capítulo, realizamos uma proposta de pavilhão interativo cuja membrana de revestimento se deforma em resposta à quantidade de pessoas e de iluminação em seu interior. Ora, sendo o pavilhão dotado de uma responsividade que altera sua geometria durante o uso do espaço, como as representações tradicionais suportariam essas propriedades? E mais, como poderiam as instâncias legais de aprovação de projetos dar o aval para a execução de um pavilhão cuja espacialidade não pode ser determinada, nem mesmo em simulações? Em um exemplo mais próximo de nossa realidade, temos visto a proliferação de fachadas interativas em diversos edifícios. A maioria delas foi acrescida suportes eletrônicos em um edifício já existente, como ocorreu no edifício sede da FIESP projetado por Rino Levi. Essa fachada interativa altera a paisagem urbana durante o uso, pois além dela se constituir como um grande *display* também permite a construção de novas imagens pelos usuários. Assim, várias são as instâncias que precisam passar por revisões para incorporar as potencialidades que as tecnologias digitais estão imprimindo tanto no produto quanto nos processos.

1.3. Por uma postura mais crítica

O otimismo na tecnologia e nas amplas possibilidades, no entanto, pode impedir uma postura mais crítica. Não podemos negar o que a tecnologia digital tem trazido de mudanças tanto no produto final como nos processos. Mas também não podemos ser alheios às maneiras como tais tecnologias estão sendo utilizadas. Pois, ao invés de abriremos os caminhos para as potencialidades que as tecnologias digitais oferecem, podemos cair na rotina e trilhar sempre pelas mesmas rotas. Um exemplo disso é repetição de certos padrões na produção arquitetônica contemporânea. Não é coincidência vermos diversos produtos da arquitetura que explorem o padrão voronoi⁵⁵ em algum componente. Tampouco a adoção de estruturas de madeira por encaixe formando uma grelha para dar vida à geometria complexa que arquitetos desenvolvem

em seus computadores.

O uso desses padrões tornou-se frequente no processo em função da própria construção da cadeia de relações do contínuo digital. Uma vez que o *designer* determina uma rotina nos aplicativos paramétricos, ela pode se transformar em um módulo aplicável em qualquer outra cadeia de relações, fazendo os ajustes necessários. Essa é uma propriedade que Reas, McWilliams e Barendse (2010) apontam para os algoritmos, conforme já mencionamos anteriormente. Se até então, para projetar um edifício arquitetos recorriam a uma estrutura modular para racionalizar a construção, agora a forma pode ser complexa, mas o algoritmo que gera a geometria complexa pode ser modulado. Não se constitui em um problema a aplicação de módulos de algoritmos, afinal, agiliza o processo e, como qualquer linha de códigos, pode ser copiado e reproduzido. O que não podemos permitir é o uso desenfreado pela simples conveniência de existir rotinas prontas sem a reflexão necessária das implicações que tais decisões podem representar no edifício como um todo. Ou pior, construir o objeto arquitetônico de tal maneira somente porque a lógica dada pelo aplicativo computacional assim permite ou sugere.

Não queremos aqui tirar o mérito de algum *designer* que tenha utilizado um voronoi ou uma estrutura em grelha em seus projetos. Não podemos fazer nenhuma suposição sobre os motivos pelos quais tais arquitetos recorreram a tais rotinas sem uma pesquisa minuciosa. Mas essa é uma questão que se coloca quando vemos com frequência a reprodução de certos padrões. Será que a tecnologia digital tem permitido um mundo tão infinito de possibilidades que precisamos criar certas restrições? Seria esse o paradoxo do uso das tecnologias digitais no *design*? Por ser tão aberto o que podemos construir, faz-se necessário fechar?

Tal uso das tecnologias digitais seria um equívoco na mesma ordem dos arquitetos que defendiam os métodos racionalizados de projeto. A crença no desenvolvimento tecnológico e na racionalização do processo da década de 1970 foi uma aplicação literal de métodos científicos que não

Figura 5. Diagrama de Voronoi gerado no *Grasshopper*. (NOJIMOTO, 2014.)

Figura 6. Membrana Voronoi "Airspace" projetada por Thom Faulders Architecture e aplicada em um edifício habitacional. Fotografia: Thom Faulders Architecture. (IWAMOTO, 2009, p.54).

Figura 7. Estrutura em grelha do pavilhão [C]Space projetado por Alan Dempsey e Alvin Huang. Fotografia: Valerie Benett. (IWAMOTO, 2009, p.31).

56. Do original em inglês: *"If digital techniques become more important than the thinking process, a bizarre condition develop where just because something can be modeled in the computer, it can get built, which is what is now happening around the world. While know that it is possible to attain highly diverse architecture with computational design, we have lost sight of how important it is to keep thinking. We need stimulate our imagination and renew architecture through the rethinking of the disciplines of geometry, building, how you work with infra-structure and other realities construction"*. (VAN BERKEL, 2012, p. 78-79).

se mostrou eficaz para resolver os problemas do *design*. E a exaltação das tecnologias digitais no processo pode levar os *designers* a seguirem a aplicação não criteriosa de certos algoritmos pela mera conveniência deles terem sido construídos previamente. Como lembra Ben van Berkel (2012), um dos sócios fundadores do *UNStudio*, as tecnologias digitais não podem ser mais importantes do que o *designer*. O arquiteto inclusive critica a produção arquitetônica que deposita totalmente a confiança de seus processos e produtos nas tecnologias digitais. Nas palavras do arquiteto:

Se as técnicas digitais se tornam mais importantes que o processo de pensamento, desenvolve-se uma condição bizarra onde, só porque algo pode ser modelado com computador, poderá ser construído, e é isso que tem acontecido hoje no mundo. Embora saibamos que é possível alcançar uma arquitetura altamente diversificada com *design* computacional, temos perdido a visão do quanto importante é continuar pensando. Precisamos estimular nossa imaginação e renovar arquitetura através reconsideração de disciplinas como geometria, construção, trabalhar com infraestrutura e outras realidades de construção.⁵⁶ (VAN BERKEL, 2012, p. 78-79, tradução nossa).

Denari (2012) aponta para outra propriedade que as tecnologias digitais podem induzir no *designer*. O autor lembra que, embora as tecnologias digitais estejam cada vez mais presentes na vida cotidiana, elas ainda são vistas como entidades que irão substituir a imprecisão da ação humana pela precisão impressa pelas máquinas. Assim, *designers* estariam mais propensos a se guiar por um processo direcionado pelos aplicativos computacionais do que pelo julgamento humano ou intuição (DENARI, 2012). Mas, mesmo com a precisão dos números imposta pelas tecnologias digitais, não se pode esquecer de que o mundo é impreciso e sujeito a irregularidades e imprevisibilidade. Marble (2012) também ressalta o caráter preciso e quantitativo do processo algorítmico, mas também reforça que a experiência espacial que o *designer* cria para seus projetos não pode ser fornecida algorítmicamente, uma vez que elas

são únicas e condicionadas pelo conhecimento adquirido pelo *designer* ao longo da vida, e também pelo seu entendimento sobre os possíveis comportamentos dos usuários no espaço. Assim, os resultados não podem ser previstos e nem conhecidos em sua totalidade (MARBLE, 2012). Nas palavras do autor: “Neste caso, o espaço é difícil, se não impossível, de definir algoritmicamente; ele é altamente qualitativo e, portanto, mais adequado ao julgamento humano.”⁵⁷ (MARBLE, 2012, p. 26). Portanto, por mais que as tecnologias possam garantir precisão aos processos e produtos e ainda a exploração de geometrias complexas, não se pode desconsiderar o julgamento humano.

57. Do original em inglês: “*In this case, the design space is difficult, if not impossible to define algorithmically; it is highly qualitative and therefore better suited to human judgement*”. (MARBLE, 2012, p. 26).

No entanto, a ênfase no julgamento humano que Marble (2012) e Van Berkel (2012) fazem revela o outro lado da moeda que não podemos deixar de mencionar: os direitos autorais do projeto e do produto quando os *designers* constroem os algoritmos. O problema da autoria não se refere apenas àquela apresentada por Terzidis (2006) na qual o algoritmo poderia ser considerado o autor de uma espacialidade arquitetônica em função de sua propriedade de se autorreplicar. Se um algoritmo pode ser construído por partes (REAS; McWILLIAMS; BARENDSE, 2010), copiado e compartilhado entre os membros da equipe (DOSCHER, 2012) e através de várias equipes, ele pode ser resultado do trabalho de muitas mãos. A questão não é tão simples e não se resume a uma ordem técnica, uma vez que o algoritmo vai determinar espacialidades, comportamentos e performances do produto. Dessa maneira a autoria e as responsabilidades seriam atribuídas a qual profissional? Certamente há o julgamento do *designer* e o processo não se resume à construção de um algoritmo. Então, poderíamos afirmar que a autoria está relacionada com os julgamentos que um *designer* faz ao longo do processo, conforme Marble (2012), Terzidis (2010) e Van Berkel (2012) mencionam. Mas, se quem constrói o algoritmo é o *designer* então seu juízo de valores também irá refletir no processo, afinal os algoritmos podem ser escritos de N formas diferentes para um mesmo comportamento e cada *designer* ao longo do tempo vai desenvolvendo uma escrita muito peculiar, mas absolutamente passível de ser modificada por outro *designer*.

58. Website: <http://www.designtoproduction.com/>

Sendo assim, por um lado, temos visto ainda a disponibilização de inúmeros códigos na *internet* na qual qualquer pessoa pode fazer *download*, modificar, disponibilizar novamente na rede, compartilhando, dessa maneira, com outras pessoas. Há, por exemplo, diversos códigos de programação em *Grasshopper* que desempenham as mais distintas funções e que estão disponíveis, seja para concepção formal, seja para definição de sistemas construtivos. Portanto, é possível que um *designer* use uma programação desenvolvida por um outro que nem parte da equipe faz e, além disso, é muito provável (e plausível) que eles nem se conheçam. Esse procedimento é recorrente e normal com plataformas como o *Processing* e o *Arduino* em função de sua natureza *open source*. Elas são usadas frequentemente em aparatos híbridos e é possível encontrar diversos códigos com os mais variados comportamentos que podem ser modificados e utilizados conforme desejado. Mas os limites do uso de um código feito por um *designer* e usado por outro não são claros, uma vez que o *designer* pode apenas aplicar um algoritmo irrestritamente, sem julgamento crítico, pode modificar conforme conveniência, como também dotar o projeto de certas qualidades somente porque o algoritmo assim permite. E, portanto, a autoria seria delegada a quem?

Por outro lado também temos visto escritórios se especializando em desenvolver modelos parametrizados de outros arquitetos abrangendo inclusive processos produtivos pautados pela fabricação digital. Um desses escritórios, o *Design To Production*⁵⁸, sediado em Zurique e dirigido por Arnold Walz, Fabian Scheurer e Hanno Stehling, desenvolve projetos parametrizados inclusive para o *UNStudio* do qual Ben van Berkel é um dos sócios fundadores. E então compreendemos porque van Berkel (2012), assim como outros autores, dá mais ênfase ao julgamento do *designer* do que nas tecnologias digitais. O Museu da Mercedes-Benz, creditado ao *UNStudio*, foi parametrizado pelo *Design To Production* e seu projeto de produção coordenado por ele (DESIGN TO PRODUCTION, 2012). Obviamente que o trabalho dos *designers* do *UNStudio* é de outra abrangência, envolvendo aspectos que os *designers* do *Design To Production* não precisaram se preocupar. Mas não foi um trabalho

secundário. No entanto, ao verificarmos nas informações que aparecem nos créditos do projeto no *website* do *UNStudio*, podemos observar que o *Design To Production* aparece como consultor do projeto. Mas se a participação do *Design To Production* foi fundamental para o processo, a ele não deveria ser creditada a autoria, pelo menos de um aspecto do projeto? Como a questão da autoria está enraizada nos processos de *design*, inclusive em função das esferas legais, dificilmente um escritório poderia assumir uma autoria compartilhada.

Portanto, quem seriam os autores e quem seriam os responsáveis, inclusive do ponto de vista legal do projeto e do produto final? Quais os critérios para determinar se um *designer* é autor de um projeto ou não? A discussão sobre a natureza autoral do projeto se mostra pertinente e necessária mas esta pesquisa não comporta uma discussão mais aprofundada. Não se trata de uma questão secundária, afinal toda a cadeia precisaria passar por uma revisão sobre autorias e responsabilidades do projeto, produção e execução do produto. E o perigo de negligenciarmos a questão seria encontrar no futuro um cenário mais dramático, no qual *designers*, para garantir a autoria de seus algoritmos, sentir-se-iam na obrigação de patenteá-los tal como as grandes corporações do mundo da informática fazem com seus aplicativos computacionais e que o movimento a favor do código aberto tanto se esforça para derrubar.

Há ainda outra perspectiva, também dramática, do uso das tecnologias digitais no processo de *design* que pode reforçar ainda mais o caráter autoral de seus trabalhos. Se o *designer* agora pode construir em algoritmos, fazer simulações, planejar ou apenas visualizar a produção, entre outras possibilidades, ele pode acabar se distanciando ou ainda restringindo a participação de outros *designers* no processo. O arquiteto, por exemplo, em função das múltiplas análises que ele pode gerar com os aplicativos computacionais, é capaz de entender e avaliar o comportamento de seu projeto. Para Lawrence Friesen (2012), consultor da *GenGeo* e tutor da *Architectural Association Visiting School*, as análises feitas pelos aplicativos computacionais possibilitam que um

Figura 8. Museu da Mercedes-Benz cuja autoria é dada ao UNStudio. (UNSTUDIO, 2014).

designer de uma área específica possa conversar com mais fluidez com *designers* de outras áreas, uma vez que as informações sobre o projeto se mostram com mais clareza. O perigo de se confiar totalmente nos dados fornecidos pelos aplicativos computacionais, sejam eles de análises de comportamento estrutural, ou das estratégias de fabricação digital, é assumir que o projeto, a produção e a construção possam ser desenvolvidos sem a colaboração de profissionais de outras áreas. Afinal, os aplicativos armam os *designers* com todo tipo de informação que eles precisam para debater ou pior, rebater as considerações de outros *designers* em detrimento de suas ideias sobre o projeto. E, ao final, para os outros atores no processo fica a tarefa de resolver problemas de ordem técnica.

Mas as tecnologias digitais permitem exatamente o contrário. Sendo o projeto e seu processos, da concepção à construção, um todo interrelacionado pela continuidade digital, todos os dados referentes ao projeto são, na verdade, *bits* de informação armazenados nos computadores. Portanto, é possível tornar os diversos tipos de dados acessíveis para todos os membros da equipe e outros envolvidos no projeto, dotando o processo de um caráter mais colaborativo do que imperativo, como às vezes costumamos ver no cotidiano da prática profissional. Há muito tempo que está disponível para os *designers*, sistemas que, de certa forma, são colaborativos. Seja utilizando as tecnologias digitais para representação de projeto somente, seja pela sua parametrização, está disponível aplicativos computacionais que permite a manipulação remota do arquivo digital por várias pessoas ou ainda sistemas de gerenciamento de arquivos digitais para a coordenação de projeto. Burger (2012) também fala que tecnologias digitais permitem um processo mais colaborativo, uma vez que análises, soluções, revisões entre outros dados de projeto podem ser compartilhados para um grupo através de diversas ferramentas como a *web 2.0*, tecnologias de colaboração *intranet*, *microblogs*, *wikis*, entre outros sistemas que permite a comunicação através dos escritórios. Benjamin (2012) esclarece ainda que o projeto, sendo ele digital, pode ser uma plataforma para

discussão não apenas com membros da equipe de projeto, mas também para um público diverso, ampliando, dessa forma, o debate para todas as esferas afetadas pelo projeto, incluindo os futuros usuários do produto final. Benjamin (2012) chama essa abertura do *design* permitida pelas tecnologias digitais de *design* democrático. Nas palavras do autor: “Neste sentido, o modelo digital se transforma em uma plataforma para um processo de *design* aberto e inclusivo. Ele alarga a participação em vez de estreitá-la. Ele *democratiza o design*.”⁵⁹ (BENJAMIN, 2012, p. 24, tradução nossa).

59. Do original em inglês: “*In this sense, the digital model become a platform for an open and inclusive process of design. It widens participation rather than narrows it. It democratizes design*”. (BENJAMIN, 2012, p. 24).

Portanto, compreendemos que no processo de *design* o *designer* não pode ficar do lado de fora isento de qualquer decisão tomada, como a primeira geração dos métodos de projeto havia imaginado. Essa postura já foi debatida e contestada na década de 1970 (BAYAZIT, 2004; RITTEL, 1972; SCHÖN, 1982). O processo também não se constrói pela presença de um único ator, mas sim de vários e cada um possui um papel no processo (CUFF, 1992; LAWSON, 2005) e precisa estar em constante conversação com os outros (SHARP; ROGERS; PREECE, 2007). As tecnologias digitais estão no processo e assumem dois papéis: por um lado, introduziram novos procedimentos com os quais os *designers* precisam lidar, inclusive, exigindo novas habilidades (WOODBURY, 2010) cognitivas, mas também ampliando as esferas comunicacionais não apenas entre *designers*, como também pra um público diverso (BENJAMIN, 2012). O perigo da confiança nas tecnologias digitais é cometer o mesmo equívoco que os *designers* da década de 1970 cometeram, ao se posicionarem do lado de fora do processo. O julgamento subjetivo do *designer* ainda é (e sempre precisa ser) importante no processo, assim como outras qualidades. Mas não podemos negligenciar outras questões que as tecnologias digitais imprimem no processo. Se o processo é digitalizado, a informação não apenas se torna acessível para mais pessoas, como também torna-se passível de ser editada por elas de maneira muito mais colaborativa. Dessa maneira, autorias e responsabilidades deveriam ser revisadas, até mesmo em instâncias legais, de maneira que elas sejam compartilhadas entre os atores do processo. Nesta pesquisa, se estamos assumindo o

processo de *design* como a esfera constituída por inúmeros atores, cada um deles contribuindo com suas qualidades, sejam elas cognitivas ou subjetivas, cujas relações entre eles são potencializadas pelas tecnologias digitais, e que o processo não está restrito a uma atividade de concepção projetual, mas sim engloba toda uma cadeia que se estende até à produção em função da continuidade possibilitada pelo meio digital, e sendo assim muito mais atores estão presentes nele. Dessa maneira, estamos lidando com uma diversidade de variáveis dotando o processo de algumas particularidades que podem estudadas por uma perspectiva ampliada e sistêmica. Sendo nosso foco os processos de *design* de aparatos híbridos, há que se considerar que os atores do processo trabalham no campo da inovação, ou seja, do desenvolvimento de objetos para os quais não há uma referência prévia e um mundo de possibilidades permitidas pela programabilidade algorítmica. Assim, as teorias construídas a partir da ideia de sistema novamente se mostram importantes principalmente para entendermos os aspectos inovadores pela possibilidade de emergência.

2

COMPLEXIDADE E EMERGÊNCIA NOS PROCESSOS DE DESIGN

Nesse capítulo, abrangemos conceitos provenientes das teorias construídas a partir da ideia de sistemas e traçamos relações com os processos de *design* expondo como elas podem ser aplicadas para entender as dinâmicas e as situações que podem emergir a partir do diálogo entre os atores que participam do processo. Nosso ponto de partida é a Cibernética, passando em seguida para a Teoria Geral dos Sistemas, até chegar ao contemporâneo campo dos sistemas complexos, três contribuições importantes para a construção de uma visão sistêmica, ou holística, sobre o objeto de investigação científica. Não é nossa intenção, no entanto, fazer um resgate histórico dessas teorias e nem traçar paralelos com outras posturas e abordagens anteriores à Cibernética, uma vez que tal missão envolveria voltar à visão aristotélica que já considerava o todo maior do que a soma de suas partes. Portanto, não vamos esmiuçar as entrelinhas da literatura especializada. O campo é demasiado vasto, e, por vezes, até mesmo conflitante em certos momentos, tornando impossível, mesmo para os especialistas nas áreas em questão, apresentar todos os conceitos e princípios pesquisados e entrar em seus mais profundos questionamentos. Assim, o que intencionamos é tornar o leitor familiarizado com termos, conceitos e princípios e construir uma base teórica que irá fornecer subsídios para a

compreensão dos processos de *design* a partir da complexidade por eles apresentada.

Complementando a aproximação das teorias que abordem a questão dos sistemas com os processos de *design*, procuramos trazer também, de forma sucinta, a influência delas no trabalho de autores de áreas que lidam com o desenvolvimento de produtos, sejam estas especialidades arquitetônicas, com propriedades interativas ou não, ou nos aparatos interativos. No entanto, cabe ressaltar que apresentamos alguns indícios evidentes e enunciados pelos próprios autores da influência de tais teorias em seus trabalhos. A escavação das implicações históricas do olhar sistêmico nesses campos, por exemplo, não é foco desta pesquisa. Aqui, as teorias são abordadas de modo a explicitar a aproximação dessas áreas com a visão holística e sistêmica e evidenciar que não se trata de uma novidade envolver os conceitos provenientes da Cibernética, Teoria Geral dos Sistemas ou do campo dos sistemas complexos. Acreditamos, portanto, que é possível tratar dos aparatos interativos, mais especificamente de seus processos de *design*, a partir de uma abordagem abrangente e sistêmica.

2.1. A visão do todo definindo posturas

Visões sistêmicas não se apresentam como uma novidade. Aristóteles já dizia que o todo é mais do que a soma de suas partes. Mas elas ganham força em função de uma necessidade metodológica para a compreensão e exploração de objetos de estudo. Na literatura científica, muito se fala das limitações do reducionismo como método de investigação (MITCHELL, 2011; BARABÁSI, 2009; MORIN, 2005). Essa abordagem metodológica de observação científica parte, principalmente, da premissa de que, para se estudar qualquer objeto ou fenômeno, devemos decompô-los em partes e, a partir de então, estudá-las separadamente para se compreender o todo. Além disso, esses mesmos objetos e fenômenos estão ainda submetidos a leis universais que explicam seus possíveis comportamentos

no mundo. São essas as máximas do método cartesiano e newtoniano que se mantiveram onipresentes nas pesquisas científicas por muitos séculos. O mundo, portanto, sendo compreendido e construído em bases objetivas, trouxe contribuições para o entendimento do mundo em muitos aspectos e continua sendo um importante método de investigação científica, conforme Morin (2005) afirma:

[...] a ciência física dispunha, no final do século XIX, de uma bateria de grandezas que lhe permitiria caracterizar, descrever, definir um objeto fosse ele qual fosse. Ela trazia ao mesmo tempo o conhecimento racional das coisas e a inspeção das coisas. O método de decomposição e de medida permitiu experimentar, manipular, transformar o mundo dos objetos: o mundo objetivo (MORIN, 2005, p. 125).

Todavia, esse método não se mostra eficiente para explicar muitos dos objetos e fenômenos observados, pois neles existiria uma estrutura organizacional que não poderia ser simplesmente explicado pela decomposição de suas partes. Nesse sentido, afirma Barabási (2009): “Agora, estamos perto de saber quase tudo que há para saber sobre as partes. Mas estamos tão longe, como nunca estivemos, de entender a natureza como um todo.”⁶⁰ (BARABÁSI, 2009, p. 6, tradução nossa). Ou seja, podemos até compreender as partes em seus mínimos detalhes de composição e de comportamento, mas de nada irá adiantar conhecê-las se continuamos sem entender os princípios organizacionais e comportamentais do objeto ou do fenômeno como um todo. Behncke (1995) assim enfatiza o comportamento distinto das partes em relação ao todo da qual elas se inserem:

O que as propriedades dos componentes fazem é só especificar o espaço particular em que tal sistema existirá, mas as propriedades dos componentes *não determinam por si só a organização de um sistema* tampouco as propriedades do sistema como conjunto (BEHNCKE, 1995, p.36).

60. Do original em inglês: “Now we are close to knowing just about everything there is know about the pieces. But we are as far as we have ever been from understanding nature as a whole.” (BARABÁSI, 2003, p. 6).

Para compreendermos as limitações que o paradigma reducionista impõe

aos métodos de investigação científica, podemos lançar um olhar para nós mesmos, enquanto seres vivos. Como entender a natureza dos seres vivos apenas pela decomposição de suas partes? Se somos organismos celulares como qualquer outro, o que nos tornaria diferentes de outros seres vivos? Certamente existe algo além de um aglomerado de células que qualifica o organismo de tal maneira tornando-o distinto em muitos aspectos de outros organismos. Maturana e Varela (1995), por exemplo, entendem que há uma organização particular inerente a cada ser vivo que o dota de certas características que, associada com sua capacidade de se auto-reproduzir, que os autores chamam de *autopoiese*, o definem como pertencentes a uma determinada classe (MATURANA; VARELA, 1995).

Outro ponto importante característico da abordagem reducionista é o papel do pesquisador, ou observador, no processo de investigação científica. Nas abordagens reducionistas, o pesquisador costuma se posicionar como uma entidade externa àquilo que ele observa, sem provocar, teoricamente, nenhuma interferência no fenômeno observado. Contudo, no mundo sub-atômico, por exemplo, o ato do observar provoca, sim, alteração naquilo que se observa. Assim, como Morin (2005) afirma, não é possível isolar o objeto de observação da própria ação de observar.

Behncke (1995), por sua vez, apresenta tal questionamento direcionando-o para os fenômenos sociais. Como poderíamos pretender ser observadores externos na investigação de fenômenos sociais, nos quais estamos intrinsecamente imersos? Assim o autor questiona: “[...] poderia ele [o pesquisador] próprio se situar para poder ver as mudanças ambientais e suas próprias mudanças orgânico-experienciais como independentes de si mesmo? Porventura seria possível fazer tal coisa?” (BEHNCKE, 1995, p. 34). O método reducionista, portanto, ao isolar o observador daquilo que ele observa, se depara com a impossibilidade, provocada pela essência de seus próprios métodos, de incluir em seus procedimentos posturas que admitam a interferência e a capacidade do observador de observar-se a si mesmo como parte do fenômeno (ou sistema) observado.

O reducionismo apresenta, portanto, uma série de limitações metodológicas em seu cerne que impedem uma abertura maior para o entendimento de seus problemas de investigação. Isso, obviamente, não o invalida. No entanto, vários pesquisadores e pensadores que trabalham com abordagens holísticas e sistêmicas parecem demonstrar uma recusa a qualquer aproximação com tais métodos. A postura anti-reducionista está presente em diversos autores como, por exemplo, podemos verificar em Mitchell (2011):

Mas a ciência do século XX foi também marcada pelo fim do sonho reducionista. Apesar do seu enorme sucesso, explicando desde o muito grande ao muito pequeno, a física fundamental, e mais de modo geral, o reducionismo científico, tem estado notavelmente mudo em explicar os fenômenos complexos próximos às preocupações em nossa escala humana.⁶¹ (MITCHELL, 2009, p. X, tradução nossa).

Barabási (2009) também assume uma postura anti-reducionista: “Dividir e conquistar; o demônio está nos detalhes. Portanto, por décadas nós temos sido forçados a ver o mundo através de suas partes.”⁶² (BARABÁSI, 2009, p. 6, tradução nossa). Johnson (2010), em uma posição mais radical e enfática, chega a afirmar que a “complexidade representa, portanto, um tapa na cara das abordagens reducionistas para a compreensão do mundo.”⁶³ (JOHNSON, 2010, p. 17, tradução nossa). Essas são apenas algumas manifestações na literatura científica de diversos autores demonstrando suas posturas de repúdio à abordagem reducionista como método eficiente para construção do conhecimento.

Ackoff (1974), por sua vez, demonstra tamanha exaltação em relação a abordagens mais sistêmicas que sugeriu a existência de uma nova era que ele chamou de “Era dos Sistemas” (ACKOFF, 1974) em contraposição à analítica “Era das Máquinas” (ACKOFF, 1974) da qual as posturas mecanicistas e reducionistas do mundo fazem parte. Para o autor, o momento que marca a mudança de uma era para outra ocorre na década de 1940, principalmente com o advento da Cibernética (ACKOFF, 1974).

61. Do original em inglês: *“But twentieth-century science was also marked by the demise of the reductionist dream. In spite of its great success explaining the very large and very small, fundamental physics, and more generally, scientific reductionism, have been notably mute in explaining the complex phenomena closest to our human-scale concerns.”* (MITCHELL, 2009, p. X).

62. Do original em inglês: *“Divide and conquer; the devil is in the details. Therefore, for decades we have been forced to see the world through its constituents.”* (BARABÁSI, 2003, p. 6).

63. Do original em inglês: *“Complexity therefore represents a slap in the face for traditional reductionist approaches to understanding the world”* (JOHNSON, 2010, p. 17).

Apesar de seu entusiasmo com o conceito de sistemas, ao contrário dos autores que repudiam o reducionismo, Ackoff (1974) não menospreza tais abordagens mecânicas e acredita que, na “Era dos Sistemas”, elas são incorporadas e ampliadas.

Iniciar pela Cibernética a apresentação de teorias que tratem o objeto de uma maneira sistêmica não significa considerá-la como ponto de partida das abordagens holísticas. Posturas sistêmicas estão presentes em diversos pensamentos e teorias muito antes do nascimento da Cibernética, esta entendida como aquela cujo significado moderno foi popularizado por Norbert Wiener. Mas, para esta pesquisa, a adoção da Cibernética como início da investigação resulta da compreensão que seus conceitos assumem significados e entendimentos sobre os sistemas que ecoam por abordagens posteriores como o contemporâneo campo dos sistemas complexos. Ao investigarmos as posturas sistêmicas iniciando pela Cibernética e passando em seguida para a Teoria Geral dos Sistemas até chegar nas abordagens recentes dos sistemas complexos também não significa que estamos defendendo a necessidade de categorização das teorias, pois os conceitos e princípios transitam por esses campos e fazem parte de um todo relacionado. Apresentar posturas sistêmicas dessa maneira se faz com objetivos unicamente didáticos. Sawyer (2009), por exemplo, ao comparar alguns estudos nas ciências sociais com abordagens sistêmicas segue por um caminho semelhante, porém considerando a Cibernética, a TGS e estudos em sistemas complexos como categorias, que ele chama de “fases”. Assim, a Cibernética popularizada por Norbert Wiener seria a “primeira fase”, a TGS cujo principal representante seria Ludwig von Bertalanffy seria a “segunda fase” e, os sistemas complexos com seus os conceitos de emergência e a possibilidade de simulação computadorizada seria a “terceira fase”, estabelecendo inclusive uma ordem cronológica entre elas. Não temos a pretensão de estabelecer categorias, portanto, se estamos dividindo a apresentação dentro desses três campos, a finalidade é apenas didática.

2.2. Os sistemas na Cibernética

2.2.1. *Feedback* como instrumento de regulação

Começaremos nossa investigação pela Cibernética, tal como foi proposta pelo matemático Norbert Wiener, na década de 1940. A etimologia da palavra indica que o termo tem origem no grego *kibernetiké*, significando timoneiro, ou aquele que governa. Como a proposta de Wiener era resolver problemas de controle nas máquinas e nos meios de comunicação, o uso do termo pelo matemático se mostra apropriado. Como o próprio autor afirma:

O propósito da Cibernética é desenvolver uma linguagem e técnicas que nos capacitem, de fato, a haver-nos com o problema do controle e da comunicação em geral, e a descobrir o repertório de técnicas e ideias adequadas para classificar-lhes as manifestações específicas sob a rubrica de certos conceitos (WIENER, 1968, p. 17).

Massua contribuição não se restringe ao controle dos meios de comunicação para garantir a boa transmissão das mensagens. A Cibernética foi além, tornando-se popular e vendo seus princípios atingirem domínios diversos e amplos. O próprio Wiener, em sua publicação “Cibernética e sociedade: o uso humano dos seres humanos” (WIENER, 1968), viu potencial na Cibernética como uma maneira para se compreender a própria sociedade pelo estudo de como as pessoas se comunicam. Assim, Wiener afirma:

A tese deste livro é a de que a sociedade só pode ser compreendida através de um estudo das mensagens e das facilidades de comunicação de que disponha; e de que, no futuro desenvolvimento dessas mensagens e facilidade de comunicação, as mensagens entre o homem e as máquinas, entre as máquinas e o homem, e entre a máquina e a máquina, estão destinadas a desempenhar papel cada vez mais importante (WIENER, 1968, p. 16).

Mas o que queremos trazer para a reflexão aqui proposta é o conceito de

feedback (realimentação ou retroalimentação) que, inclusive, é utilizado em muitas outras áreas do conhecimento e com definições próximas entre si. A concepção de Wiener sobre *feedback* reside no próprio propósito da Cibernética, ou seja, referindo-se ao controle das máquinas a partir de seu próprio desempenho (WIENER, 1968). Em função de seus próprios sensores ou da presença de outros dispositivos, a máquina poderia se autorregular. Em outros termos, para aproximar da visão mais humana do fenômeno, Wiener afirma que o *feedback* é “a capacidade de poder ajustar a conduta futura em função do desempenho pretérito” (WIENER, 1968, p. 33).

Compreendendo os processos de *feedback* que ocorrem em máquinas, Wiener entende que nos seres humanos algo semelhante ocorre, afinal, tanto em um quanto em outro existem mecanismos de sensoriamento para coletar informação do ambiente, processá-la e atuar de forma mais adequada em função de uma experiência pretérita. Essa atuação ainda poderia ser apenas uma simples reação, mas também poderia envolver processos mais complexos que ele chama de aprendizagem. De certa forma, o que realmente interessa é que, tanto no homem quanto na máquina, o *feedback* traz informações referentes à ação realizada no ambiente e a compreensão desse processo que, segundo Wiener (1968), deveria estar mais presente nas análises da sociedade enquanto todo.

Tanto no animal, quanto na máquina, o desempenho se faz efetivo no mundo exterior. Em ambos, a ação *realizada* no mundo exterior, e não apenas a ação *intentada*, é comunicada ao instrumento regulador central. Esse complexo de comportamento é ignorado pelo homem comum e, particularmente, não desempenha o papel que deveria desempenhar em nossas análises habituais da sociedade; pois assim como as respostas físicas individuais podem ser encaradas deste ponto de vista, assim também o podem ser as respostas orgânicas da própria sociedade. (WIENER, 1968, p. 26).

Wiener (1968), no entanto, apresenta uma visão mecanizada do homem e da sociedade. Apesar de trazer conceitos importantes como o *feedback*,

que Johnson (2010), por exemplo, considera como um “ingrediente mágico” (JOHNSON, 2010, p. 25), ainda não se difere muito da postura reducionista. Wiener pode até enxergar seus objetos de estudo por uma perspectiva sistêmica, mas as leis que regem seu funcionamento ainda se baseiam em estruturas mecanicistas que servem para entender o desempenho da máquina, mas está muito aquém do necessário para compreender o ser humano. Fenômenos sociais são muito mais complexos e, além disso, não se restringem a uma ação e reação. A informação do *feedback* pode vir de qualquer lugar e a qualquer momento. Nesse sentido, a própria memória das experiências passadas pode ser considerada uma informação de *feedback* intrínseca ao próprio ser (JOHNSON, 2010).

Nesse sentido, se considerarmos ainda o comportamento em grupo, o conceito de *feedback* por si só não é o suficiente. Sendo ele, grosso modo, um processo de capturar a informação da própria ação em andamento, processá-las e agir de acordo com o contexto, o que para uma máquina se mostra um conceito absolutamente útil, para indivíduos o *feedback* possui sua serventia para compreender fenômenos de ordem fisiológica como, por exemplo, de que forma o corpo humano regula a temperatura do corpo em função da temperatura ambiente. No entanto, não podemos condicionar somente ao conceito de *feedback* o fenômeno do aprendizado ou a comunicação humana em grupos, uma vez que um indivíduo pode, inclusive, ignorar a informação recebida. Além disso, motivações, escolhas e julgamento individual, por exemplo, não são contemplados pelo conceito de *feedback*, tornando-o apenas, na esfera da comunicação humana, uma confirmação do recebimento da informação.

Se pensarmos nos processos de *design*, evidentemente há o processo de *feedback* nas relação entre os atores com um computador, por exemplo, no qual as informações são fornecidas para a máquina que as processa e as devolve sob as mais variadas formas de linguagens de representação. Mas quando um ator recebe uma informação de outro, não significa que este irá considerar a informação. Ele pode confirmar o recebimento da informação, ou ainda, pode apenas descartá-la e com

isso em nada irá alterar o andamento do processo de *design*. Portanto, a ideia de *feedback* é importante, afinal, certamente o ator precisa garantir que sua informação foi recebida por outro, mas em uma esfera muito limitada uma vez que ela não explica se isso acarretará em alguma ação específica ou se desencadeará um diálogo mais complexo.

2.2.2. Variáveis e parâmetros influenciando comportamentos

Ross Ashby, tão reconhecido quanto Wiener em relação à sua contribuição para a Cibernética, ressalta a propriedade abrangente da área que extrapola a finalidade de controle das máquinas. Para o autor, ela fornece uma série de conceitos que podem ser utilizados em outras áreas do conhecimento por operar, principalmente, através de uma linguagem comum. Enquanto instrumento metodológico, ressalta que a Cibernética seria inquirir menos sobre as propriedades das coisas, e mais o que essa coisa faz, ou seja, os comportamentos possíveis que um sistema pode apresentar (ASHBY, 1970), seja ela uma máquina, um organismo vivo ou a sociedade.

Dentre os conceitos que Ashby (1970) trabalha, vamos destacar três: diferença, variável e parâmetro. Como Ashby afirma que os propósitos da Cibernética são os comportamentos possíveis de um objeto ou sistema, seu ponto de partida é o conceito de diferença que, segundo o autor, é o “mais fundamental da cibernética” (ASHBY, 1970, p. II). Por diferença, o autor considera não apenas que duas entidades são diferentes entre si, mas, principalmente, que uma alteração em seus estados pode ocorrer ao longo do tempo, sendo que, por estados, considera as propriedades que um sistema pode assumir e, dessa sequência de estados, uma linha de comportamento para o sistema se constrói (ASHBY, 1970).

Sendo o processo de *design* um sistema, o conceito de diferença se apresenta sob muitos aspectos, seja através dos atores envolvidos, que possuem conhecimentos e visões de mundo distintos, seja através das especificidades e possibilidades inerentes ao desenvolvimento do aparato

interativo, caracterizando um processo com certas particularidades que o distingue de um outro, ou seja, que o torna diferente de um outro. Em relação aos atores, para mencionar como exemplo, estes se organizam de diversas maneiras, entrando e saindo do processo ao longo de desenvolvimento do produto, assumindo ainda diversas posturas no decorrer de suas atuações, caracterizando, assim, uma mudança de estados de um processo. No que se refere às particularidades de cada produto em desenvolvimento, há uma unicidade presente na situação, no sentido mencionado por Schön (1982), que torna, inclusive, um processo diferente do outro, uma vez que os atores precisam trabalhar com fatores e elementos que são distintos entre um processos e outro. O que provocaria a diferença nos estados de um sistema, no contexto da Cibernética, segundo Ashby (1970), seriam as “variáveis” e as exemplifica da seguinte maneira:

O pêndulo real, por exemplo, não tem apenas comprimento e posição; possui também massa, temperatura, condutividade elétrica, estrutura cristalina, impurezas químicas, alguma radioatividade, velocidade, poder refletor, força de tensão, uma película superficial de umidade, contaminação bacteriológica, absorção ótica, elasticidade, forma, gravidade específica e assim por diante (ASHBY, 1970, p. 47).

Todos os fatores mencionados no caso do pêndulo são, portanto, as variáveis de um sistema que podem promover influência significativa nos estados dele. No entanto, Ashby (1970) também observa que, no estudo dos sistemas, cabe aos observadores selecionar os fatores considerados mais relevantes para as alterações nos estados dos sistemas. Investigar todos os fatores envolvidos seria uma situação muito distante do real possível na investigação científica. Essa abordagem nos sugere o seguinte questionamento: quais as variáveis envolvidas quando abordamos os processos de *design* de aparatos híbridos? E quais devemos considerar como as mais relevantes enquanto influência nos estados do processo de *design*? Por exemplo, as variáveis poderiam ser a presença dos atores que participam do processo, considerando que ao longo do

desenvolvimento do produto interativo, ela vai se alterando, sendo que em alguns momentos podemos ter a presença de arquitetos, programadores, engenheiros, iteradores, sociólogos, em outros podemos ter somente os programadores, engenheiros e indústrias, fornecedores de materiais e administradores, e assim por diante. O contexto local também pode ser uma variável. As especificidades de cada local (como profissionais disponíveis, materiais, cultura, economia, condições climáticas, entre outros) se tornam fatores que condicionam o processo tornando-o distinto de um outro e alterando seu próprio comportamento ao longo do desenvolvimento do produto. Outro exemplo que também poderíamos mencionar é a tecnologia disponível, embora ela não possa ser considerada como um fator condicionante e limitador, os atores precisam selecionar as linguagens de programação mais adequadas e as técnicas de construtibilidade do aparato eletrônico, que inclusive vai se alterando ao longo do tempo e, às vezes, com muito mais rapidez que o processo de *design* consegue assimilar. Esses são alguns exemplos que podemos mencionar e que, inclusive, não é uma condição exclusiva do desenvolvimento de aparatos híbridos. Qualquer processo de *design* vai se deparar com situações e condições variáveis que irão alterar seus estados.

Outro conceito apresentado por Ashby (1970) é o de parâmetro. Um sistema, além de apresentar uma mudança de um estado para o outro, ou seja, propriedade que determina seu comportamento, pode ainda manifestar modos de comportamento diferentes. Portanto, existem duas mudanças envolvidas no sistema: uma seria de um estado para outro, e a outra seria a mudança no modo como o sistema se comporta (ASHBY, 1970). O fator que determina o modo do comportamento é chamado de parâmetro. Ashby fornece como exemplo o funcionamento de uma máquina com uma alavanca com três posições que determina um modo de comportamento diferente. A máquina continuaria operando suas alterações de um estado para o outro e com as mesmas variáveis. Mas conforme a posição da alavanca, a máquina se comportaria de três formas distintas. O parâmetro é uma entrada no sistema que vai

promover alterações no modo de comportamento.

No processo de *design*, essa ideia de parâmetro não é tão distante e distinta das variáveis. Cabe aqui, no entanto, uma ressalva. O parâmetro no processo de *design* não pode ser confundido com o parâmetro utilizado no desenvolvimento do produto. Dentro desse contexto, os parâmetros são critérios utilizados pelos atores para determinar aspectos do produto, como, por exemplo, sua geometria. Aplicado ao processo, portanto, quais poderiam ser os parâmetros? Poderíamos destacar a formação de equipes multidisciplinares como exemplo, ou mais especificamente as áreas de conhecimento que estariam envolvidas, ou seja, um processo pode ser inicialmente estruturado em torno de algumas áreas do conhecimento cujos atores irão desempenhar suas atividades conforme seus campos de atuação. Se construídos em torno de outros campos do conhecimento, então o processo poderá apresentar um comportamento completamente distinto de qualquer outro.

2.2.3. A observação de si mesmo

A Cibernética forneceu e continua fornecendo uma forma mais abrangente para a observação do comportamento dos objetos e fenômenos. Scott (2004), ao salientar essa abordagem abrangente da Cibernética, afirma que ela é interdisciplinar, pois consegue criar uma linguagem comum a diversas áreas do conhecimento, sendo, dessa forma, uma ponte entre as disciplinas; transdisciplinar, pois permite criar modelos gerais sobre os mais diversos fenômenos, em muitos campos disciplinares; e metadisciplinar, ou seja, é uma disciplina que realiza considerações metodológicas sobre outras disciplinas. E, sendo a Cibernética uma disciplina que aborda outras disciplinas, ela também se propõe a ser uma disciplina que realiza estudos sobre si mesma.

Nesse contexto, quem se destacou na reflexão metadisciplinar da Cibernética, segundo Scott (2004), foi o físico Heinz Von Foerster, realizando estudos sobre o que ficou conhecido como “Cibernética da

64. Do original em inglês:
*"[...] this goal is always
external to the system under
consideration. [...] This implies
that there is a separation
between the system and goal."*
(GLANVILLE, 2004, p.
1383).

Cibernética", durante as décadas de 1960 e 1970. Segundo Scott (2004), Foerster realizou uma reflexão sobre o estudo cibernético da Cibernética, ao sugerir que o observador faça parte daquilo que ele está descrevendo (SCOTT, 2004) e, dessa maneira, assumindo sua própria existência. A Cibernética da Cibernética tornou-se conhecida também como Cibernética de Segunda Ordem, enquanto a teoria Cibernética popularizada por Norbert Wiener foi denominada de Cibernética de Primeira Ordem.

A Cibernética da Cibernética, ou, Cibernética de Segunda Ordem, responde, portanto, àquela problemática envolvendo o observador e o sistema que ele observa. Wiener e Ashby não inserem o observador nos sistemas observados e dessa maneira a aplicação dos conceitos para entender fenômenos sociais apresenta limitações, conforme já mencionado por Behncke (1995), por exemplo. Na Cibernética de Primeira Ordem, o observador fica posicionado fora do objeto ou fenômeno que ele observa, enquanto que na Cibernética de Segunda Ordem, o observador vê-se incluído no sistema, visto que o intuito é estudar agora os sistemas de observação. Com isso, a questão sobre como podemos estudar os fenômenos dos quais fazemos parte, como os fenômenos sociais, passa a ter o respaldo da abordagem da Cibernética de Segunda Ordem.

A questão, no entanto, não se encerra apenas na consideração do observador como parte do sistema. Isso implica em alterações, inclusive nos objetivos do sistema. Na Cibernética de Primeira Ordem, há uma separação entre o sistema e seu observador pressupondo, dessa maneira que um não é afetado pela presença do outro (GLANVILLE, 2004). Assumindo essa posição externa ao sistema, o observador passa a enxergar seu objeto de estudo como possuidor de algum propósito. Assim, como Glanville (2004) afirma: "[...] o objetivo é sempre externo ao sistema em consideração. [...]. Isto implica que há uma separação entre sistema e objetivo"⁶⁴ (GLANVILLE, 2004, p. 1383, tradução nossa). Na Cibernética de Segunda Ordem, não é possível fazer essa distinção entre sistema e objetivo, pois o observador está dentro do sistema, sendo também seu elemento modificador. Glanville resume assim a diferença

entre Cibernética de Primeira Ordem e Cibernética de Segunda Ordem, a partir dos propósitos dos sistemas:

Portanto, a determinação de que há um objetivo (e, portanto, um propósito), que foi determinado a ser construído através da separação do observador e do sistema e objetivo, pode ser atribuída à visão (primeira-ordem) do observador como externo, destacado e intocado: enquanto que, na visão da cibernética de segunda ordem, o observador não é externo e, portanto, os critérios necessários para a determinação do objetivo não existem. Se há um objetivo, se um sistema tem um propósito, não é visível para nós como tal em um sistema cibernético de segunda-ordem, embora possa ser observado como tendo ambos quando observado como um sistema de primeira-ordem.⁶⁵ (GLANVILLE, 2004, p. 1384, tradução nossa).

65. Do original em inglês: *"Thus, the determination that there is a goal (and hence purpose), which was determined to be constructed through the separation of the observer from the system and goal, may be attributed to the (first-order) view of the observer as external, detached and untouched: whereas in the second-order cybernetic view the observer is not external, and so the necessary criteria for the determination of the goal do not exist. If there is a goal, IF the system has purpose, it is not visible to us as such in a second-order cybernetic system, though it may be observed to have both when observed as a first order system."* (GLANVILLE, 2004, p. 1384).

Para os processos de *design*, a postura pautada na Cibernética de Primeira Ordem se assemelha à adotada pelos *designers* da primeira geração dos métodos de projeto, conforme já mencionamos no primeiro capítulo. Seus objetos de intervenção, de fato, eram considerados sistemas (RITTEL, 1972), mas os *designers* se posicionavam de fora dele de maneira a minimizar a análise subjetiva e intuitiva, ou seja, eles não seriam afetados e nem afetariam o sistema. E como Rittel (1972) e Bayazit (2004) afirmam, tal postura foi aplicada e considerada insuficiente para lidar com problemas nos processos de *design*, uma vez que estes não eram tão simples como os *designers* formulavam. Ora, isso justamente corrobora a observação de Glanville (2004) sobre os objetivos do sistema. Uma vez que os *designers* viam-se de fora do sistema, o objetivo era muito claro, ou seja, resolver um problema em específico. Sendo assim, era plausível declarar primeiramente os problemas e pensar nas soluções para eles. Mas como Rittel (1972) e Schön (1982) pontuam, problema e solução não são entidades separadas e elas vão se moldando concomitantemente, ou seja, o objetivo do sistema não pode se resumir à resolução de problemas, sendo que eles não se apresentam de maneira clara e evidente para os *designers*.

No reconhecimento de um observador que pode alterar e ser alterado pelo sistema e não conseguir ter o discernimento necessário sobre os propósitos do próprio sistema no qual ele está inserido, Maturana e Varela (1995) vão procurar entender como ocorrem os processos de obtenção do conhecimento a partir das estruturas mais elementares presentes nos fenômenos biológicos. Para isso, a Cibernética de Segunda Ordem, torna-se uma abordagem metodológica para se estudar o fenômeno do conhecer: afinal, como poderíamos conhecer o conhecimento se não podemos nos tornar observadores objetivos de nossos próprios processos?

2.3. A Teoria Geral dos Sistemas considerando tudo como sistema

A Cibernética é um dos campos que trabalham com o conceito de sistemas. O próximo momento refere-se à Teoria Geral dos Sistemas (TGS). Não vamos pontuar as diferenças e semelhanças entre as duas, até porque se trata de uma questão polêmica. Alguns autores consideram a Cibernética como parte da TGS (BERTALANFFY, 1977), outros consideram a TGS como generalista e a Cibernética mais orientada aos objetivos (HEYLIGHEN; JOSLYN, 2001). Há também aqueles que entendem a Cibernética focada em estruturas e estabilidade, enquanto a TGS seria voltada para sistemas dinâmicos e mudanças (SAWYER, 2005). Nosso objetivo, no entanto, é apresentar alguns delineamentos conceituais que caracterizam a TGS e não desenvolver uma análise que contemple os embates que envolvem as duas abordagens.

A Teoria Geral dos Sistemas é creditada a Ludwig von Bertalanffy, um biólogo austríaco que defendeu a necessidade de observarmos os objetos de investigação científica de uma forma mais abrangente, ou seja, sistêmica. Ele expôs diversos exemplos de aplicação dos conceitos da TGS em vários campos do conhecimento, na Matemática, na Biologia, nos fenômenos sociais e na Psicologia e Psiquiatria. Com isso procurou comprovar a versatilidade de uma teoria geral que pode contribuir

para muitos campos disciplinares. Bertalanffy (1977) assim justifica a necessidade de uma teoria geral para entendermos fenômenos:

[...] existem modelos, princípios e leis que se aplicam a sistemas generalizados ou suas subclasses, qualquer que seja seu tipo de particular, a natureza dos elementos que os compõem e as relações ou “forças” que atuam entre eles. Parece legítimo exigir-se uma teoria não dos sistemas de um tipo mais ou menos especial mas de princípios universais aplicáveis aos sistemas em geral. Deste modo, postulamos uma nova disciplina chamada *Teoria Geral dos Sistemas*. Seu conteúdo é a formulação e derivação dos princípios válidos para os “sistemas” em geral. (BERTALANFFY, 1977, p. 55).

66. Do original em inglês: “[...] *established isomorphies give little help in understanding the systemic structure of the objects under study. At best they describe the macrostructure of certain fragments of the world, but provide no information on the microstructure and system properties of the objects being analyzed.*” (BLAUBERG; SADOVISKY; YUDIN, 1977, p. 61).

Bertalanffy sofreu críticas duras da comunidade científica, segundo Blauberg, Sadovisky e Yudin (1977), ao propor uma teoria geral para entender os sistemas, acabou por trabalhar no campo das isomorfias das leis. Isso significa que ele procurou por leis que podem ser identificadas e aplicadas a qualquer sistema. Mas, conforme Blauberg, Sadovisky e Yudin (1977), as isomorfias das leis não permitem que se entendam as estruturas:

[...] as isomorfias estabelecidas dão pouca ajuda na compreensão da estrutura *sistêmica* dos objetos em estudo. No máximo, elas descrevem a macroestrutura de certos fragmentos do mundo, mas não fornecem nenhuma informação sobre a microestrutura e propriedades dos sistemas dos objetos em análise.⁶⁶ (BLAUBERG; SADOVISKY; YUDIN, 1977, p. 61, tradução nossa).

De fato, a Teoria Geral dos Sistemas desenvolvida por Bertalanffy, apresenta um caráter generalista, e colocar todos os tipos de sistemas dentro das mesmas leis universais implica em uma postura similar à newtoniana que pressupunha que os fenômenos que observamos são regidos por princípios equivalentes. No entanto, há alguns aspectos que julgamos importantes dentro da Teoria Geral dos Sistemas e que podem nos auxiliar a compreender a abrangência do sistema e, principalmente,

a relação dele com o ambiente em que se insere, que, para os processos de *design*, se constitui como um fator que condiciona e desencadeia alterações no próprio processo.

2.3.1. Sistemas abertos para o ambiente e fechados operacionalmente

Um dos aspectos que Bertalanffy (1977) mais se dedicou a estudar é a ideia de sistemas abertos, sendo que a primeira distinção a ser feita é a diferença entre um sistema aberto e um fechado. Bertalanffy (1977) afirma que a Física Clássica sempre tratou seus objetos de pesquisa como sistemas fechados, ou seja, isolados de qualquer influência do ambiente. Essa postura significaria que, em um sistema fechado, isolado das interações com o ambiente, os elementos chegariam a um estado que colocaria o sistema em equilíbrio encerrando seu próprio funcionamento (BLAUBERG; SADOVISKY; YUDIN, 1977).

Mas, na realidade, não existiria um sistema fechado, portanto, tratar os objetos de estudo como tal não explicava muitos dos fenômenos observados, principalmente aqueles relacionados aos organismos vivos. Os sistemas abertos, portanto, seriam aqueles que realizariam trocas contínuas de matéria e energia com o ambiente (BLAUBERG; SADOVISKY; YUDIN, 1977). Tais trocas podem ser realizadas de muitas maneiras e a partir de condições iniciais distintas (BERTALANFFY, 1977), conduzindo o sistema para um estado estacionário, uma propriedade que caracteriza a organização do sistema mesmo com intensas trocas de energia e matéria com o ambiente que podem perdurar por muito tempo. O estado estacionário, no entanto, não significa um estado de equilíbrio, pois este, na concepção de Bertalanffy (1977), significa que o sistema foi extinto. A concepção de que sistemas abertos podem ter estados estacionários é equivalente à ideia de clausura operacional que Maturana e Varela (1995) desenvolvem e veremos em detalhes adiante.

Portanto, considerar os processos de *design* como sistemas abertos e seguindo a perspectiva de Bertalanffy apenas, seria trabalhar no campo

da isomorfia das leis. Comportamentos de grupos de pessoas não podem ser resumidos somente pela afirmação de que são sistemas abertos que trocam informação com o ambiente. No entanto, considerar o processo de *design* como um sistema aberto nos auxilia a compreender e a admitir a influência de elementos externos que podem ser negligenciados pelos *designers*. O processo como uma entidade fechada pressupõe que os *designers* podem desprezar muitas variáveis e parâmetros, no sentido apontado por Ashby (1970) e ainda colocar o processo em uma condição na qual os *designers* podem se mostrar incapazes de lidar com as mais variadas adversidades, que certamente eles irão se deparar, uma vez que os elementos externos não são admitidos como modificadores do processo.

Mesmo que a Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy seja criticada em muitos aspectos, o biólogo continua sendo reconhecido por sua contribuição na construção de uma teoria que permite uma abordagem ampliada de seus objetos de estudo. Miller (1978), também biólogo, por sua vez, aplica a TGS para entender o funcionamento e organização dos seres vivos no que ele chama de “teoria geral dos sistemas vivos” (MILLER, 1978). Nela, os organismos vivos são entendidos a partir de processos organizados em níveis hierárquicos. Conforme o próprio Miller afirma:

Minha análise dos sistemas vivos usa os conceitos da termodinâmica, teoria da informação, cibernética, e engenharia de sistemas, assim como conceitos clássicos apropriados para cada nível. O objetivo é produzir uma descrição das estruturas vivas e processos em termos de *input* e *output*, fluxos através de sistemas, estados estacionários e *feedbacks* que esclarecerão e unificarão os fatos da vida.⁶⁷ (MILLER, 1978, p. 41-42, tradução nossa).

67. Do original em inglês: “*My analysis of living systems uses concepts of thermodynamics, information theory, cybernetics, and systems engineering, as well as the classical concepts appropriate to each level. The purpose is to produce a description of living structure and process in terms of input and output, flows through systems, steady states, and feedbacks, which will clarify and unify the facts of life.*” (MILLER, 1978, p. 41-42).

Miller parte do pressuposto de que os organismos vivos são formados de sistemas de sistemas, sendo que o que está inserido em outro é chamado de subsistema. Este possui processos próprios e distintos do sistema, do qual é componente, e o mantém em um estado estacionário. O subsistema pode ainda ser formado por um único componente ou ainda apresentar

Figura 9. Ilustração dos níveis elencados por Miller onde podem ser encontrados os dezenove subsistemas. (MILLER, 1977, p. 4).

vários (MILLER, 1978). Já o sistema, do qual o subsistema faz parte, é identificado por Miller (1978) como suprasistema deste. Também possui processos e estruturas que diferem de seus subsistemas, portanto, um suprasistema não poderia ser considerado como a soma de seus subsistemas. Miller (1977) identifica, em sua teoria geral dos seres vivos, dezenove subsistemas que não convém entrar em detalhes sobre cada um deles, mas pelo menos a menção a eles é relevante. Seriam eles, portanto, os subsistemas reprodutor, de limites, ingestor, distribuidor, conversor, produtor, armazenador de matéria e energia, expulsor, motor, suportador, transdutor de *inputs*, transdutor interno, de canais e rede, decodificador, associador, de memória, decisor, codificador e transdutor de *outputs*.

Os dezenove subsistemas são encontrados em sete níveis para um observador elencados por Miller como células, órgãos, organismos, grupos, organizações, sociedades e sistemas supranacionais. Assim em qualquer nível, seja ele o das células ou o das sociedades, os mesmos dezenove subsistemas podem ser observados. Além de serem considerados níveis hierárquicos distintos, cada um deles é um subsistema de um outro sistema e ao mesmo tempo um suprasistema de outros e que no momento do estudo de um sistema é necessário ter em mente essas relações entre suprasistemas e subsistemas e identificar com qual nível está se trabalhando (MILLER, 1978). Apesar de cada nível ser afinal um subsistema de um e também um suprasistema de outro, e ainda que seja possível identificar os mesmos dezenove subsistemas em cada nível, não significa que as características que cada deles apresenta sejam equivalentes. Cada nível possui uma propriedade distinta, que Miller (1977) denomina por emergência, e que a difere das demais.

A ideia de que há sistemas dentro de sistemas não está presente exclusivamente em Miller(1977). Bertalanffy (1968), Morin (2005) e vários outros autores indicam que um sistema é formado por vários outros sistemas. No entanto, Miller (1977) procura encontrar uma lógica aplicável para qualquer sistema vivo, reforçando a isomorfia das leis que já havia

sido rebatida pelos críticos de Bertalanffy. Ao propor uma categorização dos sistemas e de seus subsistemas que englobasse aspectos tanto da esfera celular, quanto da esfera das organizações sociais, reduziu e ignorou muitos outros aspectos, uma vez que, o observador deve enquadrar os fenômenos que ele observa em categorias estanques. Seria possível, por exemplo, entender e explicar comportamentos emergentes e inesperados em multidões através de categorizações estanques? Talvez a teoria de Miller (1977) seja plausível até um determinado nível, como o do organismo. Mas pressupor que os subsistemas da esfera das organizações sociais sejam os mesmos que se observa em uma célula, mesmo que compostos de entidades distintas e com propriedades específicas, parece ser um reducionismo que tanto os pesquisadores procuram evitar com a abordagem sistêmica.

Apesar da categorização proposta por Miller (1977) ser restritiva, a ideia de sistemas de sistemas parece-nos apropriada para compreender os processos de *design*. Geralmente, para desenvolver um produto, interativo ou não, envolve o trabalho de várias equipes, distinguíveis entre si por seus campos disciplinares ou por função desempenhada. Cada equipe pode ser considerada como um sistema, que possui uma organização própria e especificidades nas relações de trabalho. Parecer ser uma dedução óbvia afirmar que um processo de *design* se faz por meio de vários outros sistemas. E de fato é para quem se posiciona como observador externo, tal como Miller (1977) faz em relação ao seu objeto. Mas, para o *designer* que está envolvido no processo, a ideia de que há um sistema maior do qual ele faz parte, geralmente não é contemplada pelo próprio *designer*. Essa posição poderia ser exemplificada pela seguinte situação: supondo que várias equipes estejam trabalhando no desenvolvimento de algum produto, sendo que cada uma delas é responsável por um aspecto específico, mas trabalhando de maneira independente, sem ter ciência daquilo que as outras equipes estão se dedicando a desenvolver. Tal situação não é incomum, ao contrário, muitos *designers* se posicionam no sistema como um resolvidor de ordem técnica sem a preocupação de compreender a participação de outros ou de se articularem entre si para

68. Do original em inglês: *“Underlying both the identification of a system with a set of states and identification by an act of recognition is the notion of invariance, which, as so many other systemic properties, is defined most precisely and depicted most clearly in mathematical language. Invariance is not absence on change. Rather it is the preservation of constancy in certain respects in the context of change.”* (RAPOPORT, 1986, p.8).

compatibilizações. No entanto, se a visão de um sistema como um todo estivesse presente nas posturas dos *designers*, e, se pensarmos ainda na continuidade que o digital imprime aos processos (KOLAREVIC, 2009), não é possível ignorar, por exemplo, a equipe que irá produzir e construir o produto.

Entretanto, conforme já mencionamos, há algo para além das propriedades dos elementos de um sistema que o definem como tal mesmo com as trocas realizadas com o ambiente, as alterações em seus estados e os parâmetros que condicionam seus comportamentos. Essa propriedade, que Bertalanffy chama de “estado estacionário”, Rapoport (1986) denomina pelo termo “invariância”:

Sublinhando ambos a identificação do sistema como um conjunto de estados e identificação por um ato de reconhecimento é a noção de *invariância*, que, como muitas das propriedades dos sistemas, é definida mais precisamente e representado mais claramente em linguagem matemática. Invariância não é a ausência de mudança. Mais do que isso, é a preservação da constância em certos aspectos no contexto da mudança.⁶⁸ (RAPOPORT, 1986, p. 8, tradução nossa).

Nesse contexto, Maturana e Varela (1995) consideram que os sistemas são abertos, mas fechados para operações. Isso significa que o sistema produz seus próprios limites que, por sua vez, encerram as operações dentro dele mesmo gerando a propriedade de se auto-referenciar. Os autores chamam esse processo de “clausura operacional”, ou seja, “rede de processos dinâmicos cujos efeitos não saem dessa rede” (MATURANA; VARELA, 1995, p. 124). O que não significa, de modo algum, que o sistema não realiza trocas com o ambiente. Os sistemas continuam realizando trocas com o ambiente, mas elas não podem alterar a operacionalidade do sistema. Seria, portanto, equivalente ao conceito de invariância de Rapoport (1968) e de estado estacionário de Bertalanffy (1977). Maturana e Varela (1995) ainda complementam, ao afirmar que nas trocas entre sistema e ambiente, este último não é um fator que “determina” as

alterações nos comportamentos do sistema. O ambiente influencia sim no comportamento, mas quem o determina é o próprio sistema em função de sua própria estrutura operacional.

69. Do original em inglês: “[...] *than the repetition within systems of the difference between systems and environment*” (LUHMANN, 1995, p. 7).

[...] todos os seres vivos começam com uma estrutura inicial que condiciona o curso de suas interações e delimita as mudanças estruturais que tais interações desencadeiam. Ao mesmo tempo, eles nascem num determinado lugar, num meio que constitui o entorno em que se realizam e interagem, e que consideramos também ser dotado de uma dinâmica estrutural própria, *operacionalmente distinta* do ser vivo. [...]. Dessa forma, distinguimos duas estruturas que serão consideradas operacionalmente independentes uma da outra: o ser vivo e o meio. Entre elas há uma congruência estrutural necessária (ou a unidade desapareceria). Em tal congruência estrutural, uma perturbação do ambiente não determina o que acontecerá ao ser vivo, pois é a estrutura deste que define que mudanças ocorrerão como resposta. Portanto, não se trata de uma interação instrutiva, já que não determina quais serão seus efeitos. Por isso, usamos a expressão “desencadear” um efeito. Desse modo nos referimos ao fato de que as mudanças que resultam da interação entre o ser vivo e seu meio são desencadeadas pelo agente perturbador, mas *determinadas pela própria estrutura do sistema perturbado*. O mesmo vale para o meio: o ser vivo é uma fonte de perturbações, e não de instruções (MATURANA; VARELA, 1995, p. 131).

Nas ciências sociais, quem incorpora as ideias de Maturana e Varela (1995) é Niklas Luhmann através do conceito de *autopoiese* para a formulação de uma “superteoria”, ou seja, uma teoria de abrangência universal (MOELLER, 2006). O sociólogo acredita que as teorias abrangendo a ideia de sistemas podem contribuir de modo significativo para a compreensão da sociedade e que as ciências sociais deveriam, portanto, recorrer aos estudos delas (LUHMANN, 1995). Com essa compreensão, os sistemas sociais para Luhmann são uma relação entre sistema e ambiente denominada por ele pelo termo diferenciação, ou seja, nas palavras do autor, “a repetição, dentro dos sistemas, da diferença entre sistemas e ambiente”⁶⁹ (LUHMANN, 1995, p. 7, tradução nossa). Nessa afirmação, o

70. Do original em inglês: *"Society looks different from the perspective of each subsystem and its function, and there is no perspective, or super-system, that can "supervise" the subsystems. The economic reality is different from the world as seen in education or politics. But there is no social reality that can claim to present the "whole Picture". [...] Society consists only of subsystems."* (MOELLER, 2006, p.24).

autor considera que sistemas se inserem em outros, e que eles possuem uma estrutura organizada que os diferencia de seu ambiente. Sendo Maturana e Varela (1995) a base para sua superteoria, Luhmann (1995) entende que a sociedade consiste em sistemas auto-referenciados, ou seja, cada um com sua própria operacionalidade, desempenhando papéis específicos na sociedade. Seriam eles, portanto, apenas para mencionar como exemplo, a economia, a religião, a política, entre outros. Entretanto, apesar da sociedade se constituir de vários sistemas sociais, ou subsistemas, ela não poderia ser considerada como um supra-sistema, sendo entendida apenas por seus vários aspectos: econômicos, políticos, religiosos, entre outros. Moeller (2006) ao analisar a teoria de Luhmann afirma:

A sociedade parece diferente a partir da perspectiva de cada subsistema e sua função. E não há perspectiva ou super-sistema que possa "supervisionar" os subsistemas. A realidade econômica é diferente daquela do mundo visto pela educação ou política. Mas não há realidade social que possa afirmar em apresentar "todo o panorama". [...] Sociedade consiste somente de subsistemas.⁷⁰ (MOELLER, 2006, p.24, tradução nossa).

A condição de se auto-referenciar dos sistemas pronunciada por Maturana e Varela (1995) para os seres vivos e aplicada por Luhmann (1995) em suas análises sobre fenômenos sociais só ganha sentido nos processos de *design* se o *designers* compreenderem que fazem parte de um sistema maior. Se operarem como entidades independentes, com pouca interlocução entre si, e sem a percepção da unicidade da qual fazem parte, as informações que recebem do ambiente desencadeiam alterações, porém determinadas por critérios de um pequeno grupo específico ou um indivíduo. Assim, as ações tomadas, que podem resultar em alterações em todo o processo, ficam sujeitas às decisões tomadas por poucos, quando deveriam partir de um acordo comum prévio que estabeleceria critérios ou posturas condizentes com o que precisa ser desenvolvido, dotando, dessa forma, os *designers* da capacidade de tomar decisões a partir de critérios determinados em esfera coletiva.

Essa postura, provavelmente, não é observada em muitos processos de *design*, uma vez que, em primeiro lugar, falta a compreensão do todo aos *designers* e, em segundo lugar, há um modelo de trabalho que, geralmente, se estrutura em equipes, mas que, na prática, não contempla uma perspectiva colaborativa, sendo que, quando há várias equipes envolvidas em um mesmo projeto, cada uma opera por suas próprias diretrizes pouco considerando as implicações que elas gerarão para os demais.

2.4. Do complexo ao emergente

2.4.1. A complexidade como base

O terceiro momento das teorias construídas a partir do conceito de sistemas a ser abordado nesse trabalho refere-se a um campo recentemente recentemente denominado pela comunidade científica como o dos sistemas complexos. Mitchell (2011) marca o início dessa abordagem científica com a criação do *Santa Fe Institute* nos Estados Unidos, em 1984, dedicado exclusivamente ao estudo dos sistemas considerados como complexos. Bases para tais estudos residem, além da Cibernética e da Teoria Geral dos Sistemas, na teoria dos grafos, iniciada no século XVIII, com Leonhard Euler; na geometria fractal criada por Benoit Mandelbrot; na teoria do caos; nas redes complexas, na teoria dos seis graus de separação, de Stanley Milgram, entre vários outros. Sawyer (2010) complementa afirmando que o campo toma corpo principalmente com a possibilidade de simulação dos sistemas por meio de programas computacionais (SAWYER, 2010), principalmente a partir da década de 1990. Com isso, é possível simular um sistema, com suas diversas variáveis e interações com o ambiente, bem como prever seu comportamento ao longo do tempo. Corroborando essa argumentação de Sawyer (2010), Miller e Page (2007) assim afirmam:

Uma das ferramentas mais poderosas decorrentes da pesquisa em sistemas complexos é um conjunto

71. Do original em inglês: *“One of the most powerful tools arising from complex systems research is a set of computational techniques that allow a much wider range of models to be explored. With these tools, any number of heterogeneous agents can interact in a dynamic environment subject to the limits of time and space. Having the ability to investigate new theoretical worlds obviously does not imply any kind of scientific necessity or validity — these must be earned by carefully considering the ability of the new models to help us understand and predict the questions that we hold most dear.”* (MILLER; PAGE, 2007, p. 5).

72. Do original em inglês: *“Now I can propose a definition of the term complex system: a system in which large networks of components with no central control and simple rules of operation give rise to complex collective behavior, sophisticated information processing, and adaptation via learning or evolution.”* (MITCHELL, 2009, p. 13).

73. Do original em inglês: *“Complex systems are collections of diverse, connected, interdependent entities whose behavior is determined by rules, which may adapt, but need not. The interactions of these entities often produce phenomena that are more than the parts. These phenomena are called emergent.”* (PAGE, 2011, p. 7).

de técnicas computacionais que permitem uma gama muito mais ampla de modelos a serem explorados. Com essas ferramentas, qualquer número de agentes heterogêneos pode interagir em um ambiente dinâmico sujeito aos limites de tempo e espaço. Ter a capacidade de investigar novos mundos teóricos, obviamente, não implica qualquer tipo de necessidade ou validade científica; estes devem ser obtidos por cuidadosamente considerar a capacidade dos novos modelos para nos ajudar a compreender e prever as questões que temos de mais precioso.⁷¹ [MILLER; PAGE, 2007, p. 5, tradução nossa].

Mas, o que seriam então os sistemas considerados como complexos? O termo aparece constantemente nos textos que tratam da Cibernética e da Teoria Geral dos Sistemas dos autores já mencionados neste capítulo, mas, em seus escritos, parece que não havia ainda uma intenção de definir o que poderia ser um sistema complexo. A afirmação de que um sistema era dotado de complexidade, era ampla e não havia ainda uma explicação clara que o definisse, mas que, com a instauração do campo dos sistemas complexos, vemos surgir algumas definições. Vamos apresentar abaixo duas delas, uma de Mitchell (2011) e outra de Page (2011):

Agora eu posso propor uma definição do termo *sistema complexo*: um sistema no qual uma ampla rede de componentes sem controle central e regras simples de operação dão origem a um comportamento coletivo complexo, com sofisticado processamento de informação e adaptação por meio de aprendizado e evolução.⁷² [MITCHELL, 2011, p. 13, tradução nossa].

Sistemas complexos são coleções de entidades diversas, conectadas e interdependentes, cujo comportamento é determinado por regras, que podem se adaptar, mas não é necessário. As interações destas entidades muitas vezes produzem fenômenos que são mais do que as partes. Esses fenômenos são chamados de *emergentes*.⁷³ [PAGE, 2011, p. 6-7, tradução nossa].

No entanto, Mitchell (2011), apesar de definir um sistema complexo, não se compromete em fornecer informações precisas sobre a

complexidade como uma propriedade dos sistemas, afirmando ser muito difícil de pontuá-las, uma vez que não existe ainda uma única ciência da complexidade, mas muitas ciências da complexidade, cada uma com suas próprias noções sobre o que ela significa (MITCHELL, 2011). A autora procura, no entanto, mostrar como a complexidade pode ser medida em um sistema, mas restringindo-se à apresentação de alguns exemplos como pelo tamanho, pela informação estatística, entre outras, e enfatizando que apenas uma medição não seria suficiente para dar conta da complexidade real e provavelmente diversas escalas de medida precisariam ser utilizadas por pesquisadores. Page (2003), por sua vez, aproxima-se mais da definição de complexidade, mas sem ser preciso ou enfático. Assim como Mitchell (2011), entende que uma definição específica para complexidade e as maneiras de se fazer suas medições nos sistemas são difíceis de serem enquadradas em algumas palavras ou metodologias. Assim, Page (2011) define complexidade e emergência da seguinte maneira:

[...] A complexidade se refere ao comportamento interessante produzido pelas interações de partes simples. A emergência se refere ao comportamento de ordem simples e mais elevada, que decorre da complexidade subjacente. Por um lado, temos complexidade a partir da simplicidade. E por outro, temos simplicidade a partir da complexidade.⁷⁴ (PAGE, 2003, p. 26, tradução nossa).

74. Do original em inglês: “[...] *Complexity refers to interesting behavior produced by the interactions of simple parts. Emergence refers to simpler higher order behavior that arises from underlying complexity. On the one hand, we have complexity from simplicity. And on the other hand, we have simplicity from complexity.*” (PAGE, 2003, p. 26).

A preocupação de Page (2011) é, contudo, relacionar a complexidade de um sistema com sua robustez, que desempenha um papel importante para os sistemas uma vez que eles aumentam as chances de sobrevivência deles e, como consequência, possibilita a emergência de novas e distintas propriedades. Um sistema robusto não significa estabilidade (PAGE, 2011). A estabilidade é a tendência ao equilíbrio e como Bertalanffy (1977) enfatiza, o equilíbrio do sistema significa a morte do sistema. Por robustez Page (2003) define, portanto, como a capacidade do sistema reagir às mais diversas e adversas situações sem perder sua organização de base, sendo que ela não é determinada especificamente por uma estrutura *top-down*,

e também não se constitui como um objetivo a ser alcançado pelas partes. É um fenômeno que ocorre a partir das interações entre os elementos (PAGE, 2003). A ideia de robustez da qual Page (2011) menciona equivale à clausura operacional de Maturana e Varela (1995) e a de invariância de Rapoport (1986), na qual há uma propriedade organizacional inerente aos sistemas que não se perde mesmo com trocas com o ambiente.

2.4.2. A diversidade determinando a complexidade

Uma das formas de se contribuir para a robustez do sistema é pelo incremento de sua complexidade pela diversidade de seus elementos. Para os sistemas, conforme Morin afirma, “sua diversidade é necessária à sua unidade e a sua unidade é necessária à sua diversidade” (MORIN, 2005, p. 147). A importância da diversidade para os sistemas parece ser um consenso. Porém, Page (2003) oferece um detalhamento mais preciso sobre ela ao categorizá-la em três aspectos: o primeiro contribuiria para a diversidade pela variação de algum atributo do elemento que é parte do sistema, como a altura das pessoas, se um observador considerar este um atributo importante para o sistema; o segundo, refere-se a uma variação de tipos, como, por exemplo, as diferentes espécies de árvores que um ecossistema pode apresentar; e o terceiro, trata da diversidade no arranjo entre os elementos do sistema, como ocorre nas diversas maneiras como os átomos se organizam para formar as mais diferentes moléculas. Para os processos de *design*, os três aspectos estão presentes. Por diversidade de atributos, podemos considerar o perfil, visões de mundo, experiências, conhecimentos, entre outras características que cada ator carrega consigo. Muitas vezes essas características são ignoradas ou há uma tendência em não admitir a interferência delas nos processos por se considerar que as ações e decisões tomadas pelos atores devem se pautar exclusivamente por aspectos de ordem técnica. Mas como seria possível para um ator do processo condicionar toda sua conduta por questões técnicas quando o processo não é construído apenas pela resolução de problemas relacionados ao desenvolvimento do produto,

mas também pelas instâncias de comunicação, das relações de trabalho, das motivações, entre outros aspectos?

A diversidade de tipos aparece para os processos de *design* de uma maneira mais óbvia. Ela pode se referir ao campo de conhecimento em que cada ator envolvido no processo atua. Page (2011), inclusive, ao mencionar o trabalho em equipe, sugere que a diversidade nos tipos esteja relacionada com habilidades cognitivas. Mas colocá-la nesses termos é muito restritivo, se pensarmos que o processo envolve diversos atores e que eles não foram, necessariamente, inseridos no processo por alguma habilidade cognitiva específica. Portanto, vamos assumir que a diversidade de tipos esteja associada aos papéis que os atores desempenham no processo, sendo que tais papéis não são estanques, ou seja, um ator pode mudar sua atuação como também pode representar vários outros papéis no processo, podendo, portanto, se organizar de maneiras diferentes. Um exemplo que podemos mencionar é o arquiteto assumindo o papel de programador ao construir um algoritmo, seja para a geração de formas complexas ou de comportamentos para o aparato híbrido. Mesmo que haja um arranjo inicial, eles podem assumir outras configurações, estimulando a diversidade também na organização do processo, ou seja, enquadrando-se na terceira categoria sugerida por Page (2011).

Se estamos considerando que o processo de *design* é um sistema, quanto mais diversidade houver no perfil de cada ator e nos papéis que eles desempenham, mais o sistema será dotado de complexidade, e mais propenso ele estará para desenvolver uma nova organização, ou seja, um fenômeno emergente que pode se manifestar em termos de ideias e produtos com características inovadoras, ou na própria organização do processo. Mas como o próprio Page (2003) alerta, a categorização da diversidade em tipos, atributos ou arranjo não deve ser tão rígida. Os limites entre um e outro não são tão claros e os elementos do sistema não ficam em uma única classe específica, até porque nós, como pesquisadores, estamos qualificando o que seria um tipo ou um atributo

75. Do original em inglês:
“*To be in favor of diversity
maybe fashionable; and we
have many reasons to encourage
diversity and preserve it.
Diversity can drive innovation
by creating superadditive
effects, it can promote system
level robustness and flourishing,
and sustain all of those
gorgeous particulars that make
life worth living. But [...] a
scientific and logical approach
shows that diversity is no
panacea. Too much diversity
presents meaningful structure
emerging; introduction of
new species and new products
and ideas can destroy as well
as create.*” (PAGE, 2011, p.
255).

conforme nossa leitura dos processos. Os atores poderiam ser qualificados através de outras categorias como também outras poderiam ser criadas ao considerarmos os processos de *design* como um sistema complexo. Dessa maneira, ao analisarmos, no capítulo seguinte, as experiências realizadas ao longo dessa pesquisa, esses limites entre categorias não serão evidenciados, uma vez que elas poderiam se apresentar por muitas outras instâncias.

Assim, a diversidade pode trazer inúmeros benefícios para o sistema, embora não seja uma condição para seu sucesso ou manutenção. Como Page (2003) menciona, não apenas benefícios o sistema pode obter com a diversidade. Ela também pode conduzir o sistema ao colapso. A questão estaria em achar algo entre a previsibilidade de um sistema que possui pouca diversidade e o caos e aleatoriedade de um sistema com muita diversidade. A linha é tênue, e não há um número mágico que possa ser utilizado para garantir a diversidade e estimular emergências. Assim, como Page (2003) alerta, não podemos ser inocentes ao acreditar que podemos alterar a diversidade e esperar que o sistema se torne robusto. Também não podemos deixar os sistemas complexos em uma condição de *laissez-faire* (PAGE, 2003). Mas certamente não há fórmulas e, enquanto pesquisadores, o que podemos fazer é entender certos padrões de comportamento do sistema e tentar operar com algumas estratégias para aumentar a diversidade, porém sem garantias de que de fato tal estratégia irá proporcionar a complexidade e robustez necessária.

Estar a favor da diversidade talvez seja uma tendência; e temos muitas razões para encorajar a diversidade e preservá-la. A diversidade pode conduzir à inovação ao criar efeitos superaditivos, pode promover o nível de robustez e desenvolvimento do sistema, e sustentar todas aquelas características maravilhosas que fazem a vida valer a pena. Mas [...] uma abordagem científica e lógica mostra que a diversidade não é uma panacéia. Muita diversidade oferece estruturas emergentes significantes; a introdução de novas espécies e novos produtos e ideias pode tanto destruir quanto criar.⁷⁵ (PAGE, 2011, p. 255, tradução nossa).

A diversidade, portanto, está no cerne do fenômeno da emergência observada nos sistemas. Autores como Page (2011) e Navarro (2001), inclusive, associam o fenômeno da emergência com a ideia de inovação e criatividade. Para nós, essa relação entre emergência e inovação pode nos auxiliar no desenvolvimento de aparatos híbridos uma vez que *designers* precisam trabalhar em contextos para os quais não existem referências prévias, conforme já mencionamos anteriormente. Portanto, se o desenvolvimento de produtos interativos envolve a busca de ideias e soluções ditas inovadoras, podemos compreendê-los dentro do conceito de emergência. Porém, precisamos ressaltar que a emergência não é o produto inovador em si, mas sim o campo das ideias e conceitos do qual irá resultar um produto.

2.4.3. Emergência nos sistemas

O conceito de emergência tem intrigado muitos cientistas. Afinal, como explicar o comportamento das formigas, que operando apenas por trocas de feromônios, conseguem construir colônias com organização e especialização de atividades altamente elaboradas? Ou ainda entender o funcionamento da mente humana, e até mesmo o desenvolvimento das cidades? Nesse contexto, uma das grandes contribuições que o contemporâneo campo dos sistemas complexos tem trazido é a possibilidade de simulação do comportamento dos fenômenos emergentes, conforme já mencionado. Por meio da criação de modelos construídos com o auxílio de programas computacionais, os pesquisadores têm conseguido visualizar os possíveis comportamentos dos sistemas frente à diferentes condições iniciais, interações entre os componentes do sistema, influência do ambiente entre outras variáveis e parâmetros. A simulação de sistemas complexos tem sido amplamente estudada, pois com ela é possível controlar e prever o comportamento de vários tipos de sistemas como mercados financeiros, crescimento de populações, consumo de recursos naturais, entre outros, conforme podemos verificar nessa passagem de Johnson (2010):

76. Do original em inglês:
*"The Holy Grail of Complexity
Science is to understand,
predict and control such
emergent phenomena – in
particular, potentially
catastrophic crowd-like effects
such as market crashes, traffic
jams, epidemics, illness such as
cancer, human conflicts, and
environmental change. Are they
predictable in any way, or do
they just appear out of nowhere
without warning? Can they
be controlled, manipulated or
even avoided?"* (JOHNSON,
2010, p. 5).

O Santo Graal da Ciência da Complexidade é entender, prever e controlar tais fenômenos emergentes – em particular, os potencialmente os catastróficos efeitos em massa como quebra de bolsas, tráfego, epidemias, doenças como o câncer, conflitos humanos e mudanças climáticas. Ele são de alguma forma previsíveis, ou eles simplesmente aparecem do nada sem avisar? Eles podem ser controlados, manipulados ou até mesmo evitados?⁷⁶ (JOHNSON, 2010, p. 5, tradução nossa).

Sawyer (2009), em função de seus estudos sobre a aplicação do contemporâneo campo dos sistemas complexos, destaca a importância que as tecnologias computadorizadas desempenham na simulação de sistemas sociais. Segundo o autor, as simulações de sistemas começaram nas décadas de 1960 e 1970, mas foi somente na década de 1990 que se conseguiu realizar simulações de sistemas multi-agentes (*multi-agents systems*), também conhecidas como MAS. Neles, os agentes são entidades autônomas, ou seja, possuem controle sobre seu comportamento que, quando inseridos em um ambiente, do qual eles desconhecem, ou conhecem parcialmente, passam a interagir a partir de seu próprio comportamento intrínseco e seu estado interno. Maturana e Varela (1995) já apontaram essa propriedade dos sistemas reagirem conforme determinação de sua estrutura, mas sem colocar nesses termos. A questão que Sawyer (2009) aponta é a possibilidade de simulação na qual agentes são ativados e seus comportamentos são observados ao longo de um determinado período. Mas, conforme afirma Sawyer, o MAS ainda não é suficiente para se entender em profundidade os sistemas sociais pois seu campo de atuação fica restrito a simulações em micro-escala e, para ser realmente útil para o campo sociológico, é necessário ainda incorporar as simulações de ordem macro. Mesmo assim, o autor acredita na potencialidade que o MAS e a simulação por computador podem oferecer. Entendemos, no entanto, que, embora tais simulações sejam capazes de fornecer dados relevantes sobre o comportamento dos sistemas, ainda se não consegue contemplar muitos aspectos uma vez que é o observador quem vai determinar as variáveis que irão atuar sobre os agentes. E novamente, o observador continua externo a seus

experimentos, condição que já apresentamos como insuficiente para entender comportamentos sociais.

Mas teria o campo dos sistemas complexos uma teoria unificada? Alguns pesquisadores podem concordar que se trata de uma teoria com princípios definidos que expliquem e prevejam o comportamento de qualquer sistema dito complexo. Mas outros, como Mitchell (2011), discordam dessa concepção dos sistemas complexos entendidos a partir de uma teoria. Segundo Mitchell, o campo dos sistemas complexos está ainda em construção, formado por diversos conceitos, teorias e métodos distintos. A autora enxerga então duas possibilidades em um futuro: por um lado, as ideias, conceitos e métodos provenientes das pesquisas em complexidade serão aplicados a diversas áreas do conhecimento (situação mais provável), e, por outro, desenvolver uma teoria que estabeleça relações entre os sistemas complexos de forma una, situação essa que ela acredita ser a mais controversa (MITCHELL, 2011). Nesta perspectiva, a pesquisa de doutorado, ao entender o processo de *design* como um sistema complexo, procura construir um conjunto de orientações que possam ser aplicadas pelos atores do processo de maneira a estimular fenômenos emergentes.

No entanto, falar da emergência em fenômenos observados na natureza pode ser mais evidente e potencialmente mais fácil de serem simulados, uma vez que nós observadores nos posicionamos do lado de fora do sistema. Mas se estamos tratando de comportamentos de sistemas formados por grupos de pessoas como, por exemplo, os processos de *design*, as relações que ocorrem entre os atores não se resumem a uma ação e reação. O que não foi apresentado pelas teorias e conceitos até agora mencionados não fornece nenhuma dica de como podem, portanto, ocorrer emergências na esfera das relações sociais. No entanto, acreditamos que há uma teoria que possa ser aplicada de maneira a contemplar as relações entre parte de um sistema dentro de uma perspectiva das relações humanas. Seria ela a Teoria da Conversação elaborada por Gordon Pask e para a qual dedicamos um item para tratar

somente dela.

2.4.4. Emergência pela conversação

A Teoria da Conversação (TC) foi elaborada por Gordon Pask na década de 1960. Pask foi um matemático e ciberneticista reconhecido por sua compreensão do aprendizado humano como um fenômeno emergente (BOYD, 2004; NAVARRO, 2001). Para nós, a TC se mostra fundamental por, de fato, insinuar procedimentos dentro da esfera das relações humanas para estimular os fenômenos emergentes. Para os processos de *design*, trata-se de uma maneira de construir uma relação colaborativa, em detrimento das relações hierárquicas impositivas e, com isso, possibilitar a emergência de ideias e soluções inovadoras para os aparatos híbridos.

Segundo Navarro (2001) a ideia de emergência em Pask se dá nos sistemas auto-organizados, como muitos dos autores de seu tempo também consideravam. Conforme Navarro (2001) explica, sistemas são entidades independentes que não estão, em princípio, sincronizadas nem com o ambiente e nem com outros sistemas, mas que podem estabelecer uma relação de dependência com outros sistemas através das interações entre eles. Além disso, sistemas são estruturas organizacionalmente fechadas, mas abertas para trocas de informação, uma propriedade que já vimos em Maturana e Varela (1995), Rapoport (1986), Page (2011) e outros, por exemplo. Sistemas organizacionalmente fechados não perdem suas propriedades quando realizam trocas com o ambiente, ou com um outro sistema, porém essa situação significa, segundo Navarro (2001) sobre a teoria de Pask, um conflito e a busca por uma resolução criaria novas e inesperadas realidades como uma maneira de se responder à situação gerada pela sincronização entre sistemas (NAVARRO, 2001).

Quando vários sistemas fechados interagindo organizacionalmente são considerados deste ponto de vista, todos eles aparecem como realidades que tendem a produzir um tipo emergente de comportamento, como resultado de sua sincronização como entidades

autônomas e mutuamente dependentes. Isso significa que eles “informam” uns aos outros e até mesmo “aprendem” uns com os outros; em outras palavras, apesar de seu fechamento organizacional, aqueles sistemas serão informacionalmente abertos. [...] O que Pask chama de “transferência de informação” entre dois sistemas seria o incentivo dessa emergência em qualquer um deles como resultado de sua sincronização com os outros.”⁷⁷ (NAVARRO, 2001, p. 774, tradução nossa).

77. Do original em inglês: *“When several interacting organisationally closed systems are considered from this viewpoint, all of them appear as realities that tend to produce an emergent sort of behaviour, as a result of their synchronisation as autonomous and yet mutually dependent entities. This means that they “inform” each other and even “learn” from each other; in other words, notwithstanding their organisational closure, those systems will be informationally open. [...] What Pask calls “information transfer” between two systems would be the inducement of this emergence in any of them as a result of its synchronisation with the other.”* (NAVARRO, 2001, p. 774).

É nessa compreensão sobre emergência e aprendizado humano que Pask elabora a Teoria da Conversação, que em muito nos ajudará a analisar e propor orientações gerais para os processos de *design*. Pask (1975), ao trabalhar na esfera do conhecimento e do aprendizado humano, compreende que a emergência pode se manifestar em vários níveis de discurso, o que, para nosso estudo sobre processos de *design*, pode ser extremamente aplicável, podendo englobar tanto fenômenos emergentes em relação a ideias que podem ser consideradas inovadoras, como em relação à própria organização do processo, conforme já mencionamos anteriormente, resultando em altos níveis de complexidade.

Embora a teoria de Pask represente um modelo para a compreensão do aprendizado humano, Boyd (2004) afirma que é preciso entender alguns termos de base que são provenientes da Cibernética e da psicologia. Em relação à Cibernética, termos como *feedback*, auto-organização ou auto-observação dos sistemas - conforme já mencionamos neste capítulo - são evidentes. Já termos com base na psicologia, Boyd (2004) destaca a consciência, a ideia de múltiplas personalidades e a memória como relevantes para TC. A compreensão da consciência se mostra importante para a TC visto que não se trata de uma teoria que se ocupa de processos neurobiológicos que ocorrem na mente, mas sim de processos mentais dos quais os indivíduos estão conscientes deles (BOYD, 2004). A ideia de personalidades múltiplas, por sua vez, indica uma abordagem conversacional sustentada pela incorporação de diferentes personas com objetivos distintos que precisam entrar em acordo por meio de um diálogo (BOYD, 2004), como exemplo, a situação na qual conversamos

com nós mesmos, significa que há múltiplas personalidades em conflito tentando entrar em acordo. A memória, também é importante para a TC pois o termo é utilizado por Pask (1976) como um procedimento necessário para a construção de conceitos, mas, conforme Boyd (2004) explica, os indivíduos possuem memórias que não são apenas resgatadas em suas mentes, mas também reconstruídas quando encontram lacunas nelas e, geralmente, os indivíduos erram ao fazer tais reconstruções, sendo que, quanto mais se tenta recuperar a memória, mais erros de reconstrução ela irá apresentar (BOYD, 2004).

O processo conversacional de Pask se inicia com dois (ou mais) participantes sobre um determinado tópico (PASK, 1975, 1976), através de uma linguagem que pode ser falada ou escrita, mas precisa estar formalizada em um quadro normativo entre os participantes. Se considerarmos nosso campo de investigação, os processos de *design*, essa linguagem pode ser ainda em forma gráfica. Esse processo é uma condição padrão da conversação que Pask (1976) denomina de conversação estrita. O uso de uma linguagem específica é determinada por um acordo entre os participantes, que concordam em obedecer um certo vocabulário e sintaxe L (PASK, 1975) e a conversação pode atingir diversos níveis de discurso denominados por ele como $L_0, L_1, \dots, L_n$, sendo exemplificados por Pask (1975) da seguinte maneira em uma situação de aprendizado: o L_0 corresponderia a resolver o problema, ou fornecer uma explicação para ele, já o nível L_1 indicaria o processo do aprender resolver o problema, e assim por diante, até chegar em níveis de discursos mais complexos. A conversação ocorre sobre um tópico que, para Pask (1975), se configura como as relações entre os participantes ou como próprio domínio conversacional. A resolução de conflito entre os participantes sobre um tópico é chamada por Pask de entendimentos (*understandings*) que demarcam uma ocasião, chamada de n , que é considerada um indicativo de transferência de informação (PASK, 1976).

Se um participante explica um tópico no Lev 0, isso é uma evidência de um conceito i ; se as explicações entram em acordo, é uma evidência de um conceito equivalente

(não necessariamente idêntico) a um conceito aplicado por outro participante. Se um participante explica como ele construiu e reconstruiu este conceito, no Lev I, isso é a evidência para a memória; se o argumento entra em acordo, no sentido em que ele reproduz um conceito de maneira equivalente em outro participante, é evidência para uma memória equivalente (não necessariamente igual). Esta condição é chamada de entendimentos (em um dado domínio, por estes participantes, sobre um tópico).⁷⁸ (PASK, 1975, p. 49, tradução nossa).

78. Do original em inglês: *"If a participant explains a topic relation at Lev 0, this is evidence for a concept i; if the explanations is agreed, that is evidence for a concept equivalent to (not necessarily identical with) a concept entertained by other participant. If the participant explains how he constructed and reconstructs this concept, at Lev 1, this is evidence for a memory; if the explanation is agreed, in the sense that it reproduces an equivalent concept in the other participant, this is evidence for an equivalent (no necessarily identical) memory. This condition is called understanding (in a given domain, by these participants, of a topic relation)."* (PASK, 1975, p. 49).

Na citação anterior, Pask (1975) apresenta os termos "conceitos" e "memória" para explicar o processo de resolução do conflito, ou o entendimento, em um domínio conversacional. Segundo Pask (1976), um conceito é o processo de reconstrução e reprodução de um tópico. Diferentemente do senso comum que associa o termo conceito a uma classe de coisas ou uma descrição de classes (PASK, 1975), na Teoria da Conversação o termo conceitos é usado para estabilizar relações, ou seja, estabilizar os próprios tópicos. Assim, pode-se dizer que os conceitos são processos que dão origem às relações (BOYD, 2004; MACDONALD-ROSS, 1975). A memória, por sua vez, também não é um banco de dados, mas sim um conjunto de procedimentos que reproduz o conceito. Tanto a memória quanto os conceitos, entendidos como procedimentos, são, portanto, entidades dinâmicas e em constante modificação no processo conversacional até a estabilização dos conceitos sobre um determinado tópico.

Conceitos e memórias são considerados elementos dinâmicos da mente. Especificamente, um conceito é considerado um processo que compreende ou satisfaz um tópico e o próprio tópico é uma relação (formal) interpretada. De modo geral, dizemos que um conceito é um processo que reconstrói e reproduz um tópico (T). Em virtude desta definição, é natural e alinhado com o uso comum da linguagem afirmar que uma memória é um processo que reconstrói e reproduz um conceito. Afirmamos que conceitos estáveis, para todos os propósitos práticos dos conceitos que existem no repositório mental, são aqueles que podem ser reconstruídos ou reproduzidos por ao menos um

Figura 10. Diagrama elaborado por Dubberly e Pangaro (2009) baseado na Teoria da Conversação de Gordon Pask exemplificando a situação na qual conceitos estão em acordo. (DUBBERLY, PANGARO, 2009, p.24).

Figura 11. Diagrama elaborado por Dubberly e Pangaro (2009) baseado na Teoria da Conversação de Gordon Pask evidenciando um processo de alinhamento de conceitos. (DUBBERLY, PANGARO, 2009, p.25).

Figura 12. Diagrama elaborado por Dubberly e Pangaro (2009) baseado na Teoria da Conversação de Gordon Pask. Seria uma exemplificação para um nível de discurso mais elaborado que os autores denominam de "conversação para coordenação". Imagem: (DUBBERLY, PANGARO, 2009, p.25).

Figura 13. Diagrama elaborado por Dubberly e Pangaro (2009) baseado na Teoria da Conversação de Gordon Pask. Esse diagrama mostra uma situação de colaboração na qual objetivos entram em acordo e há uma coordenação para se alcançá-los. (DUBBERLY, PANGARO, 2009, p.26).

79. Do original em inglês:
“Concepts and memories are regarded as dynamic constituents of the mind. Specifically a concept is regarded as a procedure that realises or satisfies a topic and the topic itself is an interpreted (formal) relation. For generality, we say that a concept is a procedure that reconstructs and reproduces a topic (T). By virtue of this definition it is natural and in line with ordinary language usage to assert that a memory is a procedure that reconstructs and reproduces a concept. We contend that stable concepts, for all practical purposes the concepts existing in mental repertoire, are those which can be reconstructed or reproduced by at least one (usually many) memory-procedures in the same repertoire. It follows that learning is an evolutionary type of process in which concepts and memories are constructed, ab initio, and an understanding signifies the generation and existence of a stable concept, i.e. a concept associated with a memory which either exists or is created in the process”. (PASK, 1976, p. 5).

[geralmente muitos] processos-de-memória no mesmo repertório. Segue-se que o aprendizado é um tipo evolutivo de processo, no qual conceitos e memórias são construídos, *ab initio*, e um entendimento significa a produção e existência de um conceito estável, ou seja, um conceito associado a uma memória que ou existe ou é criada no processo.⁷⁹ (PASK, 1976, p. 5, tradução nossa).

Os participantes da conversação, que atuam como processadores para uma linguagem L são chamados de “Indivíduos Mecânicos” (*Mechanical Individual*) ou, como Pask (1975, 1976) abrevia, *M-Individuals*. Eles são os hospedeiros (BOYD, 2004) para os processos conversacionais desde que consigam operar em uma linguagem determinada. Pask (1975, 1976), ao criar os Indivíduos-M, separa os processadores dos procedimentos que eles executam. Por exemplo, podemos dialogar com nós mesmos e nessa condição existem diferentes procedimentos sendo executados para a estabilização dos conceitos sobre um tópico T. Nesse caso, os procedimentos são distintos, mas o Indivíduo-M é o mesmo. Contudo, os Indivíduos-M não são considerados como a unidade da conversação para Pask. A unidade básica da conversação é a organização estável ou uma classe de procedimentos independentemente de seu processador. A esse conjunto de procedimentos Pask (1975, 1976) denomina de Indivíduos Psicológicos (*Psychological Individuals* ou *P-Individuals*). Portanto, continuando o exemplo da conversação com nós mesmos, podemos ter a existência de diversos Indivíduos-P sendo processados em um único Indivíduo-M. Os Indivíduos-P não precisam estar espacialmente e temporalmente localizados (PASK, 1976) e um mesmo Indivíduo P, ou um conjunto deles, pode ser executado em diversos Indivíduos-M. Dessa maneira, não há uma relação um-para-um entre Indivíduos-P e Indivíduos-M. Navarro (2001) explica ainda que os Indivíduos-P são sistemas organizacionalmente fechados que atuam esfera mental ou psicológica. São entidades que podem ainda se auto-reproduzir e gerar outros Indivíduos-P.

Um Indivíduo-P é um sistema psicológico, organizacionalmente fechado e informacionalmente

aberto, que se auto-produz e se auto-reproduz. É um sistema que produz e reproduz processos que produzem conceitos.⁸⁰ (NAVARRO, 2001, p. 776, tradução nossa).

Pask (1975) fornece alguns exemplos para os Indivíduos-P. Eles estariam presentes nos papéis que seres humanos assumem em uma certa sociedade (PASK, 1975), ou ainda um personagem desempenhado por algum ator (PASK, 1975, 1976). Boyd (2004) acredita que a Teoria da Conversação pode explicar uma ampla diversidade de fenômenos como comportamentos coletivos, famílias, multidões entre outros, pela possibilidade de incorporação de múltiplos Indivíduos-P em um Indivíduo-M. Nesse sentido, para Navarro (2001), a TC pode ser útil para a sociologia principalmente para entendermos como valores e normas emergem na sociedade, ou como seres humanos podem construir realidades emergentes de maneira conjunta (NAVARRO, 2001).

Portanto, o desenvolvimento do aprendizado humano - ou seja, da criatividade humana, da emergência humana - só é possível por meio da interação de Indivíduos-P diferentes através da conversação, por meio da sincronização e da informação recíproca deles como sistemas organizacionalmente fechados. Uma maneira de interpretar a teoria de Pask pode ser pensar estes Indivíduos-P distintos como uma "população" de realidades autônomas e ao mesmo tempo em interação.⁸¹ (NAVARRO, 2001, p. 776, tradução nossa).

80. Do original em inglês: *"A P-individual is a self-producing and self-reproducing, organisationally closed and informationally open, psychological system. It is a system that produces and reproduces procedures which bring about concepts as products."* (NAVARRO, 2001, p. 776).

81. Do original em inglês: *"Thus, the development of human learning - that is to say, of human creativity, of human emergence - is only possible by means of the interaction of different P-individuals through conversation, by means of the synchronisation and reciprocal information of them as organisationally closed systems. A way to interpret Pask's theory may be to think of these distinct P-individuals as a 'population' of autonomous but interacting realities."* (NAVARRO, 2001, p. 776).

Mas a Teoria da Conversação de Pask também possui lacunas que provocam empecilhos para sua aplicação, conforme Navarro (2001) e Boyd (2004) explicitam. Pask aplicou sua teoria em ambiente experimental apenas e, segundo Navarro (2001), não significa necessariamente um problema. No entanto, as condições estabelecidas por Pask para uma conversação em nesse ambiente desconsideram muitos aspectos da realidade social das conversações naturais (NAVARRO 2001). Além disso, é uma teoria que foca na obtenção do conhecimento como um fim por si mesmo, desconsiderando as motivações (BOYD, 2004) e intenções (NAVARRO, 2001) que certamente são parte do processo de aprendizado.

82. Do original em inglês:
"But whereas human social life must be, to a great extent, a conversation, it cannot be just a conversation. CT seems to overlook what may be termed 'the dark side of social life'. I am referring to those social processes which do not arise from consensus (from the phenomenon of collective conscious emergence through conscious, reciprocal communication), but precisely from the intentional exploitation of the lack of a common understanding and from the existence of asymmetrical communicational barriers (sort of one-way social mirrors) which enhance the agential capabilities of some people at the cost of diminishing that of others."
(NAVARRO, 2001, p. 787).

Ao direcionar a conversação para a obtenção de conhecimento apenas, Pask, segundo Boyd (2004), isola a situação de aprendizado de todos os outros aspectos do ser humano como, por exemplo, aspectos emocionais. Dessa maneira, não contempla as influências que os Indivíduos-M exercem nos múltiplos Indivíduos-P, principalmente em aspectos que estão para além da cognição humana. Além disso, o ciberneticista não explica como os Indivíduos-P, como sistemas organizacionalmente fechados que se auto-reproduzem e garantem a diversidade, que como já apresentamos, é parte essencial para a manutenção dos sistemas complexos - para dotar o sistema de uma população plural de Indivíduos-P, uma vez que é por essa pluralidade que aspectos inovadores e inesperados da vida social emergem (NAVARRO, 2001). Assim, a Teoria da Conversação não consegue responder a todos os aspectos da vida social, incluindo o que Navarro (2001) chama de o "lado negro da vida social", ou seja, processos que não emergem da concordância, mas sim exploração de desentendimentos e da comunicação assimétrica, que naturalmente faz parte da vida social.

Mas enquanto a vida social deve ser, em grande parte, uma conversação, ela não pode ser apenas uma conversação. A TC parece ignorar o que pode ser chamado de "o lado escuro da vida social". Me refiro àqueles processos sociais que não surgem do consenso (do fenômeno da emergência consciente coletiva através da comunicação recíproca consciente), mas precisamente da exploração intencional da falta de um entendimento comum e da existência de barreiras comunicacionais assimétricas (uma espécie de espelhos sociais de sentido único) que melhoram as capacidades de ação de algumas pessoas ao custo de diminuir a de outras.⁸² (NAVARRO, 2001, p. 787, tradução nossa).

Para os processos de *design*, no entanto, a Teoria da Conversação de Pask interessa como uma orientação instigante cujos alguns aspectos poderiam ser adotados por atores para se chegar à concordância entre os tópicos da conversação, ou seja, sobre assuntos relacionados ao desenvolvimento do próprio produto interativo, ou a discordância entre eles, que irá gerar novos conceitos. Ela exige dos atores esforço mútuo para se chegar a

consensos, garantindo assim sejam, de fato, debatidos para se chegar a entendimentos e alcançar, dessa maneira, níveis de discurso complexos. Nesse processo, um ator precisa expor seus conceitos, verificar se eles foram entendidos por outro ator, que, por sua vez, irá concordar ou rebater, e expor seus próprios conceitos, em uma constante troca de informação que pode alcançar muitos níveis de discurso, possibilitando fenômenos emergentes, que em primeiro lugar estamos considerando as ideias para aparatos híbridos com caráter inovador ou, em uma instância mais complexa, sobre a própria organização do processo de *design*. Além disso, a TC sugere que os atores desempenhem diversos papéis dentro do processo sem acarretar em divergência em termos de responsabilidades e conhecimentos. Um exemplo que podemos mencionar é a possibilidade dos atores transitarem por áreas do conhecimento distintas. Um ator com formação em arquitetura, por exemplo, pode desenvolver um algoritmo, como também pode realizar uma simulação de comportamento estrutural dos componentes construtivos. Da mesma maneira, um programador pode entrar no universo da arquitetura e realizar certas observações em termos da espacialidade proposta. Embora não sejam suas especialidades enquanto formação, o desempenho em inúmeros papéis permite que ele compreenda processos cognitivos de outras áreas e com isso ampliar os níveis de discurso para esferas mais complexas.

2.5. O pensamento sistêmico e a complexidade como base nos processos de *design*

Vamos apresentar a seguir algumas reverberações das teorias encontradas tanto em áreas como a arquitetura, como nas áreas que se dedicam a desenvolver aparatos interativos. Nesses campos, as teorias envolvendo pensamento sistêmico e holístico têm promovido influências de formas diversas. Não é objetivo realizar estudos e análises dos produtos, sejam eles espacialidades arquitetônicas, ou interfaces gráficas, ou aparatos híbridos, tampouco fazer reflexões teóricas para comparar pontos particulares com conceitos e princípios das teorias e checar se, de

fato, apresentam um produto coeso com a abordagem sistêmica. Nesse momento, o intuito é bem menos ambicioso, senão despretensioso, em propor apenas uma apresentação sobre as reverberações da visão sistêmica na literatura especializada. Enfatizamos que também não é nosso objetivo procurar por relações em trabalhos, sejam eles obras arquitetônicas ou reflexões teóricas, nos quais a abordagem pela perspectiva dos sistemas não tenha sido mencionada tampouco evidenciada pelos próprios autores.

2.5.1. Emergência como produto arquitetônico

Na área da arquitetura temos visto algumas manifestações do pensamento sistêmico tanto no produto como nos processos de *design*. Atualmente existe na *Architectural Association School of Architecture* (AA) um programa de Mestrado chamado *Emergent Technologies and Design*, coordenado pelo professor Michael Weinstock. Conforme afirmam Hensel, Menges e Weinstock (2010), o programa não só propõe e defende um processo de *design* suportado pelos programas computacionais como também embasa teoricamente o desenvolvimento de projetos de arquitetura pelo conceito de emergência. A exaltação com o conceito de emergência é evidente. Os autores ressaltam enfaticamente o conceito de emergência e ainda da influência do campo dos sistemas nas proposições desse programa de Mestrado:

Enquanto o nome do programa reconhece a importância das novas tecnologias, também enfatiza os conceitos-chave de emergência em relação ao projeto. Emergência é uma nova ciência, um novo campo que tem iniciado uma significativa alteração na cultura da arquitetura. Para se comprometer com a emergência, requer mais do que o desenvolvimentos de um catálogo de novos materiais que estão acoplados às tecnologias de produção inovadoras; requer um entendimento do comportamento do sistema complexo e a matemáticas de seus processos e da sistemática transferência de conhecimento para projeto e produção. Emergência é a consolidação de uma profunda alteração no conhecimento e materialização que tem

provocado significativas alterações para a ciência, para a tecnologia, e para o modo como nós pensamos e produzimos a arquitetura. Emergência fornece uma explicação de como os sistemas naturais tem evoluído e se mantido, e um conjunto de modelos e processos para o projeto e a fabricação de formas arquitetônicas que exibem comportamento complexo e talvez até mesmo inteligência real. Emergências tem radicalmente transformado as fronteiras da ciência, matemática e indústria na recente década, e é central para um modo de projetar através de muitos campos que, rapidamente, está tornando obsoleto o que foi, uma vez, uma rigorosa distinção entre projeto e produção.⁸³ (HENSEL; MENGES; WEINSTOCK, 2010, p. 11, tradução nossa).

Nesse trecho é possível reconhecer a exaltação dos autores com o fenômeno da emergência que estaria relacionada principalmente na interação das partes que compõem o sistema arquitetônico, ou seja, no produto, focando em sua forma, estrutura, materiais e produção. Nesse sentido, o comportamento dessas instâncias, na arquitetura, não pode ser analisado separadamente. Além dessa ideia de emergência a partir da concepção conjunta entre aspectos formais do objeto, estrutura e materiais, outro conceito proveniente da biologia que tem instigado os pesquisadores do *Emergent Technologies and Design* é o reconhecimento das “teorias da evolução”, no sentido darwiniano, como estratégia no processo de *design* possibilitado, principalmente, pelos programas computacionais. Tais programas permitem a geração do objeto arquitetônico a partir de algoritmos generativos e evolutivos, sendo possível incluir parâmetros de varias naturezas. O processo de *design*, portanto, requer diferentes posturas no tratamento do objeto arquitetônico que vai além da consideração dos aspectos físicos, formais e espaciais e a espacialidade resultante do algoritmo generativo pode ser compreendida como um fenômeno emergente de um processo de *design*. Associado ao conceito de evolução, há também o de adaptação e performance. Isso significa que o espaço arquitetônico não pode ser considerado como um objeto estanque e livre das influências externas e do ambiente, afinal este faz parte de um sistema maior. Nesse contexto,

83. Do original em inglês: “While the programme title does acknowledge the importance of new technologies, it also emphasises the key concepts of emergence in relation to design. Emergence is a new science, a new field that has initiated a significant change in the culture of architecture. To engage with emergence requires more than the development of a catalogue of new material that are coupled to innovative production technologies; it requires an understanding of the behaviour of complex systems and the mathematics of their processes, and of the systematic transference of that knowledge to design and production. Emergence is a consolidation of a profound change in knowledge and materialisation that has made significant changes to science and technology, and to the way in which we think of architecture and the way we produce it. Emergence provides an explanation of how natural systems have evolved and maintained themselves, and a set of models and processes for the design and fabrication of architectural forms that exhibit complex behaviour, and perhaps even real intelligence. Emergence has radically transformed the frontiers of science, mathematics and industry in recent decade, and it is central to a way of design across many fields that is rapidly making obsolete what was once a strict distinction between design and production.” (HENSEL; MENGES; WEINSTOCK, 2010, p. 11).

estão incluídas as espacialidades que Hensel, Menges e Weinstock (2010) chamam de responsivas, ou seja, aquelas que possuem a capacidade de controlar alterações nelas mesmas para se adaptar a condições e alterações ambientais.

É interessante notar, todavia, que Hensel, Menges e Weinstock (2010) e ainda Weinstock (2010), apesar de focarem na emergência como conceito de base para a criação de espacialidades, pensam nela como uma propriedade ligada ao produto e não aos processos, embora seja necessário alterar posturas dos *designers* que queiram abordar o fenômeno da emergência. Os autores, bem como outros mencionados no capítulo anterior como Woodbury, (2010) e Terzidis (2006), têm atribuído atribuído ao arquiteto, a possibilidade de escrever algoritmos, de realizar simulações, estudar fenômenos da biologia, ou ainda de pensar os processos produtivos. Nesse aspecto, o arquiteto estaria se aventurando em outros universos, porém, o contrário não é mencionado por nenhum desses autores, ou seja, a permissão para que outros profissionais entrem na esfera da arquitetura. Ora, mas se o arquiteto tem licença para programar, por que um programador não poderia opinar sobre a espacialidade que está sendo proposta pelo arquiteto? Certamente que, para um ator entrar na esfera de atuação de outro, envolve um conhecimento sobre os procedimentos que caracterizam cada papel, e para isso, a Teoria da Conversação de Pask pode se tornar um bom modelo, mesmo que sua aplicabilidade tenha sido contestada.

2.5.2. Teoria da Conversação influenciando *designers*

A Teoria da Conversação influenciou diversos arquitetos, uma vez que Gordon Pask fez parte do quadro de docentes da AA. Participou de projetos em arquitetura como consultor, como ocorreu no projeto do “*Fun Palace*” de Cedric Price, como também introduzindo conceitos da Cibernética na esfera acadêmica. John Frazer (2001), antigo aluno de Pask, em artigo homenageando o antigo mestre, assim descreve o momento em que a

Cibernética e as teorias envolvendo sistemas penetram na instituição:

O pensamento arquitetônico de vanguarda na década de 1960 estava preocupado com questões como flexibilidade, impermanência, pré-fabricação, computadores, robótica, e uma abordagem global em relação à energia, fontes naturais e cultura. O pensamento sistêmico implícito na arquitetura inevitavelmente envolveu a cibernética e a cibernética na arquitetura inevitavelmente envolveu Gordon Pask. Gordon encontrou na AA um ambiente favorável, a AA se entusiasmou com Gordon e a fértil relação se estendeu pelos próximos 30 anos.⁸⁴ (FRAZER, 2001, p. 642, tradução nossa).

Portanto, permanecendo na AA por tantos anos, Gordon Pask influenciou diretamente o pensamento e o projeto arquitetônico. Em um de seus artigos, relacionando arquitetura, cibernética e visão sistêmica, enfatiza a relação do arquiteto ou do *designer* com o objeto projetado. Tal objeto, no entendimento cibernético da arquitetura de Pask, não é estático, e sim dinâmico. Portanto, sua estrutura deve permitir regulações frente às alterações promovidas no espaço principalmente pelos habitantes ao longo de determinado período. Nesse sentido, o arquiteto é considerado como um *designer* de sistemas (PASK, 1969). Nas palavras do ciberneticista:

[...] arquitetos devem projetar entidades dinâmicas ao invés de estáticas. É evidente que a parte humana do sistema é dinâmica. Mas é igualmente verdadeiro (embora menos óbvio) que a parte estrutural deve ser trabalhada como regulada continuamente aos habitantes humanos.⁸⁵ (PASK, 1969, p. 494, tradução nossa).

Pask também foi colaborador do *Machine Group* do MIT coordenado por Negroponte - que posteriormente passou a se chamar *Media Lab* - e publicou os princípios de sua Teoria da Conversação, de maneira reduzida, no "*Soft Architecture Machine*", editado por Negroponte na década de 1970. Nesse texto, Pask apresenta a Teoria da Conversação pelo contexto da arquitetura incluindo a máquina de projetar (*architecture machine*) idealizada por Negroponte (1975). Pask possui ainda uma relação muito

84. Do original em inglês: *"Avant-garde architectural thinking in the 1960s was preoccupied with issues of flexibility, impermanence, prefabrication, computers, robotics, and a global approach to energy, resources and culture. The implied systems thinking in architecture inevitably came to embrace cybernetics and cybernetics in architectures inevitably came to embrace Gordon Pask. Gordon found the AA to be a sympathetic environment, the AA warmed to Gordon and the fertile relationship extended for the next 30 years."* (FRAZER, 2001, p. 642).

85. Do original em inglês: *"[...] architects are required to design dynamic rather than static entities. Clearly, the human part of the system is dynamic. But it is equally true (through less obvious) that the structural part must be imaged as continually regulating its human inhabitants."* (PASK, 1969, p. 494).

Figura 14. Instalação "*The Colloquy Mobiles*" de Gordon Pask na exposição "*Cybernetic Serendipity*" organizada por Jasia Reichardt na ICA em 1968 na cidade de Londres. (MEDIA ART NET, 2005).

86. A exposição foi realizada no *Institute of Contemporary Arts* em Londres em 1968 e tinha como objetivo aproximar do mundo das artes com a Cibernética.

87. Do original em inglês: “*There was one cybernetician, however, who did reach out to design: Gordon Pask. Already in the 1960s Pask had understood there were close parallels to be explored between cybernetics and design.*” (GLANVILLE, 2007b, p. 1177).

próxima com as artes, tendo participado em 1968 da exposição “*Cybernetic Serendipity*”⁸⁶ organizada por Jasia Reichardt com a instalação *The Colloquy of Mobiles*. Assim, Pask mostrou uma relação muito próxima com a área da arquitetura e das artes, influenciando muitos arquitetos em seus projetos, e podemos encontrar uma manifestação mais contemporânea da influência de Pask no desenvolvimento de produtos interativos ou em *designers* interessados pelos aspectos da interatividade (HAQUE, 2007).

Enquanto reflexão teórica, encontramos em Glanville a aplicação da Teoria da Conversação de Pask para se compreender o processo de *design*. Glanville foi aluno de Gordon Pask na AA e em vários artigos publicados por ele faz referência à Teoria da Conversação de Pask e à Cibernética (GLANVILLE, 2007a; GLANVILLE, 2007b; GLANVILLE, 2010) e as relaciona com o processo de *design*. Mas, como bem afirma, quem realmente iniciou essa relação foi o próprio Pask: “Houve um ciberneticista, entretanto, que alcançou o *design*: Gordon Pask. Já na década de 1969, Pask entendeu que havia paralelos estreitos a ser explorado entre cibernética e *design*.”⁸⁷ (GLANVILLE, 2007b, p. 1177, tradução nossa). Glanville enxerga muitos aspectos em comum entre a Cibernética (principalmente a Cibernética de Segunda Ordem) e o *design*, enquanto processo projetual. Um dos pontos mencionados pelo autor é a presença do observador no sistema como um ator ativo. No caso da atividade projetual, o sistema seria o próprio processo de *design* e o *designer*, o observador que nele é uma entidade ativa. Glanville (2007b) entende que a Teoria de Conversação de Pask auxilia a compreender como ocorrem os processos de desenvolvimento de projeto. Assim, o processo de *design* seria uma conversação do *designer* com ele mesmo e do *designer* com outros membros da equipe e como tal, o processo deveria ser aberto para permitir a entrada de novos elementos.

Considerando, portanto, o processo como sistema aberto e permitindo a entrada de novos elementos, Glanville (2007b) então afirma que não possuímos controle sobre esse processo e, dessa forma, ele não é gerenciável. Não significa que isso deve ser visto como uma propriedade

negativa do processo (GLANVILLE, 2007b). A condição de não poder ser gerenciável fornece ao processo a possibilidade de introdução de diversas variáveis que irão ao final gerar elementos novos. Ter o controle do processo, conforme Glanville (2007b) afirma, significa impor uma ordem, restringir, e de certa forma adotar uma postura ditadora. Estar aberto para a conversação significa portanto, ser aberto para o desconhecido e para a novidade, e sendo assim, para o *design*, a Teoria da Conversação torna-se um bom modelo.

O grande benefício de não ter variedade suficiente para controlar um sistema é que, se eu desisto de tentar controlar mais, em vez de ficar irritado, eu posso descobrir muitas possibilidades que eu teria excluído se tivesse insistido em ter o controle. Essas possibilidades são inesperadas, fora de meu quadro de referência, em uma palavra, uma novidade. [...]. Parar de tentar encontrar variedade suficiente para controlar significa aceitar a vasta e ampla variedade no agora elemento fora de controle sendo que, todas essas possibilidades que você teria excluído, não são mais excluídas [...].⁸⁸ (GLANVILLE, 2007b, p. 1188-1189, tradução nossa).

88. No original em inglês: *"The great benefit of not having enough variety to control a system is that, if I give up trying to control rather than being annoyed that I cannot, I can discover many possibilities I would have excluded if I had insisted on being in control. These possibilities are unexpected, outside my frame of reference, in a word, novel. [...] Stopping trying to find enough variety to control means accepting the vastly greater variety in the now out-of-control element while all those possibilities you would have excluded are no longer excluded [...]."* (GLANVILLE, 2007b, p. 1188-1189).

Certamente, para que haja a conversação é necessário ainda que o *designer* esteja aberto para permitir, ou melhor, assumir que não possui o controle de todas as variáveis. A postura do *designer* é fundamental nesse processo para manter a conversação. É preciso estar aberto para ouvir e aceitar contribuições alheias e que o processo não pode ser completamente controlado por ele. Aceitando tais condições, é possível introduzir uma vasta variedade de novas informações e, portanto, gerar a novidade no processo. E para o *design*, isso pode se tornar uma estratégia de projeto na qual o resultado final, além de não poder ser previsto e determinado, permite uma amplitude de possibilidades muito maior do que o próprio *designer* pode mensurar.

Dubberly e Pangaro (2009), por sua vez, se aprofundam no fenômeno da conversação como uma possibilidade a ser explorada pelos *designers*, principalmente aqueles que se dedicam ao desenvolvimento de aparatos

89. Do original em inglês: *“Conversation is a progression of exchanges among participants. Each participant is a “learning system”, that is, a system that changes internally as a consequence of experience.*

This highly complex types of interaction is also quite powerful, for conversation is the means by which existing knowledge is conveyed and new knowledge is generated” (DUBBERLY; PANGARO, 2009, p. 22).

híbridos, uma vez que ela se mostra como uma estratégia a ser considerada para aqueles que projetam interações. Assim, o processo de conversação descrito pelos autores envolveria as seguintes “tarefas” (DUBBERLY; PANGARO, 2009), termo assim denominado pelos eles referindo-se às etapas que caracterizariam a conversação. A primeira tarefa seria “abrir o canal”, ou seja, iniciar uma conversação na qual uma pessoa enviaria uma mensagem inicial. Para que haja continuidade na conversação um elemento fundamental é estabelecer um contexto em comum e compreensível tanto para quem envia quanto para quem recebe a mensagem. O segundo passo deve ser da pessoa que recebe a mensagem. Esta deve estar engajada em dar continuidade à conversação, dando a devida atenção ao emissor da mensagem. Em seguida, tanto o emissor quanto o receptor devem construir o significado dos conceitos envolvidos no processo. E o quarto passo significa uma alteração nos estados das pessoas envolvidas depois da interação, ou seja, elas se tornam pessoas diferentes após a interação. O quinto momento seria a convergência para o acordo. Isso significa que o receptor da mensagem inicial deve processar os conceitos enviados pelo emissor, e confirmar como os compreendeu. Em contrapartida, o emissor deve verificar se o que o receptor compreendeu entra em acordo ou não com os conceitos emitidos inicialmente. Quando ambos julgarem que os conceitos conferem, então há um acordo sobre esse mesmo conceito e em seguida há uma ação correspondente em função da conclusão da conversação. Assim, o que existe no processo de conversação é uma troca entre as pessoas que participam do processo, sendo que ao final há a geração de novos conhecimentos. Como os autores descrevem:

Conversação é uma progressão de trocas entre participantes. Cada participante é um sistema de aprendizado, que é um sistema que se altera internamente como uma consequência da experiência. Este tipo de interação altamente complexa é muito poderoso, pois a conversação é o meio pela qual o conhecimento existente é transmitido e novo conhecimento é gerado.⁸⁹ (DUBBERLY; PANGARO, 2009, p. 22, tradução nossa).

No entanto, para os autores, a conversação seria proporcionada pelo objeto a ser projetado, ou seja, criar um cenário conversacional dos interatores através de um aparato interativo. Não seria uma estratégia no sentido que Glanville (2007b) sugere. O foco de Dubberly e Pangaro (2009) reside em utilizar a conversação como modelo para entender como as pessoas interagem entre si e com os produtos interativos e como dessa interação pode haver então engajamento dos futuros usuários nas tecnologias digitais. O produto a ser desenvolvido, aqui entendido tanto como o objeto físico, como também serviços que utilizem principalmente a plataforma *web*, acaba se tornando o meio pela qual a conversação se efetiva e portanto, o *designer*, ao adotar esse modelo de interação, deve garantir ao máximo que a conversação se realize através dos produtos interativos.

2.5.3. O complexo processo de *design* com múltiplos agentes

Outra abordagem que identificamos implica na aplicação dos conceitos relacionados a sistemas complexos nos processos de *design* em si, mas por um viés acadêmico. Conforme já apresentamos no capítulo anterior, estudos dos processos de *design* podem envolver desde como os *designers* pensam até a maneira como ocorrem as relações entre atores que participam da equipe. Um dos grupos que tem se dedicado a estudar a relação entre sistemas complexos e os processos de *design* pela perspectiva dos atores é o *Design Group* da *Open University*. Uma das linhas dentro desse grupo é chamada de *Complexity Science and Design*, e dedica-se a estudar os processos de *design* bem como seus produtos pelas referências do contemporâneo campo dos sistemas complexos. Zamenopoulos e Alexiou (2005), por exemplo, ao aproximar as pesquisas em sistemas complexos com as da arquitetura e *design*, mencionam a necessidade de uma investigação científica mais abrangente que não se resolva apenas pela decomposição e análise das partes e sim por uma postura que contemple as relações e os fenômenos que emergem delas, assim como diversos autores já escreveram.

Adotando essa postura como pressuposto no fazer da ciência, os autores categorizam as pesquisas no campo dos sistemas complexos como “Estrutural”, “Funcional” e “Comportamental”, sendo que a “Estrutural” refere-se a pesquisas que priorizam o estudo de sistemas de estruturas desorganizadas, ou dos estados críticos que variam entre ordem e desordem; a categoria “Funcional” seria àquela dedicada às pesquisas que visam a investigação dos padrões de *inputs/outputs* no sistema; e a “Comportamental”, abordariam os estudos dos sistemas dinâmicos como as redes complexas, os sistemas caóticos e os sistemas multi-agentes (ZAMENOPOULOS; ALEXIOU, 2005).

Já as pesquisas em arquitetura e *design* podem ser enquadradas em quatro categorias segundo os autores: a primeira delas focaria no processo de *design* e no *designer*; a segunda estaria focada no produto; a terceira se dedicaria aos aspectos sociais; e a quarta categoria na epistemologia. A primeira categoria das pesquisas em *design* direciona suas atenções para a atividade do *designer* como uma resolução de problemas. Envolve compreensão dos aspectos cognitivos envolvidos no processo projetual. A segunda dedica-se à investigação das propriedades formais, funcionais e produtivos do produto. A terceira categoria ocupa-se em investigar o processo de *design* como um fenômeno social, abrangendo os estudos para os modos como ocorre a comunicação e a colaboração entre profissionais envolvidos no desenvolvimento de um projeto. A quarta categoria refere-se a pesquisas que intencionam elaborar teorias relacionadas à construção do conhecimento na área do *design*.

Com essas categorias estabelecidas, Zamenopoulos e Alexiou (2005) criam relações entre os conteúdos das pesquisas na área da arquitetura e no recente campo de estudos sobre sistemas complexos, elencando e definindo quatro abordagens nas quais as teorias, conceitos e métodos dos sistemas complexos poderiam ser aplicados ao *design*. Assim, uma abordagem compreende a complexidade como um problema no processo de *design*, enquanto atividade prática, que envolve profissionais de áreas

distintas trabalhando de forma colaborativa, ou não, mas que possuem objetivos diferentes e necessidades específicas ao se buscar a resolução de um problema. A outra abordagem possível refere-se à complexidade como uma característica do *design*. As equipes no processo de *design* poderiam ser consideradas como estruturas de redes complexas. Ou ainda um objeto poderia ser compreendido como um elemento de um sistema complexo. A terceira considera a complexidade como um método para o *design*. Através de modelos e simulações, especialidades poderiam ser desenvolvidas. Com a incorporação da tecnologia digital no processo projetual *designers* têm realizado diversas experimentações e simulações diversas como já apresentamos no capítulo I. A quarta abordagem recorre à complexidade como método para se desenvolver teorias sobre o *design*. Segundo os autores, conceitos como organização, *autopoiese*, evolução, emergência poderiam auxiliar o *designer* a compreender a complexidade do sistema com o qual ele está trabalhando.

As pesquisas desenvolvidas por Zamenopoulos e Alexiou encontram-se principalmente na primeira categoria, ou seja, aquela dedicada a investigar os processos de *design* em arquitetura. Não como método de projeto, mas como os atores se articulam no processo, em um sentido similar ao estudado por Cuff (1992) entendendo que existe uma complexidade que pode ser melhor compreendida se analisado como um sistema complexo. Assim, Alexiou e Zamenopoulos (2007) partem do seguinte pressuposto sobre o processo:

[...] o *design* não pode mais ser considerado como uma atividade de uma mente isolada, a do *designer*. [...]. Projeto envolve a coordenação de conhecimento, recursos, objetivos, e requisitos que vêm de outros igualmente importantes agentes, como os clientes, partes interessadas e usuários. De fato, projeto, em todas as suas manifestações (*web design*, *design* gráfico, desenho de produto, arquitetura e urbanismo, projeto organizacional, projeto político, etc.) é cada vez mais uma atividade que envolve múltiplos agentes com diferentes necessidades, conhecimento e objetivos.⁹⁰ (ALEXIOU; ZAMENOPOULOS, 2007, p. 586, tradução nossa).

90. Do original em inglês: “*This comes from the recognition that design cannot be anymore considered as the activity of an isolated mind, the designer. [...] Design involves the coordination of knowledge, resources, goals and requirements that comes from other equally important agents, like clients, stakeholders and users. Indeed, design, in all its manifestations (web and graphic design, product design, architectural and urban design, organisational design, policy design, etc.), is increasingly becoming an activity that involves multiple agents with different needs, knowledge and goals.*” (ALEXIOU; ZAMENOPOULOS, 2007, p. 586).

Alexiou e Zamenopoulos (2008) investigam o processo de *design* enquanto suas relações organizacionais entre os agentes envolvidos e ainda pela coordenação de todos eles durante o processo, considerando os objetivos, interesses e os conhecimentos distintos e específicos de cada um deles. Entendem ainda o processo de *design* como um fenômeno social por abranger participação e envolvimento de diversos atores. A complexidade do processo estaria na coordenação de todos os agentes envolvidos de forma organizada durante a atividade projetual e produtiva de um determinado produto. Assim, os pesquisadores sugerem estudar o processo de *design* por meio do modelo dos sistemas multi-agentes - MAS, que já mencionamos anteriormente neste capítulo. Esse modelo pode, na visão dos autores, ser uma estratégia para se compreender os fenômenos envolvidos na interação entre as partes envolvidas durante o processo de *design* sendo que, por agentes, não consideram apenas os atores humanos, mas também os dispositivos computacionais disponíveis (ALEXIOU; ZAMENOPOULOS, 2008).

Pelo modelo multi-agentes de sistema, as interações que ocorrem em uma escala micro, que na verdade, são compreendidas como aquelas que ocorrem entre os agentes, geram um fenômeno emergente em uma escala macro. No processo de *design*, o fenômeno emergente a que os pesquisadores se referem é a coordenação, mas que não está relacionada com o sentido de comando, ou seja, não pressupõe a existência de uma pessoa no comando coordenando as ações dos agentes, com uma postura impositiva. O sentido, na verdade, é exatamente o contrário. Por coordenação, eles compreendem uma situação organizacional do sistema que foi dada pela própria interação dos agentes, e sem a presença de uma figura central gerenciando ou comandando o processo. Como os próprios pesquisadores afirmam:

Uma típica visão da emergência em sistemas multi-agentes a define como um novo padrão de comportamento que toma forma no macro-nível a partir das interações entre os agentes em uma escala local. Em sistemas multi-agentes, emergência é usualmente

desejável quando leva a comportamentos que podem alcançar uma determinada tarefa ou objetivo sem a existência de um mecanismo central direcionando as atividades dos agentes para sua conclusão. Nesse sentido, nós podemos considerar que coordenação é exatamente o efeito emergente desejável das atividades dos agentes distribuídos.⁹¹ (ALEXIOU; ZAMENOPOULOS, 2007, p. 590, tradução nossa).

91. Do original em inglês: "A typical view of emergence in MAS defines it as a new pattern or behaviour that is formed at the macro-level from the interaction of agents at the local level. In MAS, emergence is usually desirable when it leads to behaviours that can achieve a certain task or goal without the existence of a central mechanism directing the activities of agents towards this end. In this sense, we can consider that coordination is exactly the desirable emergent effect of the activities of the distributed agents." (ALEXIOU; ZAMENOPOULOS, 2007, p. 590).

Com a proposta do modelo de sistemas multi-agentes para a compreensão do processo de *design*, é possível elaborar estratégias mais efetivas para as tomadas de decisão na atividade projetual, bem como desenvolver instrumentos mais adequados para estimular o caráter não centralizado e colaborativo do processo. Nesse contexto, destacamos as potencialidades que o meio digital pode trazer para o processo de *design* em amplos aspectos, seja pela continuidade do digital permitindo a conexão direta entre concepção e produção, seja parametrizando o projeto, seja ainda como instrumento para comunicação entre atores, conforme apresentamos no primeiro capítulo.

Assim como Alexiou e Zamenopoulos (2007), Johnson (2005) também se dedica a estudar os processo de *design*, mas para ele, a questão principal está em como as pessoas conseguem se auto-organizar para atingir determinado fim. Dessa forma, vai buscar no conceito e nos estudos sobre colaboração a base para sua investigação sobre como ocorrem as relações entre atores de uma equipe de *design*. Segundo Johnson (2005), não existem formas corretas, apropriadas, tampouco controle central para que os atores cheguem em tal organização. Sendo assim, à princípio, o que o autor sugere é deixar que os próprios participantes do processo se organizem.

Convencionalmente *designers* foram reunidos por trabalhar nos mesmos escritórios ao mesmo tempo. Tal proximidade física suporta uma dinâmica complexa de reunião formal e informal entre os grupos que precisam se comunicar e trocar ideias e informação em muitas formas. Uma pequena organização com apenas dez pessoas tem milhares de formas de combinar em

92. Do original em inglês: *“Conventionally designers were brought together by working in the same offices at the same time. Such physical proximity supports a complex dynamic of formal and informal meeting between groups who need to communicate and exchange ideas and information in many kinds. A small organisation with just ten people has thousands of ways of combining into groups. Rather than prescribe ways for each group to come together, it may sometimes be more flexible to let them self-organise into meetings involving those who are necessary to achieve some purposes.”* (JOHNSON, 2005, p. 223).

grupos. Em vez de prescrever formas para cada grupo a se reunir, às vezes pode ser mais flexível para que eles se auto-organizem em reuniões envolvendo aqueles que são necessários para atingir determinados fins.⁹² (JOHNSON, 2005, p. 223, tradução nossa).

Assim, para Johnson (2005), *designers* são agentes autônomos interconectados em uma rede e para compreender o processo de *design* é necessário direcionar as pesquisas para o estudo dessa rede. Dessa maneira, utiliza-se dos modelos de sistemas multi-agentes, assim como fazem também Alexiou e Zamenopoulos (2007), mas com o objetivo voltado para a compreensão dos fenômenos colaborativos no processo e consequentemente projetar as infraestruturas necessárias que irão fornecer insumos ou estimular a colaboração entre as pessoas. Não se trata, no entanto, em fornecer um modelo de processo colaborativo, afinal, se assim fosse não seria possível a auto-organização dos participantes do processo de *design*. O que o autor procura identificar são os possíveis fatores a serem considerados para se criar infraestruturas que permitam tal colaboração entre os *designers*.

Dessa perspectiva, o autor sugere alguns fatores que podem influenciar no processo de *design* colaborativo, como, por exemplo, o espaço físico para encontros e reuniões para discussão de projeto. Tal questionamento já foi por nós levantado na dissertação de Mestrado *“Design para experiência: processos e sistemas digitais”* (NOJIMOTO, 2009). Na ocasião, mencionamos como poderia o ambiente de trabalho do *designer* influenciar no processo e talvez até no produto final. No caso de Johnson (2005), a questão do espaço físico se configura mais como a plataforma que permite a troca de informação entre os membros da equipe do que como uma indagação sobre a influência no processo criativo em si. E ao considerar o espaço físico como uma plataforma de troca de informação, o autor chama a atenção para um fator essencial na rede de interações entre os membros de uma equipe de projeto: a comunicação entre eles. E quando o autor sugere o projeto das infraestruturas para a colaboração, ele se pauta na exploração das possibilidades de comunicação no processo

de *design*.

Alexiou e Zamenopoulos(2007) e Johnson (2005) partem para uma investigação dos processos de *design* a partir da organização da equipe pela aplicação dos modelos de sistemas complexos, ou seja, não estão trabalhando no campo conceitual ou metafórico. No entanto, os estudos são relativamente recentes, e têm permanecido no campo teórico e na investigação dos processos existentes, não apresentando ainda possibilidades mais contundentes de revisão dos próprios processos a partir de estudos realizados. Além disso, os autores sugerem o modelo multi-agentes para se estudar os processos de *design*, mas Sawyer (2010) afirma que tal modelo é promissor, mas ainda apresenta deficiências ao simular fenômenos sociais.

Parece que ainda há um esforço dos autores em convencer a comunidade acadêmica de que é possível aproximar duas áreas aparentemente distintas como o campo dos sistemas complexos com processos de *design*. Esse esforço, embora válido, enaltece de forma exacerbada ambas as áreas a tal ponto de Johnson (2010) sugerir que não apenas os estudos em processo de *design* deve se suprir dos conceitos do campo de estudos em sistemas complexos, como este também deve considerar os processo de *design* no estudo dos fenômenos complexos. Para o autor, o “projeto pode ser considerado como um processo para gerenciar a co-evolução entre formulação do problema e a geração de solução”⁹³ (JOHNSON, 2010, p. 194, tradução nossa). E assim sendo, a atividade projetual pode ser utilizada nos estudos dos sistemas complexos por lidar com o entendimento dos problemas, criação de soluções e gerenciamento do processo (JOHNSON, 2010).

Com essas compreensões sobre o fenômeno da emergência, estamos assumindo que ela pode se manifestar em duas maneiras. Por um lado, pode haver uma emergência relacionada à própria organização do processo de *design*, tal como Johnson (2010) sugere em suas pesquisas sobre trabalhos colaborativos. Por outro lado, pode haver também uma

93. Do original em inglês: “[...] a design can be considered to be a process to manage the co-evolution between problem formulation and solution generation.” (JOHNSON, 2010, p. 194).

emergência no campo das ideias, como Page (2011) faz ao afirmar que a sabedoria coletiva é um fenômeno emergente, e como Navarro (2001) sugere ao relacionar emergência com criatividade e aprendizado através da Teoria da Conversação de Gordon Pask, sendo que esta em particular nos interessa principalmente por apresentar um processo dialógico detalhado que estimula o surgimento de novos conceitos e ideias que pode ser aplicado aos processos de *design*.

Ao entendermos que a emergência pode ocorrer nessas duas esferas, tanto do ponto de vista organizacional entre os atores do processo quanto no campo das ideias, não podemos afirmar que a existência de uma esteja condicionada à existência da outra, embora essa seria uma situação desejável. No entanto, é necessário fazer algumas considerações sobre essas esferas. Por um lado, deixar que os atores do processo se auto-organizem tal como Johnson (2010) sugere pode se mostrar como uma potencial perspectiva para a emergência dos processos de *design*. No entanto, é necessário lembrar que organizações sociais, em várias instâncias, são geralmente regidas por estruturas hierárquicas (seja de poder, conhecimento, cargo ou função, entre outras) que podem se refletir (e geralmente são) no processo de *design* se deixarmos para os próprios atores a iniciativa de se organizarem da maneira que acharem a mais conveniente. Por outro lado, ideias podem emergir mesmo dentro de tais estruturas, embora de maneira mais limitada e com menos chances de ocorrer, uma vez que as ideias e soluções para o desenvolvimento de produtos estão atreladas a tais estruturas hierárquicas.

Johnson (2010) sugere fornecer a infraestrutura básica para os fenômenos emergentes na organização em si, e concordamos com tal argumento principalmente pela comunicação entre os atores envolvidos. Mas estamos assumindo também que, é necessário lançar algumas orientações gerais para essa comunicação de maneira a evitar que estruturas hierárquicas acabem refletindo no processo de *design* e dificultando o fenômeno da emergência. Deixar que os atores no processo se auto-organizem sem orientação como Johnson propõe pode ser uma ideia ainda muito distante

(mas não impossível) em relação à realidade de nossas estruturas de trabalho. Isso não significa que, ao considerarmos tais protocolos, estamos propondo o fim de cargo, função, ou da relação empregador, empregado pelo ponto de vista das leis trabalhistas. Mas estamos entendendo que é possível seguir alguns pressupostos para os processos de *design* que permita o diálogo entre os atores tornando as relações mais colaborativas e menos impositivas. Um determinado escritório pode continuar funcionando seguindo sua organização hierárquica, ou seja, com empregados, gerentes, coordenadores, chefes e assim por diante. Mas, uma vez que um grupo de pessoas se reúne em um processo de *design*, principalmente para desenvolvimento de aparatos híbridos, foco desta pesquisa, essas relações podem ser minimizadas permitindo a livre troca de informação sem restrições de qualquer ordem. Nesse aspecto, a Teoria da Conversação surge como uma possibilidade que admite o diálogo aberto, para a construção conjunta de conceitos e ideias pelos atores.

As abordagens apresentadas neste item do capítulo tiveram como objetivo dar um panorama da forma como teorias envolvendo o pensamento sistêmico, emergência e complexidade influenciaram e influenciam a produção arquitetônica e o desenvolvimento de aparatos híbridos. Com isso, queremos demonstrar que não estamos distantes ao sugerir que os processos de *design* possam ser considerados como sistemas complexos e que uma aproximação com conceitos da Cibernética, Teoria Geral dos Sistemas e do campo dos sistemas complexos pode nos fornecer um poderoso instrumento para análise e compreensão de comportamentos do próprio processo em função das inúmeras variáveis, condicionantes e elementos externos e não previsto que vão surgindo ao longo do desenvolvimento de um aparato híbrido, bem como realizar uma reflexão propositiva que, de fato, possa ser aplicada para a construção de processo de *design* dialógico.

3

PROCESSOS DE DESIGN PELA PRÁTICA

Sabemos que processos de *design*, sejam eles de objetos ou espacialidades, se desenrolam sob a influência de muitos fatores e com a presença de muitos atores. Aparatos híbridos, no entanto, além de envolverem diversos atores, precisam incorporar profissionais de áreas de conhecimento muito distintas e que dificilmente estaria trabalhando em conjunto se não fosse para a criação de tais produtos, diferentemente da arquitetura, por exemplo, que já possui um universo e histórico de envolvimento de certos atores consolidados. Assim, o desenvolvimento dos aparatos híbridos se constrói sobre um universo ainda imaturo (MURRAY, 2012) no qual processos e procedimentos não estão estabelecidos, sendo necessário ainda estruturar as cadeias de relações que irão compor uma esfera dedicada ao desenvolvimento de tais produtos e ainda mergulhar em vários campos do conhecimento por trabalhar em um universo no qual não há referências prévias. Portanto, não se trata de um redesenho de algo que já existe (MURRAY, 2012), apesar dessa possibilidade não ser descartada, mas sim do desenvolvimento de produtos sem precedentes com a capacidade de incorporar qualquer tipo de programação contemplando as mais diversas interações com o interator. Além disso, o interator é um dos atores imprescindíveis no processo, uma vez que, é através do entendimento de seus comportamentos que um aparato

poderá ser concebido e produzido. Para abranger o interator, o *interaction design*, exemplo, desenvolve estratégias específicas, como construção de personas (SAFFER, 2007; KOLKO, 2007; LÖWGREN, STOLTERMAN, 2007), cenários (SAFFER, 2007; KOLKO, 2007) como o uso de protótipos (MOGRIDGE, 2008) para ter um retorno analítico sobre o futuro produto.

Certamente que, para o desenvolvimento de aparatos híbridos, principalmente os *gadgets*, demandas de consumo podem ser criadas e, portanto, qualquer que seja o produto a ser lançado por uma empresa, sua aceitação será positiva pelos consumidores. Basta darmos como exemplo criação dos *tablets e smartphones* cuja aquisição tornou-se uma meta a ser alcançada pelas pessoas sob o pretexto de que as funcionalidades neles presentes são essenciais para suas vidas mesmo que elas nunca tenham tido nenhum dos dois. Assim como também é certo que ideias inovadoras podem surgir na mente de um gênio criativo e visionário capaz de impor suas ideias em detrimento de um trabalho coletivo. Mas, aparatos híbridos podem ser frutos de um trabalho colaborativo na qual vários indivíduos entendem que é dessa colaboração que boas ideias podem ganhar vida. Um exemplo dessa postura está nos aplicativos *opensource* cujos códigos são feitos por meio de um trabalho colaborativo e permanecem abertos para aqueles que desejam implementar qualquer modificação em seu algoritmo. Mesmo que uma primeira versão de um aplicativo *opensource* tenha sido concebida pela mente de uma pessoa apenas, como no caso do Sistema Operacional Linux creditado a Linus Torvalds, seu código é aberto para modificações, ou seja, há uma compreensão de que a colaboração pode gerar soluções inovadoras. Estamos considerando nesta pesquisa, portanto, que a inovação exigida para aqueles que desenvolvem aparatos híbridos é decorrente de um processo de *design* que prioriza o trabalho colaborativo em detrimento da genialidade de uma única pessoa, embora esta seja muito bem vinda se não se manifestar de maneira impositiva em relação aos demais atores do processo.

As soluções consideradas inovadoras e decorrentes do trabalho colaborativo são, ao final, entendidas nesta pesquisa como uma

propriedade emergente dos processos de *design*. Conforme já discutimos no capítulo anterior, o fenômeno da emergência deriva da interação entre os elementos, mas condicionada à presença da diversidade. Se estamos considerando que soluções inovadoras podem justamente surgir em função do comportamento que emerge da inter-relação entre elementos de naturezas distintas, que nos processos de *design* chamamos de atores, precisamos agora entender quais seriam eles e suas possíveis qualidades que caracterizariam a diversidade. Além disso, se estamos considerando ainda a conversação entre os atores, no sentido paskiano, como uma potencial orientação para se intensificar o diálogo e, com isso, estimular a emergência de ideias, é preciso compreender os níveis de conversação alcançados, as ocasiões conversacionais (PASK, 1975) que levam ao entendimento sobre um determinado tópico. E por fim, sendo o processo de *design* um sistema aberto, é necessário investigar quais seriam as variáveis que desencadeiam as mais diversas ações por parte dos atores, ou de grupos.

Com essa abordagem, vamos analisar duas experiências de *design* das quais participamos como observadores ativos, assumindo que o observador não só participa como também altera o processo de *design*. Assim, as experiências são: o processo de *design* do *String.Supple Pavilion* iniciado em *workshop* ministrado pela *Architectural Association School of Architecture*; e o processo da Ação Fabricação Digital organizado pelo *Nomads.usp*, cujo produto foi um pavilhão chamado pelos pesquisadores do Núcleo de *Slice*. Antes de iniciarmos nossas leituras sobre tais processos pela perspectiva dos sistemas complexos, iremos apresentar de maneira intencionalmente descritiva as experiências do processo do *Strings.Supple Pavilion* e da Ação Fabricação Digital para contextualizar o desenvolvimento delas e explicitar a participação da pesquisadora em ambas.

3.1. Processo de *design* do *Strings.Supple Pavilion*

Em meados de 2012, a *Architectural Association School of Architecture*, tradicional escola inglesa de arquitetura, lançou a chamada para a participação em um *workshop* de projeto. A iniciativa fora a terceira realizada no Brasil pelo programa da AA chamado *Visiting School* no qual a instituição promove vários *workshops* de projeto em diversos países. No Brasil vários *workshops* já foram realizados a ponto de serem considerados como uma prática rotineira no calendário de eventos relacionados à arquitetura. Os *workshops*, tanto no Brasil como na maioria dos outros países, procuram introduzir, basicamente, em cada contexto local, o uso das tecnologias digitais no processo de *design*, principalmente pela parametrização do projeto e pela fabricação digital, gerando, inclusive, considerável visibilidade para a instituição mundo afora. Os *workshops* também são caracterizados pela formação de parcerias com outros grupos no país, sejam eles da área de arquitetura ou não. Por exemplo, no primeiro *workshop* da instituição no Brasil, houve uma parceria com uma academia de boxe que funciona embaixo de um viaduto na cidade de São Paulo reconhecida por seu trabalho social na área do esporte. Também já houve parcerias com instâncias mais institucionalizadas como o FILE - Festival Internacional de Linguagem Eletrônica - e a Bienal de Arquitetura de São Paulo. Além das parcerias no contexto local, os *workshops* contam ainda com a presença de professores e tutores da *Architectural Association*, que se disponibilizam para participar exclusivamente das atividades do *workshop*, realizando palestras, capacitando os participantes nos programas computacionais para parametrização e assessorando os participantes nas atividades projetuais. O caráter imersivo também é uma estratégia recorrente na programação dos *workshops*. São alguns dias de trabalho concentrado com atividades conduzidas de maneira que, ao final, os participantes possam apresentar o resultado de seu trabalho em forma de projeto, com modelos digitais e físicos.

O *Strings.Supple Pavilion* surgiu em um desses *workshops* da AA. A pesquisadora, juntamente com outro pesquisador do Nomads.usp, participou do terceiro *workshop* realizado no Brasil chamado de

HIGH-LOW é organizado em parceria com o FILE, festival que ocorre anualmente no edifício da FIESP, localizado na Avenida Paulista. Sendo o escopo do *workshop* voltado para a combinação da tecnologia digital para criação e produção de objetos arquitetônicos a materiais de baixo custo, foram disponibilizados para os participantes aplicativos como *Rhinoceros*, *Grasshopper*, *Rhino Python*, *Rhino Nest*, *Ecotect*, *Processing* e *Arduino* (software e hardware) e materiais comuns e de custo acessível no universo da arquitetura. Além de receberem uma capacitação sobre esses programas, os participantes do *workshop* desenvolveram projetos com a assessoria e apoio dos professores e tutores, sendo que, ao final, apresentaram suas proposições espaciais através de modelos digitais, físicos e alguns casos foram produzidos componentes em escala 1:1.

Desenvolver uma proposta espacial que reflita o contexto no qual o evento está inserido parece ser uma prática adotada pela instituição dentro desse programa do *Visiting School*. Na parceria com a academia de boxe, para mencionarmos como exemplo, os participantes produziram mobiliário para uso dos alunos da academia. Em outra situação, houve uma parceria com escolas de samba e o produto final deveria contemplar o local onde o espaço da escola de samba estava inserido, na região da Cidade do Samba no Rio de Janeiro, e no reaproveitamento de materiais de outros carnavais, prática comum nas escolas de samba. No caso do *workshop HIGH-LOW* o foco contextual recaía sobre a importância da Avenida Paulista para a cidade e os desdobramentos que uma intervenção arquitetônica temporária poderia gerar ao ser implantada na região.

Nesse *workshop* em questão, após sessão de capacitação em diversos programas computacionais como o *Rhinoceros*, *Grasshopper*, *Rhino Python*, *Processing* e *Arduino*, os participantes iniciaram as atividades de projeto do objeto arquitetônico que refletisse sobre a condição urbana da região da Avenida Paulista a partir de um exercício prático de exploração das propriedades dos materiais e seus comportamentos possíveis quando combinados para auxiliar os participantes na formulação de algumas diretrizes projetuais. Os participantes desenvolveram suas propostas em

Figura 15. Participantes do *workshop HIGH-LOW* da *Architectural Association School of Architecture* explorando combinações de materiais. Foto: (NOJIMOTO, 2011).

Figura 16. Uma das participantes desenvolvendo sua primeira proposta de intervenção projetual. Foto: (NOJIMOTO, 2011).

dupla ou individualmente, conforme condição exigida pelo professores, e as apresentaram para discussão um projeto preliminar, ou pelo menos as ideias norteadoras, uma vez que foram concebidas em período de tempo muito curto. Essa condição, de realizar uma proposta individualmente e em um curto período de tempo é uma estratégia que se repetiu em outros *workshops* e talvez seja uma maneira encontrada pelos professores e tutores de garantir o envolvimento e engajamento dos participantes e, ao final, um produto que possa ser utilizado, inclusive, como material de divulgação da própria instituição e seus *workshops* do programa *Visiting School*.

Enquanto pesquisadores acadêmicos participando de uma atividade projetual, tínhamos nossos objetivos e entre eles estava aplicar ideias, conceitos e referenciais teóricos de nossas pesquisas em um objeto arquitetônico. Portanto, os esforços foram unidos, nessa primeira etapa da atividade projetual, com o intuito de realizar uma proposição consistente com nossas pesquisas e com as pesquisas realizadas, de uma maneira geral, pelo *Nomads.usp*. Nesse sentido, a proposta apresentada possuía, como critérios norteadores, conceitos provenientes da Cibernética e do campo dos sistemas complexos, sendo aplicado para gerar um produto e não como um modo de organização dos atores no processo.

Após a apresentação das propostas pelos participantes, os professores e tutores realizaram um reagrupamento em função de similaridades entre os projetos, fossem elas conceituais ou formais. A formação de novos grupos de trabalho foi uma deliberação dos professores e tutores e não por meio de uma iniciativa dos próprios participantes, embora a formação de novos agrupamentos não se constituía em si em uma obrigatoriedade a ser cumprida. Era mais uma sugestão, embora tenha prevalecido a relação mestre-aluno, ou seja, se os professores e tutores assim sugeriram, os participantes se sentiram na responsabilidade de acatar e seguir a recomendação.

E foi a partir desse reagrupamento que surgiu a equipe de desenvolvimento

do *Strings* (o nome *Supple Pavilion* viria somente após esse *workshop*), cujos membros, embora todos relacionados à arquitetura, vinham de escolas distintas e ainda se encontravam, em contextos profissionais também distintos. Além dos dois pesquisadores do Nomads.usp em doutoramento, compunham a equipe: dois arquitetos, que na época estavam formados há pouco tempo, e um estudante de arquitetura. As propostas apresentadas foram novamente discutidas, porém agora na esfera do processo de *design* do *Strings*, para analisar pontos convergentes e divergentes e compreender por qual motivo os professores e tutores haviam feito tal reagrupamento e, ao final, foi concluído que em uma das propostas o partido conceitual era consistente, porém a solução formal não correspondia com a ideia principal; em outra, havia uma apresentação formal que mereceria desenvolvimento, porém sem conteúdo conceitual evidenciado; e em outra havia uma exploração construtiva que poderia que associada às outras duas propostas, poderia auxiliar na concepção estrutural. O projeto foi conceitualmente embasado na ideia de regras simples (MITCHELL, 2011; PAGE, 2011) para gerar uma forma complexa e ainda o princípio de *loop/feedback* da Cibernética, dentro do contexto da Primeira Ordem, ou seja, uma informação alimenta o sistema, no caso, o objeto arquitetônico, promovendo sua auto-regulação. Assim, o produto deveria responder a estímulos diversos pela alteração de sua apresentação formal. O objeto desenvolvido em questão foi assumido como um pavilhão itinerante chamado de *Strings*, cuja estrutura seguiu um princípio muito simples de montagem, em uma referência às propriedades de um sistema complexo, e cujo comportamento baseou-se em uma constante redefinição da forma pelo conceito do *loop/feedback* com a inserção de sensores de presença e luminosidade no interior do pavilhão para capturar a variação de intensidade luminosa e a quantidade de pessoas em seu interior e, com isso, a partir da construção de um algoritmo que lia os valores dos sensores e processava os dados coletados, enviava um sinal para a movimentação de motores no pavilhão, fazendo sua forma se alterar.

A relação entre os atores dentro do processo inicialmente foi de abertura

Figura 17. Exploração do comportamento dos materiais. Foto: (NOJIMOTO, 2011).

Figura 20. Testes iniciais para a construção de espacialidades com geometrias complexas seguindo regras simples de fixação. Foto: (NOJIMOTO, 2011).

Figura 18. Movimentos possíveis para o pavilhão. (ALVES, 2011).

Figura 19. Espacialidade criada por uma das configurações possíveis do pavilhão. Foto: (NOJIMOTO, 2011).

Para desenvolver o projeto do pavilhão a equipe procurou adotar soluções simples, mas que pudessem produzir geometrias complexas. Utilizando elastano e arame, ou cabos de aço, membros da equipe começaram a investigar os comportamentos possíveis obtidos pela associação desses materiais seguindo diversos padrões de fixação, até a compreensão de que quanto mais simples eram os padrões, mais flexibilidade o espaço se manifestava. Para dar suporte ao objeto e movimentar os cabos de aço foi utilizada uma base de madeira perfurada em malha regular.

Figura 21. Padrão de fixação dos cabos de aço no tecido. Foto: (ALVES, 2011).

Figura 22. Exploração da geometria. Foto: (ALVES, 2011).

Figura 25. Produção dos componentes do pavilhão na máquina de corte a *laser*. Foto: (ALVES, 2011).

Figura 23. Componente eletrônico em base Arduino para movimentação do pavilhão. Foto: (ALVES, 2011).

Para investigar as interações possíveis, a equipe testou sensores de presença e sensores de luz. Com este último, percebeu-se que a disposição de sensores no interior do pavilhão criaria um ciclo contínuo de movimento, uma vez que os sensores captariam variações de luminosidade no interior

do pavilhão e a cada variação, um sinal seria enviado para os servo-motores se movimentarem de determinada maneira conforme especificado na programação. Assim, para cada movimento que o servo-motor fizesse, novas variações de luminosidade seriam criadas mantendo-o em constante movimentação. A equipe precisou ainda desenvolver um sistema para movimentação dos cabos. Embora fosse desejado elaborar um projeto que atendesse a uma escala 1:1, a complexidade do pavilhão exigia a participação de outros saberes assim, como a equipe trabalhava com um curto prazo, era impossível elaborar um sistema mais preciso. Optou-se, portanto, pela construção de um sistema que atendesse à movimentação dos cabos apenas na escala do modelo físico, ou seja, na escala 1:20.

Figura 24. Sistema de movimentação em desenvolvimento. Foto: (ALVES, 2011).

Figura 26. Uma das configurações espaciais possíveis do pavilhão. Foto: (ALVES, 2011).

para o diálogo, procurando compreender as ideias que cada um apresentava, expondo o modo como cada um entendia certos conceitos e explicitando os motivos pelas quais julgava pertinente seguir ou não certas diretrizes projetuais, bem como algumas estratégias para se chegar em um produto satisfatório. Não havia líderes e liderados. O processo se caracterizou por um aspecto altamente imersivo, que, na verdade, seguia a organização do próprio *workshop* no qual as atividades eram programadas para durar em torno de dez dias, sendo que, a cada dia, havia uma atividade específica que se iniciava pela manhã e se encerrava apenas à noite. No processo, cada ator assumiu para si certas responsabilidades que correspondiam com suas posturas, conhecimentos específicos, histórico de trabalhos anteriores, entre outros atributos. Embora o grupo fosse pequeno, de apenas cinco pessoas, ficou visível a divisão de tarefas e o engajamento em cada uma delas. Cada ator tornou-se responsável por desenvolver algum aspecto do pavilhão. Enquanto um se envolvia com a construção de componentes eletrônicos para a interação, outro se dedicava com o modelo digital para estudar comportamentos, um outro nas explorações formais, e outros na construção de componentes físicos para testes. O engajamento de cada um em certas atividades não foi uma deliberação que ocorreu por decisão de alguns da equipe, mas partiu de uma postura voluntária, relacionada com os perfis de formação, posturas, visões de mundo e objetivos específicos sobre a participação no *workshop*.

Apesar do relato acima sugerir que o processo tenha seguido etapas claras e precisas com momentos de discussão, seguido de definições de conceitos e critérios e posterior desenvolvimento do projeto e modelos digitais e físicos, na prática não foi isso que ocorreu. Conforme a análise de Rittel (1972) e Schön (1982) sobre os processos de *design*, problemas e soluções são configurados ao mesmo tempo. Assim, embora já houvesse uma intenção clara em se trabalhar com conceitos da Cibernética ou do campo dos sistemas complexos, a maneira como eles estariam presentes no projeto foi se configurando simultaneamente ao desenvolvimento da própria proposta. Assim, o critério norteador a adoção de soluções simples que pudessem produzir geometrias complexas, assim como o

uso dos conceitos do *loop/feedback* para a constante alteração formal do pavilhão foram se delineando concomitantemente conforme algumas possibilidades eram exploradas.

O *Strings* foi o primeiro produto de um processo que se prolongou por muito mais tempo em função de desdobramentos que seu desenvolvimento gerou. Vendo no pavilhão uma oportunidade de se divulgar a instituição e promover os futuros *workshops* do programa do *Visiting School* no Brasil, os professores da AA vislumbraram a possibilidade de produzi-lo em escala 1:1, afinal, um pavilhão interativo fundamentado conceitualmente e impressionável por seus aspectos formais traria boa visibilidade para a instituição. Assim, à equipe inicial do *Strings* foi proposto um trabalho em conjunto com professores e tutores da AA de modo a dar continuidade ao projeto em *workshops* posteriores. A instituição poderia ter assumido o processo mesmo sem a participação da equipe inicial. Mas, a proposta de continuidade para a equipe inicial significava, de certa maneira, manter uma coerência projetual e ainda estruturar uma equipe de base que poderia desenvolver alguns aspectos do pavilhão entre um *workshop* e outro. O aceite dos atores da equipe inicial em continuar o desenvolvimento do pavilhão ocorreu em função de uma convergência de interesses individuais. Para os pesquisadores do Nomads.usp, para exemplificarmos, a continuidade no processo e a possibilidade de se construir o pavilhão em escala 1:1 se mostrava como uma oportunidade de realizar experimentações práticas de suas pesquisas. Contudo, do grupo inicial, alguns não se envolveram na continuidade, ou se envolveram por um período muito curto. Não é possível afirmar precisamente os motivos pelas quais esses atores acabaram se distanciando, uma vez que esta pesquisa, à época, estava se dedicando a coletar outros dados. Mas, se podemos especular, talvez para esses atores não houvesse um interesse particular em continuar em função de outras prioridades ou por considerar como um objetivo específico o aprendizado pela experiência prática, e que já haviam sido cumpridos com o *Strings*.

A continuação do processo de *design* ocorreu com a revisão do *Strings*

e para desvincular o produto obtido no *workshop*, o nome do pavilhão foi alterado para *Supple Pavilion*. Nesse processo, outros professores e tutores da instituição foram convidados para contribuir com seus conhecimentos. Um tutor da AA passou a integrar a equipe de maneira permanente, em função de seu trabalho como arquiteto e engenheiro especializado em sistemas construtivos parametrizados. Outros tutores da AA estiveram no processo, embora a participação deles tenha sido por um curto período e em algumas vezes com contribuições restritas aos *workshops* apenas. Além de pessoas vinculadas à AA, profissionais de diversas áreas passaram a integrar à equipe como uma cenógrafa brasileira reconhecida por seu trabalho com materiais têxteis, uma vez que o *Strings.Supple Pavilion* usava tecidos para formar sua membrana flexível. Sua participação, no entanto, foi mais pontual e também por pouco tempo. Engenheiros especializados em estruturas temporárias também foram incorporados no processo, no entanto, seus papéis ficaram restritos a uma consultoria apenas.

Mas o processo do *Strings.Supple Pavilion* não envolveu apenas pessoas na esfera projetual. Outros profissionais de outras instâncias também estiveram presentes. Como Cuff (1992) reforça com sua pesquisa sobre a prática profissional da arquitetura, o trabalho de um escritório está para além da atividade projetual. E no caso do *Strings.Supple Pavilion* o processo também envolveu atores de outras instâncias. Como exemplo, mencionamos o envolvimento de atores dedicados em conseguir financiamentos para a construção do pavilhão. Assim, foram consultados advogados e agentes especializados em aquisição de recursos financeiros; houve ainda envolvimento de instituições para locação ou concessão de espaços para as atividades de projeto durante os *workshops*, como ocorreu com a Fundação Bienal e as escolas de samba do Rio de Janeiro, tornando-se parceiras, cujos apoios foram fundamentais para viabilizar os *workshops*; para a produção dos componentes do pavilhão, empresas especializadas na montagem de máquinas de corte a *laser* e *CNC Router* forneceram equipamentos, sendo eles usados mais intensamente durante os *workshops*. Em alguns casos houve uma relação contratual de

prestação de serviços, ou seja, profissionais e empresas foram contratadas para atuar no processo. Mas em outros casos não foi essa a relação e o interesse em participar do processo, provavelmente, estaria relacionado com uma convergência de interesses das mais distintas naturezas, mas não necessariamente com o processo de desenvolvimento do pavilhão em si. Empresas fornecedoras dos equipamentos de corte a *laser* e *CNC Router*, provavelmente tinham como objetivos, ao conceder o uso das máquinas, um interesse de divulgação e propaganda de seus produtos. Não se trata aqui, no entanto, de fazer uma crítica negativa a essas relações, afinal, na prática profissional, cada ator aceita um trabalho específico quando há uma relação de interesse, que pode ser construída mesmo com objetivos distintos. Contudo, entendemos que é relevante para os processos de *design*, um alinhamento dos objetivos de cada ator, ou pelo menos, torná-los explícitos, para também compreender com mais clareza as atuações de cada um.

Para desenvolvimento do *Strings.Supple Pavilion*, a *Architectural Association* organizou *workshops* seguindo o mesmo modelo de outros, cuja programação envolvia sessões de capacitação em aplicativos computacionais e atividades projetuais. No entanto, no primeiro *workshop* do *Supple*, o período de tempo para desenvolvimento do pavilhão estava restrito a quatro dias, sendo necessário, portanto, reduzir algumas atividades. Já o segundo *workshop* para a construção do *Supple* foi realizado em dez dias, seguindo o padrão recorrente da *AA* para *workshops*. Além de espaços de tempo distintos, a organização geral também foi diferente nos dois *workshops*. No primeiro, os participantes inscritos, que eram em torno de 10 pessoas, trabalharam somente no desenvolvimento do *Supple*, sem a possibilidade de desenvolver outro projeto, uma condição enfatizada pelos professores e tutores da *AA*. Por outro lado, o segundo *workshop* contou com a presença de 17 participantes, porém, diferentemente do primeiro, eles poderiam optar por participar do processo do *Supple* ou desenvolver seu próprio projeto.

Incluir os participantes do *workshop* no *Supple* poderia indicar uma

Nos dois primeiros dias do primeiro *workshop* os participantes se dedicaram a sessões de capacitação em aplicativos como *Grasshopper* e *Arduino* e a algumas técnicas de fabricação digital ministradas pelos professores e tutores da AA. Enquanto as sessões eram realizadas com os participantes, membros da equipe original do *Strings* juntamente com outros profissionais colaboradores e tutores da AA, que já estavam acompanhando o processo de design do pavilhão antes mesmo da realização desse *workshop*, se envolveram no desenvolvimento de modelos físicos para estudar as dimensões do pavilhão em escala 1:1, os padrões de costura e de comportamento do pavilhão, e ainda realizar testes com a estrutura em escala 1:1.

Em discussão prévia, antes do workshop, fora definido que a estrutura não seria como no projeto original *Strings*, ou seja, com cabos de aço, mas sim com tubos de PVC formando arcos. Foi pensado para a estrutura do protótipo um conjunto com quatro arcos, sendo que dois deles não se movimentariam, fornecendo assim estabilidade estrutural, e outros dois gerariam o movimento do pavilhão por meio de um mecanismo telescópico que aumentaria seus comprimentos. Além da estrutura de PVC, definiu-se também que entre um arco e outro haveria tubos de material flexível que não exerceriam o papel de suporte de cargas, mas permitiriam mais movimento ao pavilhão.

Com algumas diretrizes definidas, três frentes de trabalho foram criadas para construir o pavilhão: uma equipe ficou responsável pelo desenvolvimento do mecanismo telescópico da estrutura, bem como definir a fixação no piso. Outra equipe se ocupou em estudar padrões de costura, escolha de tecidos e produção da membrana final, e por fim, a terceira equipe trabalhou com a interação no modelo reduzido.

Figura 27. Teste com o tecido e fibra de vidro em escala 1:1. Foto: (NOJIMOTO, 2011).

Figura 28. Desenvolvimento da membrana em aplicativo computacional. O modelo digital forneceu o molde para o corte do tecido. Foto: (NOJIMOTO, 2011).

Figura 29. Frente de trabalho dedicada à construção da estrutura do pavilhão. Foto: (NOJIMOTO, 2011).

Figura 30. Exploração da interação em modelo de escala reduzida. Foto: (NOJIMOTO, 2011).

Figura 31. Membrana em confecção. Foto: (NOJIMOTO, 2011).

Figura 32. Montagem do pavilhão. Processo de inserção da membrana. Foto: (NOJIMOTO, 2011).

Figura 33. Montagem do pavilhão. Colocação da membrana na estrutura. Foto: (NOJIMOTO, 2011).

Figura 34. Ajustes da configuração final do pavilhão. Foto: (NOJIMOTO, 2011).

Figura 35. Modelo em escala reduzida para exploração da interação. Foto: (NOJIMOTO, 2011).

Figura 36. Pavilhão finalizado. Foto: (NOJIMOTO, 2011).

Figura 37. Pavilhão finalizado. Foto: (NOJIMOTO, 2011).

abertura do processo, a admissão de outras visões e conhecimentos que os participantes poderiam trazer para o pavilhão. Contudo, não foi essa a postura que prevaleceu. O pavilhão, que já havia sido revisado e discutido pela equipe do *Strings* e pelos professores e tutores da AA e, portanto, quando o *workshop* foi realizado, já havia um sistema construtivo parcialmente definido e uma espacialidade pré-determinada e os participantes pouco puderam contribuir, de um ponto de vista mais conceitual ou com soluções de projeto, ficando restritos a emprestar sua força de trabalho para produção do pavilhão. Talvez, o curto período de duração do *workshop*, apenas quatro dias, e a expectativa de se chegar em uma espacialidade em escala 1:1, tenham sido fatores que impediram a abertura para o diálogo com os participantes de um modo geral. Os comportamentos do pavilhão, por sua vez, não foram definidos previamente, e, portanto, foram debatidos durante os quatro dias de *workshop*. Assim, o *workshop* se estruturou em torno de três frentes de trabalho precisas: uma para a produção da estrutura do pavilhão, uma outra para a confecção da membrana têxtil e uma terceira dedicada a investigar os comportamentos, porém em escala reduzida. Apesar dos participantes não terem tido a oportunidade de uma reflexão mais abrangente sobre diversos aspectos do *Supple*, a escolha para o engajamento em uma atividade ou outra foi voluntária. Tal divisão poderia sugerir uma especialização de cada participante no processo. No entanto, o que se presenciou foi trânsito espontâneo dos participantes entre as três frentes de trabalho, colaborando tanto no desenvolvimento da estrutura, como na confecção da membrana, ou na interação. Outros, no entanto, mantiveram-se em uma atividade apenas. A informação sobre o que acontecia em cada frente de trabalho, de certa maneira, alcançava outros grupos, mas ela pouco contribuía, uma vez que, em cada frente, havia um grupo de pessoas que já tinham em mente uma proposta de pavilhão em função das atividades realizadas antes do *workshop*.

O processo de construção do *Supple*, no entanto, poderia ter incluído colaboradores de outras áreas de conhecimento. No *workshop* havia predominantemente arquitetos, *designers* e artistas que transitavam

por outras áreas como engenharia e eletrônica. E, talvez, a presença de engenheiros e de cientistas da computação transitando no universo da arquitetura, *design* e artes contribuiria com outras soluções projetuais e construtivas e, dessa forma, teríamos constituído uma equipe multidisciplinar mais abrangente. Essa postura, na verdade, deveria ter sido adotada antes mesmo do *workshop*, quando o pavilhão se encontrava em fase de discussão e revisão pelos professores e tutores da AA e da equipe do *Strings*. Embora, de fato, tenha havido um envolvimento de atores de universos distintos, estes, de uma maneira ou outra, estavam próximos do universo da arquitetura. O foco direcionado da AA para um público-alvo da área da arquitetura pode ter criado essa situação no processo. Contudo, sabendo que para se desenvolver o pavilhão seria necessário envolver conhecimentos específicos e de áreas distintas, outros atores poderiam estar presentes.

O segundo *workshop*, por sua vez, teve uma dinâmica diferente do anterior, refletindo no resultado final. Embora tenha contado com 17 participantes, apenas uma pessoa manifestou interesse em se juntar à equipe do *Supple*, sendo que os demais se envolveram em seus próprios projetos. Assim, na prática, se desenrolaram dois *workshops*: um seguindo o já tradicional modelo de *workshop* da AA, como ocorreu com o *HIGH-LOW*, e um outro dedicado somente ao *Supple Pavilion*. A ideia, em teoria, seria que os outros projetos, dentro do contexto de pavilhões maleáveis (*Supple*), tema do *workshop*, pudessem de alguma maneira alimentar o *Supple Pavilion*. Ao invés de todos se dedicarem ao desenvolvimento de um único projeto que já demonstrava sinais de certo vícios, fossem eles formais ou de comportamento, os participantes se agruparam em novas equipes para desenvolver outros projetos, mas que ao final alguma nova ideia ou solução pudessem ser implementados no *Supple*. Além disso, apesar do esforço e engajamento de todos os participantes para construir o *Supple* no primeiro *workshop*, era visível que suas contribuições ficavam restritas e, portanto, o segundo *workshop* buscava justamente estimular as potencialidades de cada um de maneira abrangente.

No segundo *workshop*, a equipe refletiu sobre os resultados obtidos no evento anterior e compreendeu que os conceitos norteadores originais que embasavam todo o conjunto formado entre membrana e estrutura foram desconsiderados no desenvolvimento do último pavilhão. A ideia de regras simples gerando complexidade, base do *Strings*, refletia uma estratégia de projeto na qual não se partia da forma em si. No entanto, a preocupação em resolver o pavilhão estruturalmente fez com que todos quase ignorassem os princípios norteadores do projeto, resultando primeiramente em uma definição formal para posteriormente pensar em sua estrutura e membrana.

Se, no pavilhão construído anteriormente, a estrutura era rígida demais para suportar a flexibilidade exigida pelo pavilhão, no segundo *workshop* do *Supple*, um novo sistema foi experimentado utilizando barras de fibra de vidro e, em paralelo, a equipe voltou-se novamente para estudos em modelos em pequena escala e em escala 1:2 para testar outras possibilidades do comportamento do material, seguido de estudo de padrões de costura do elastano que poderiam auxiliar na estabilidade estrutural

Figura 42. Protótipo em escala 1:2 para verificar comportamentos. Foto: (NOJIMOTO, 2011).

Figura 38. Estudo do comportamento estrutural do pavilhão. Foto: (NOJIMOTO, 2011).

Figura 39. Investigação de padrões na membrana. Foto: (NOJIMOTO, 2011).

Figura 40. Estudos com modelos em escala reduzida. Foto: (NOJIMOTO, 2011).

Figura 41. Padrão de fixação da estrutura na membrana. Estudo em modelo de escala reduzida. Foto: (NOJIMOTO, 2011).

Figura 44. Modelo em escala reduzida. Foto: (NOJIMOTO, 2011).

Figura 45. Pavilhão montado. Foto: (NOJIMOTO, 2011).

Figura 43. Processo de montagem do pavilhão. Foto: (NOJIMOTO, 2011).

Ao produzir o protótipo em escala 1:1, percebeu-se um comportamento inesperado dos dois materiais trabalhando em conjunto que não era possível verificar no modelo reduzido. As tensões criadas ao montar o pavilhão gerou uma deformação na estrutura de fibra de vidro, que apesar de estarem previstas em função dos testes em escala 1:2, o resultado final que o pavilhão apresentou extrapolou as próprias previsões feitas sobre esse comportamento.

Na prática, contudo, o *Supple* possuía uma especificidade e comportamentos tão peculiares, que as soluções somente poderiam estar atreladas a esse contexto, recuperando, novamente, o argumento de Rittel (1972) e Schön (1982) que afirmavam que as soluções só ganham sentido dentro de um contexto próprio, elaborado pelos próprios *designers*. Assim, o desenvolvimento do *Supple*, nesse segundo *workshop*, ficou comprometido, em função da equipe reduzida - apenas cinco pessoas - e às diversas atribuições que os tutores e professores assumiram, visto que outros participantes necessitavam de assessoria para o desenvolvimento de seus projetos. Houve ainda uma falta de clareza nos objetivos em esfera coletiva da equipe do *Supple* a serem cumpridos nesse *workshop* em específico. No primeiro *workshop* todos tinham como objetivo montar o pavilhão na escala 1:1, resolvendo certos problemas construtivos nos dias que tínhamos disponíveis. Cada participante estava naquele *workshop* por uma razão específica, mas havia um objetivo evidenciado em esfera coletiva e todos estavam cientes dele. Já no segundo *workshop* os objetivos também eram claros: ao final do *workshop* um pavilhão em escala 1:1 deveria ser montado, e aspectos não contemplados no *workshop* anterior deveriam ser trabalhados. Mas em função de uma equipe reduzida, houve várias divergências ao elencar coletivamente os objetivos prioritários que pudessem ser cumpridos no prazo estipulado e com a quantidade de pessoas disponíveis, sendo que, ao final, o que de fato ocorreu foi uma deliberação individual sobre o que deveria ser realizado e, portanto, os objetivos que antes deveriam ser construídos em esfera coletiva passaram para a esfera individual.

O processo de *design* do *Strings.Supple Pavilion* já no segundo *workshop* já mostrava sinais de desgaste. Se os objetivos desse *workshop* em específico foram divergentes, isso foi apenas um reflexo da falta de articulação e posturas discordantes entre os atores, que já vinha ocorrendo antes mesmo da realização da atividade. Com atores cada vez mais distantes e pouco abertos para o diálogo, suas participações foram naturalmente se encerrando no processo.

3.2. Processo da Ação Fabricação Digital

A Ação Fabricação Digital, que culminou na construção do pavilhão *Slice*, foi uma experiência dentro de um contexto muito específico promovida pelo Nomads.usp em um projeto de políticas públicas chamado “Território Híbridos: meios digitais, comunidades e ações culturais”⁹⁴. Tal experiência teve como objetivo aproximar diversos atores como comunidade acadêmica, moradores do conjunto habitacional “Waldomiro Lobbe Sobrinho” na cidade de São Carlos, indústria, universidades, agentes culturais e poder público em um processo de *design* baseado nos conceitos de *design* paramétrico e fabricação digital cujo produto final seria a produção e execução do *Slice* no conjunto habitacional. Seguindo a estratégia adotada pelo projeto de políticas públicas Territórios Híbridos, que promoveu a aproximação de grupos distintos por meio de ações culturais, a experiência foi estruturada a partir da associação das atividades projetuais com eventos culturais como estratégia para incentivar a discussão acerca dos espaços públicos e sua utilização para atividades culturais. Estamos considerando que o processo abrange desde o planejamento da Ação, até a montagem do pavilhão e os atores são todos os que estiveram envolvidos, de uma maneira ou de outra ao longo do processo, pois entendemos que esse conjunto é um todo articulado cujas interações entre os atores conduziram para o resultado alcançado.

Seguindo o modelo de ação adotado pelo projeto Territórios Híbridos, a Ação Fabricação Digital foi organizada de maneira a alternar entre atividades projetuais e eventos culturais, sendo que as atividades de projeto envolveram principalmente universidades, com a participação de professores e pesquisadores com diferentes papéis no processo, alunos de escolas de arquitetura, arquitetos, e indústrias. Os eventos culturais envolveram os moradores do conjunto habitacional, pesquisadores, agentes culturais, poder público e empresas. Essa ação previa a alternância entre sessões para desenvolvimento do pavilhão e atividades culturais. É importante ressaltar que o projeto Territórios Híbridos já havia feito outras ações culturais na região do conjunto habitacional e nessas ações

94. O projeto de Políticas Públicas Territórios Híbridos foi financiado pela FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. O objetivo desse projeto, realizado pelo Nomads.usp em parceria com a Prefeitura Municipal de São Carlos, é desenvolver ações -piloto para a aproximação de grupos com visões de mundo e realidades distintas através de ações culturais suportadas pelos meios digitais.

foi identificada a falta de espaços para atividades culturais e convivência para uso dos moradores. Somada a essa constatação prévia feita pelos pesquisadores, durante o processo foram colhidas informações junto aos moradores sobre o tipo de atividades eles gostariam de realizar, se houvesse um espaço de livre uso, compondo uma coleta de dados mais específica que permitiu compreender alguns dos desejos das pessoas que na região moram. Essas primeiras impressões também auxiliou a delinear algumas diretrizes de projeto que foram posteriormente utilizadas nas sessões de projeto.

Quando a Ação Fabricação Digital foi estruturada, havia como pressuposto a participação dos moradores no processo de *design*, mas que não se referenciava na ideia de projeto participativo. Como ação cultural, a participação dos moradores tinha como objetivo primário o engajamento com a discussão sobre seus próprios espaços e criar uma relação de pertencimento para com o local onde o futuro pavilhão seria implantado, uma área institucional do conjunto, destinada ao lazer dos moradores, mas que, em função uma condição urbana muito específica, criava uma situação de abandono do local. Como objetivos específicos, a ideia com a Ação era ainda apresentar uma arquitetura de geometria complexa como algo possível e exequível utilizando recursos locais, tanto de materiais quanto humanos.

Assim, para criar, em primeiro lugar, essa relação de pertencimento nos moradores com o local, foi realizada uma atividade cultural, chamada de OCUPA! com apoio do poder público e a participação de agentes culturais. Nesse evento, houve uma preocupação em realizar atividades que, de certa maneira, estivessem relacionadas com o espaço. Assim, o evento promoveu o plantio de árvores, oficina de fotografia, oficina de pipa, entre outras. Além disso, com o intuito de aproximar os moradores com esse processo de geração de geometrias complexas, foi produzida uma espacialidade em meio virtual, utilizando o *Rhinoceros* e o *Grasshopper* e apresentada durante o evento, sendo que os moradores foram convidados a realizar modificações nos valores dos parâmetros para gerar outras

Figura 46. Plantio de árvores. (NOMADS.USP, 2012).

Figura 47. Oficina de fotografia. (NOMADS.USP, 2012).

Figura 48. Oficina de pipa. (NOMADS.USP, 2012).

Figura 50. Morador do conjunto realizando alterações nos valores do script do Grasshopper para gerar geometrias complexas. (NOMADS.USP, 2012).

Figura 51. Visualização da geometria complexa em monitor simulando a futura implantação. (NOMADS.USP, 2012).

Figura 49. Imagens com os pavilhões produzidos pelos moradores ao manipular o Grasshopper. (NOMADS.USP, 2012).

95. Para compreender sobre as interfaces de comunicação utilizadas no projeto Territórios Híbridos, inclusive sobre a interface de comentários, sugerimos leitura do texto “Conversando na rua: a interlocução entre diferenças” (SANTOS, TRAMONTANO, MARQUETO, 2013), no livro *Territórios Híbridos: ações culturais, espaço público e meios digitais*. (NOMADS.USP, 2013).

Figura 52. Visita dos participantes do workshop ao conjunto habitacional da CDHU em São Carlos. (NOMADS.USP, 2012).

espacialidades. Além da geometria complexa, que aparentemente não provocou um estranhamento nas pessoas, foram apresentados pelos pesquisadores do Núcleo alguns exemplos de pavilhões já construídos em diversos lugares do mundo mas com uma qualidade espacial diferenciada utilizando materiais acessíveis e sistema construtivo simples com o intuito de se construir um repertório de possibilidades espaciais para os moradores e comprovar que a geometria complexa do pavilhão não era uma construção distante da realidade brasileira. Esteve disponível também, durante todo o evento, uma interface para comentários⁹⁵, muito utilizada em outras ações do projeto Territórios Híbridos, como um “canal de interlocução” (SANTOS, TRAMONTANO, MARQUETO, 2013), na qual os moradores puderam expressar suas opiniões sobre as atividades que eles gostariam de realizar no local e sobre o próprio evento, sendo que esta interface ainda estava disponível para visualização em uma página da *internet* e no próprio local do evento.

O passo seguinte ao evento OCUPA! foi o desenvolvimento do pavilhão, incluindo seu projeto, produção e construção. Inicialmente, essa atividade foi organizada em um *workshop* imersivo com duas semanas de duração aberto para estudantes de arquitetura, sendo que, entre uma semana e outra havia dois eventos culturais programados a serem realizados com os moradores do conjunto habitacional com o intuito de aproximá-los da atividade projetual e reforçar a noção de pertencimento iniciado no OCUPA! Assim, ao final da primeira semana de *workshop*, haveria um evento cultural para dialogar com os moradores sobre o que estava sendo realizado, e apresentar diversos modelos físicos em escala reduzida do pavilhão e as técnicas de produção pautadas na fabricação digital. Com uma cortadora *laser* os moradores poderiam, inclusive, realizar alguns modelos físicos do pavilhão, entrando, dessa maneira, no universo da arquitetura. Ao final da segunda semana, o pavilhão seria produzido e construído no conjunto com a participação dos moradores, sendo que, uma vez que eles já haviam tido contato com a técnica produtiva e um esquema preliminar de montagem pelos modelos físicos, poderiam auxiliar no próprio processo de montagem. No entanto, os eventos

culturais durante o *workshop* não ocorreram em função de inúmeros fatores que iremos ainda mencionar.

O *workshop*, contudo, foi realizado e contou com a participação de arquitetos e estudantes de arquitetura de vários lugares do Brasil, pesquisadores do Nomads.usp, apoio do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo e do LAPAC - Laboratório de Automação e Prototipagem para Arquitetura e Construção - da Unicamp, além de empresas que forneceram a cortadora *laser* e prestaram serviços de corte para os componentes do pavilhão, e a participação pontual de dois professores da Escola de Engenharia de São Carlos, apenas como consultores para problemas específicos de estrutura.

O programa do *workshop* se assemelhou com o da *Architectural Association* no *Visiting School*. Com a presença de oito participantes além dos pesquisadores do Nomads.usp, o primeiro dia concentrou uma sessão de capacitação *Rhinoceros* e *Grasshopper*, visita ao sítio onde o pavilhão seria montado, apresentação das informações coletadas sobre o conjunto habitacional e sobre os desejos dos moradores para o pavilhão. Em seguida, organizados em duplas, os alunos fizeram uma primeira proposta para o pavilhão e posteriormente, após debate, os alunos foram novamente reagrupados para dar continuidade em duas propostas. Ao final, ambas foram revisadas para se chegar a um único projeto a ser desenvolvido. O processo de definição dos parâmetros e do sistema de construção foi amparado pela construção de diversos modelos em escala reduzida cortadas na máquina de corte a *laser* que estava disponível para a equipe desde o início do *workshop*. Com isso, foram produzidos vários modelos e até mesmo partes do pavilhão para testar algumas soluções de projeto.

Nesse momento, os pesquisadores do Nomads.usp passaram a ser membros da equipe de desenvolvimento do processo, visto que até então haviam se posicionado como observadores passivos. Contudo, quando algumas diretrizes de projeto foram definidas e os esforços

Figura 53. Sessão de capacitação com os aplicativos computacionais. (NOMADS.USP, 2012).

Figura 54. Participantes do *workshop* da Ação Fabricação Digital apresentando suas primeiras propostas. (NOMADS.USP, 2012).

Figura 55. Apresentação das primeiras proposições feitas pelos participantes. (NOMADS.USP, 2012).

passaram a se concentrar em um único projeto, todos os pesquisadores passaram a participar ativamente em um trabalho no qual não foram impostas condições, nem atuações específicas para cada ator, tampouco transmitir uma ideia de que havia um coordenador das atividades pelo qual o projeto deveria passar por sua aprovação. Nesse momento, em que todos passaram a se engajar em um único projeto, houve uma natural organização dos atores em frentes de trabalho, sendo que os mais familiarizados com os programas computacionais, passaram a desenvolver o *script* no *Grasshopper*; outros, que possuíam uma experiência em construção, ou engajamento em buscar soluções para detalhes construtivos, dispuseram-se a resolver os problemas relacionados a encaixes, fixações e fundações desenvolvendo pequenos protótipos e testando materiais; e ainda aqueles que se engajaram em desenvolver a interatividade do pavilhão que seria acoplada à estrutura dele.

Após uma semana de intenso trabalho, a equipe chegou a um pequeno protótipo do sistema construtivo, mas que ainda estava distante de um projeto de pavilhão, ou seja, insuficiente para que os moradores do conjunto habitacional pudessem ter uma visualização mais próxima do que como seria o espaço. A pouca familiaridade com os processos parametrizados, embora quatro membros da equipe já haviam passado pelos *workshops* da *Architectural Association* (dois pesquisadores do Nomads.usp e dois alunos participantes) foi determinante para o não cumprimento dos prazos propostos inicialmente. Com isso, o evento cultural no conjunto habitacional não foi realizado, mas tal decisão não diminuiu os ânimos da equipe e os trabalhos continuaram intensos para que, pelo menos, ele pudesse ser montado no sítio em um evento final.

As frentes de trabalho continuaram a desenvolver suas atividades mas, apesar de haver uma intenção coletiva muito clara de se chegar em um pavilhão montado no conjunto habitacional, prevaleceram os objetivos de cada um em relação ao projeto. Aqueles que se dedicavam ao desenvolvimento do *script* no *Grasshopper* possuíam como objetivo

Figura 56. Modelo para estudo da estrutura. Foto: (NOMADS.USP, 2012).

Figura 57. Estudo para o sistema construtivo adotado. (NOMADS.USP, 2012).

Após várias discussões entre os atores que participavam do *workshop*, chegou-se a uma proposta a ser executada. Esse processo foi amparado pela construção de diversos modelos em escala reduzida cujos componentes foram cortados na máquina de corte a *laser* que estava disponível para a equipe desde o início do *workshop*. Com isso, foram produzidos vários modelos e até mesmo partes do pavilhão para testar algumas soluções de projeto.

Figura 58. Protótipo em construção. (NOMADS.USP, 2012).

Definido o sistema de construção do pavilhão e o material a ser trabalhado – chapa de aço galvanizada - a equipe dedicou-se em desenvolver as fixações entre as chapas metálicas para garantir estabilidade do conjunto como um todo, bem como elementos construtivos para a fundação e ainda elaborar com mais precisão o *script* do *Grasshopper*. Para isso, diversos outros testes foram feitos para verificar o comportamento do material em uma dimensão próxima do 1:1. Essa etapa foi importante para a equipe perceber as reações do material a certas tensões e suas limitações. Ao final da primeira semana de *workshop*, foi construído um pequeno protótipo, ainda sem uma forma ou espacialidade definida, mas que representava o sistema a ser adotado pela equipe na construção do pavilhão como um todo.

Figura 59. Protótipo parcialmente montado. (NOMADS.USP, 2012).

primário preparar os componentes para corte, mesmo que isso significasse uma deliberação própria, sem compartilhar suas decisões em esfera coletiva. A mesma postura ocorreu também com aqueles que estavam se dedicando ao desenvolvimento do sistema interativo, ou aqueles que procuravam resolver alguns dos aspectos construtivos. Dessa forma, as alterações, que eram feitas a partir das decisões de um indivíduo, permaneciam em sua própria esfera de atuação prejudicando a visão do todo. É evidente que as decisões em projeto passam pelo julgamento de um *designer* em específico, conforme já mencionamos no primeiro capítulo. O que se coloca como questão é a deliberação sem o compromisso de compartilhar as decisões em âmbito coletivo.

Contribuindo para essa postura, acrescenta-se a comunicação pouco eficiente dentro da equipe. Se no início do *workshop* todos estavam trabalhando em um mesmo espaço, na segunda metade, as frentes de trabalho se distanciaram em função da necessidade do uso de outras estruturas físicas. Uma forma de minimizar a dificuldade, ou a demora na comunicação entre todos, foi o uso das redes sociais. Nela, cada participante postava informações sobre o andamento do processo e decisões também eram tomadas nessa plataforma. Foi uma instância de comunicação adotada durante o projeto que permitia a rápida comunicação entre todos, incluindo aqueles que realizavam algum trabalho sem computadores, mas que inseriam informações, como fotos e comentários a partir de seus próprios *smartphones*. De fato, essa plataforma deu uma certa agilidade ao processo, além de ter se configurado também um instrumento de registro de tudo que era feito. Contudo, nem todas as decisões ou dúvidas foram inseridas e a disponibilização a informação na rede não significou que todos tenham visualizado e respondido de acordo.

O resultado final do *workshop* foi a montagem parcial do pavilhão em escala 1:1 dentro da universidade, ou seja, o evento que previa a montagem no conjunto habitacional com participação de moradores também não foi realizado. Além dos fatores acima mencionados terem colaborado para o não cumprimento dos objetivos inicialmente propostos, outros também

Figura 60. Modelo em escala reduzida sendo montado. (NOMADS.USP, 2012).

Figura 61. Produção dos componentes do pavilhão em empresa especializada em corte a laser de metais. (NOMADS.USP, 2012).

Figura 62. Montagem do pavilhão. (NOMADS.USP, 2012).

Figura 63. Testes com LED para interação do pavilhão. (NOMADS.USP, 2012).

No protótipo em escala 1:1, o pavilhão como um todo se mostrou muito instável. Para dar mais rigidez ao conjunto, as células deveriam ser menores bem como o vão do próprio pavilhão. Os problemas de dimensionamento, no entanto, poderiam ter sido percebidos com a construção do protótipo em escala 1:2 ou de partes do pavilhão em 1:1. Mesmo com o modelo físico em escala reduzida, tal problema não foi identificado pela equipe, pois os materiais escolhidos e a escala do modelo não forneciam a precisão necessária para uma análise do ponto de vista estrutural. Ao final do *workshop*, o pavilhão não foi montado por completo e, ao invés de ser montado no conjunto da CDHU, foi montado no IAUUSP, utilizando a própria sede do Nomads.usp como suporte estrutural, visto que ele foi montado parcialmente.

Em paralelo ao desenvolvimento do pavilhão, foi iniciado também estudos sobre possibilidade de interação que ele poderia apresentar. Alguns dos participantes assumiram o desenvolvimento do comportamento do pavilhão utilizando a plataforma *Arduino* para captar ondas sonoras e usá-las como *input* para alimentar os comportamentos da matriz de LED.

Figura 64. Processo de montagem do pavilhão. (NOMADS.USP, 2012).

contribuíram para tal resultado. Entre eles, em função do curto prazo, alguns procedimentos, que posteriormente se mostrariam essenciais para o processo, foram sobrepostos ou excluídos, como a produção de um modelo físico em escala 1:2 com o material escolhido, a chapa de aço galvanizado. Com esse modelo, que inicialmente estava previsto no processo, incompatibilidades estruturais e problemas com detalhes construtivos poderiam ter sido verificadas. Além disso, os atores se depararam com a dificuldade em elaborar um projeto de montagem do pavilhão. Como todos os componentes foram cortados em uma máquina de corte a *laser*, era necessário desenvolver documento que auxiliasse na montagem do pavilhão em escala 1:1 para total compreensão de como efetuar os encaixes e ainda um modelo em escala reduzida. No entanto, este, realizado com papel, foi sendo produzido quase que simultaneamente ao próprio processo de montagem, portanto, as dificuldades na montagem foram percebidas praticamente ao mesmo tempo tanto no modelo reduzido quanto no pavilhão em 1:1.

Em função do resultado obtido no *workshop*, a atividade relacionada com o projeto, produção e construção do pavilhão foi prolongada, realizando as devidas revisões. Porém, ao invés de envolver alunos de arquitetura de outras instituições, a continuidade do processo contou com a presença de pesquisadores do Nomads.usp e três alunos do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, totalizando em torno de seis a oito pessoas, dependendo do estágio de desenvolvimento. Os prazos também foram mais extensos e a proposta era construir um modelo em escala 1:2, ou seja, o procedimento que havia sido excluído durante o *workshop*, e com o mesmo material que seria utilizado na escala 1:1, com chapas de aço galvanizado. Nessa continuidade, o grupo constituído possuía uma homogeneidade de conhecimentos (SOARES, 2013) devido à formação acadêmica equivalente de seus membros. As frentes de trabalho também eram constantemente trocadas entre os participantes (SOARES, 2013) como uma tentativa de minimizar a especialização em uma atividade apenas e, com isso, evitar a visão parcial do projeto, situação identificada durante o *workshop* anterior.

Figura 65. Revisão do projeto do pavilhão no *Grasshopper*. (NOMADS.USP, 2012).

Figura 66. Equipe formada por alunos de arquitetura do IAUUSP. (NOMADS.USP, 2012).

Figura 67. Montagem do pavilhão em escala 1:2. (NOMADS.USP, 2012).

Figura 68. Montagem do pavilhão. (NOMADS.USP, 2012).

Após o workshop foi realizada a revisão do pavilhão com a participação de pesquisadores do Nomads.usp e de alunos da graduação do IAUUSP. Na revisão, o tamanho das células foi diminuído e a fixação entre as chapas reforçada. Porém os materiais e o sistema construtivo como um todo foi mantido. O pavilhão foi, ao final, construído na escala 1:2. Os comportamentos do pavilhão utilizando ondas sonoras como *input* e sinal luminoso como *output* não foram contemplados nessa etapa do processo.

Figura 69. Pavilhão em escala 1:2 finalizado. (NOMADS.USP, 2012).

Embora não tenha cumprido de fato com seu objetivo inicial, ou seja, a montagem no conjunto habitacional e com a participação dos moradores, a Ação Fabricação Digital, se mostrou bem sucedida em um aspecto, e que foi fundamental para um o projeto de políticas públicas como o Territórios Híbridos. Para a realização de tal ação foi necessário a construção de uma rede de agentes colaboradores, que se constitui como um sistema complexo com constantes interações entre seus elementos (NOJIMOTO; SOARES; VENTURA; TRAMONTANO, 2013), evidenciando, portanto, que a cadeia de relações vai muito além dos atores que somente se dedicam à concepção projetual de um espaço. A análise do processo *Strings. Supple Pavilion* e da Ação Fabricação Digital se dará nesse âmbito, da formação das redes de colaboração pelos indivíduos, utilizando como base conceitos da Cibernética, Teoria Geral dos Sistemas e o campo dos sistemas complexos para compreendermos a natureza de tais redes, identificando as fragilidades e as potencialidades de ambos processos e confrontando-os com os resultados obtidos.

3.3. Visualizando uma constelação

Existem vários e diversos modelos que podem ser utilizados para entendermos os sistemas complexos, conforme mencionamos no capítulo anterior, como as simulações MAS. Contudo, não é nosso intuito fazer análises a partir de modelos matemáticos específicos. A intenção não é quantificar os processos de *design* vivenciados a partir de equações matemáticas que, ao final, pouco irão nos fornecer em relação às suas propriedades emergentes. Conforme explicitamos no capítulo anterior, simulações e modelos matemáticos podem ser eficientes para entender o comportamento de alguns sistemas, mas quando tratamos da análise de grupos, não se mostra como os instrumentos mais eficientes (SAWYER, 2009) uma vez que as variáveis são ditadas por um observador externo. Vamos analisar os processos das experiências que participamos a partir dos conceitos apresentados no capítulo anterior, porém considerando que a posição dos observadores dos processos seguem os princípios

da Cibernética de Segunda Ordem, ou seja, os observadores, no caso os pesquisadores, são também os atores que participaram dos processos. No entanto, iremos apresentar diagramas, que ilustrariam os processos de *design* pelas inter-relações entre os atores, elaborados por aplicativos computacionais, mas compreendendo que eles não são suficientes para entender os processos em seus mais variados aspectos. Eles nos mostram, contudo, a quantidade de atores envolvidos ao longo do tempo, sendo assim importante para visualizarmos a abrangência que os processos apresentam a partir da presença deles.

Assumindo, portanto, que o processo de *design* deve ser dotado de complexidade para ser capaz de gerar emergências, para entendê-lo melhor vamos partir de uma estrutura que irá nos conduzir pelas análises, cientes, no entanto, de que se trata apenas de uma ilustração que permitirá a visualização de alguns aspectos, como por exemplo a quantidade de atores e parcialmente a diversidade presente neles. Muitos dos autores já mencionados no capítulo anterior (MITCHELL, 2011; PAGE, 2011; JOHNSON, 2010) entendem que grupos sociais se estruturam em redes complexas (*networks*). Para Barabási (2003), Lima (2011), Mitchell (2011), na verdade, as redes complexas estão em todos os lugares. O fascínio pelas redes complexas ganhou força principalmente com a *World Wide Web*, pois, segundo Barabási (2011) foi a partir dela que pesquisadores passaram a se interessar pelas análises de grandes redes. Mas as origens das estruturas em rede, ou pelo menos de sua visualização, podem ser vistas séculos atrás, conforme Lima (2011) indica ao traçar um histórico para o estudo das redes complexas sob a perspectiva das possibilidades de suas representações. Se hoje podemos estudar as redes complexas graças às tecnologias digitais que permitem o processamento de grande quantidade de informação para fazer simulações de comportamento, há centenas de anos atrás o modelo que mais se aproximaria da estrutura complexa da rede era a árvore da vida, muito utilizada para categorizar e classificar conteúdos como, por exemplo, a Enciclopédia de Diderot e d'Alembert (LIMA, 2011).

No entanto, o modelo da árvore da vida que não dava conta da complexidade que os sistemas apresentavam, uma vez que sua estrutura é altamente hierárquica, autoritária e totalitária, ou seja, não seria o mais adequado para representar algumas das organizações observadas, e, sendo assim, conforme Lima (2011) esclarece, novos modelos precisaram ser elaborados. Mas como Mitchell (2011) nos lembra, o estudo das redes, até algumas décadas atrás, não era um campo unificado e muitos modelos que seguiam tal estrutura eram investigadas sob a denominação de outros nomes, como a teoria dos grafos - que inclusive é considerado o precursor do estudo das redes complexas -, da topologia, das redes neurais e das redes econômicas apenas para mencionarmos alguns exemplos, e como vimos no capítulo anterior, são teorias e modelos que foram incorporados no contemporâneo campo de estudo dos sistemas complexos.

Uma rede complexa (*network*), em poucas palavras, é um conjunto de nós conectados (MITCHELL, 2011). Os nós podem ser de naturezas distintas, como os neurônios, as formigas, *websites* e assim por diante. As conexões também possuem características específicas conforme os nós. Para os *websites*, as conexões são os *hyperlinks*, para as formigas, a troca de feromônios, para os neurônios, impulsos elétricos, e para o processo de *design*, seriam as trocas de conteúdos entre os atores, não necessariamente sobre o produto a ser desenvolvido, gerando condutas diversas. No entanto, embora uma rede complexa seja compreendida de nós e conexões, o foco de investigação dos pesquisadores que se dedicam a estudar as redes complexas não são os nós em si, mas sim as conexões. É o que Barabási (2003), reforçado por Mitchell (2011), chama de *network thinking*, ou seja, observar as relações entre as entidades de um sistema e não a entidade em si (MITCHELL, 2011). Lima (2011) concordando com Barabási (2003) e Mitchell (2011) sobre o foco nas relações entre os nós faz a seguinte observação sobre o *network thinking*:

A conexão complexa dos tempos modernos requer novas ferramentas de análise e exploração, mas acima de tudo, ela demanda uma nova maneira de pensar. Ela demanda

um entendimento pluralista do mundo que é capaz de visionar o plano estrutural mais amplo e, ao mesmo tempo, examinar a intrincada massa de conexões entre seus menores elementos. Em última análise, ela clama por uma abordagem holística dos sistemas; clama por um pensamento em rede.⁹⁶ (LIMA, 2011, p. 45-46, tradução nossa).

96. Do original em inglês: *"The complex connectedness of modern times requires new tools of analysis and exploration, but above all, it demands a new way of thinking. It demands a pluralistic understanding of the world that is able to envision the wider structural plan and at the same time examine the intricate mesh of connections among its smallest elements. It ultimately calls for a holistic systems approach; it calls for network thinking"*. (LIMA, 2011, p. 45-46).

Não estamos sugerindo que o processo de *design* seja equivalente a uma colônia de formigas em termos de inter-relações entre atores, pois se assim fosse, estaríamos assumindo uma isomorfia para as leis que poderiam reger tanto comportamentos de colônias de insetos com grupos sociais o que, certamente, seria um equívoco. Aliás, muitos estudos do contemporâneo campo dos sistemas complexos caem na cilada de aplicar modelos e fórmulas matemáticas para explicar qualquer comportamentos de qualquer sistema, conforme vimos no capítulo anterior em Sawyer (2009) sobre estudos de grupos sociais e em Alexiou e Zamenopoulos (2010) sobre processos de *design*. O pensamento em rede reforça a importância das conexões, mas não é possível entender o sistema unicamente por elas, principalmente comportamentos de grupos sociais, uma vez que as entidades, ou os atores que estão no sistema, determinarão os modos como as relações ocorrerão, o que implica que suas características, sejam elas quais forem, influenciarão diretamente nesses modos.

No entanto, vamos recorrer à visualização de redes complexas, possibilitada por aplicativo computacional, para entendermos como a questão da diversidade por contribuir para o processo de *design*. Com tal aplicativo é possível construir redes complexas com inúmeros nós e conexões e marcar a presença e a ausência de nós ao longo do tempo. Dessa maneira, criamos as redes formadas pelos atores que participaram dos processos de *design* do *Strings.Supple Pavilion* e da Ação Fabricação Digital. As redes, tal como apresentamos, são formadas por todos os atores e suas inter-relações durante o período de tempo que duraram os processos, mas essa rede é dinâmica sendo que atores distintos entraram

e saíram do processo diversas vezes.

As conexões entre os atores apresentadas na rede, no entanto, possui suas limitações. Alguns atores, por exemplo, já mantinham algum tipo de contato antes mesmo de entrarem para o processo de *design*. Porém, não estamos desconsiderando as relações prévias existentes entre alguns atores. Ao contrário, assumimos que elas também desencadeiam alterações no processo uma vez que, em uma relação já estabelecida, a conversação, no sentido paskiano, pode atingir níveis de discurso mais complexos com muito mais facilidade em função de alguns tópicos já estarem estabilizados para os atores. Porém, mapear todas as relações anteriores ao processo de *design* pode se tornar uma cadeia sem fim, pois deveríamos incluir também indivíduos que não estiveram presentes no processo, mas que podem ter contribuído de alguma maneira. Nos *workshops* da *Architectural Association School of Architecture*, por exemplo, alguns dos participantes estiveram presentes no primeiro *workshop* e no segundo. No entanto, no primeiro, não estavam envolvidos com o *Strings Pavilion*, não havendo uma conversação sobre esse projeto em específico. Houve sim, uma troca de informação em sentido amplo, sobre outros assuntos e questões, mas não sobre o projeto em si. Portanto, em um primeiro momento, ele pode não ter sido um ator diretamente envolvido, uma vez que não havia um comprometimento dele para com o que estava sendo desenvolvido, mas pode ter contribuído em algum aspecto fornecendo referências ou ideias que, de alguma maneira, instigara os atores do processo. Mas, foi em função do contato estabelecido no primeiro *workshop*, que esses indivíduos tornaram-se atores no segundo, com o comprometimento de desenvolver o produto. Além disso, a presença dos atores vai se alterando ao longo do tempo bem como a intensidade das relações, pois em certos momentos os atores podem estar mais próximos de outros e em seguida se distanciar, dependendo da atividade.

O aplicativo computacional utilizado auxilia ainda na visualização de todos os atores envolvidos. Permite que algoritmos possam ser aplicados para

que dados possam ser visualizados em maiores detalhes, como, por exemplo, o grau de conectividade de cada nó da rede ou ainda o peso que a intensidade das relações refletem no sistema. Todos esses dados poderiam ser aplicados para os processos de *design* que estamos analisando, mas não acrescentaria informação relevante, uma vez que muitas propriedades que julgamos importantes e que influenciam no processo não são contempladas pelo aplicativo. Além disso, em se tratando de uma observação dos processos de *design* por um olhar da Cibernética de Segunda Ordem, ou seja, dos pesquisadores como parte do sistema e também como atores, há uma parcialidade impressa que não pode ser ignorada. Portanto, o aplicativo foi utilizado como um visualizador dos múltiplos atores nos processos em análise, porém sem o comprometimento de extrairmos dados específicos visto que eles não responderiam com precisão nenhuma questão que poderíamos fazer aos sistemas e, além disso, não englobaria o que de fato precisamos entender sobre os processos.

Assim, apenas para elencarmos a diversidade de atores nos processos, no *Strings.Supple Pavilion* mencionamos a presença de pesquisadores do Nomads.usp, estudantes de arquitetura, arquitetos, *designers*, professores e tutores da AA, curador do FILE, curador da Bienal de Arquitetura, empresas fabricantes de corte a *laser* e *CNC router*, agente cultural, advogados, escolas de samba, empresas de consultoria em instalações temporárias, engenheiros, cenógrafos e escritórios de arquitetura. Já na Ação Fabricação Digital listamos a presença de: pesquisadores, moradores do conjunto habitacional, arquitetos, estudantes de arquitetura, engenheiros, agentes culturais, representantes do poder público, empresas fabricantes de máquinas de corte a *laser*, empresas prestadoras de serviço em corte a laser, coletivos artísticos e empresas fornecedoras de materiais. Há que se considerar ainda que tanto o processo do *Strings.Supple Pavilion* e a Ação Fabricação Digital ocorreram em ambiente acadêmico e com caráter experimental, portanto, essa amostra dos atores envolvidos é ainda uma parcela muito pequena frente ao desenvolvimento de um aparato híbrido em um contexto profissionalizado.

Figura 70. A rede contempla todo o período do processo de *design* do *Strings Supple Pavilion*, sendo que os nós da rede são os atores cujas atuações foram dinâmicas ao longo do processo, ora entrando e saindo dele, ora aproximando-se ou afastando-se de outros atores. As conexões entre eles referem-se a situações de diálogos estabelecidas. Porém, a dificuldade de representar essas relações reside principalmente no fato de que há muitas outras conexões nessa rede, às vezes geradas por outros contextos, além da intersecção de distintos universos difíceis de representados em um diagrama como esse. Contudo, ele nos fornece uma visualização, mesmo que parcial, da constelação de atores. (NOJIMOTO, 2014).

Figura 71. Rede da Ação Fabricação Digital que procura contemplar o envolvimento dos atores desde o planejamento da ação, incluindo portanto, poder público, moradores da CDHU, empresas, agentes culturais, pesquisadores e estudantes de arquitetura. Assim como no gráfico anterior, a rede abrange todo o período considerado como parte do processo de *design*, sobrepondo as atuações, mesmo sendo temporárias. As conexões também foram geradas a partir da identificação de diálogos entre atores, lembrando que se trata de uma observação parcial. Contudo, difícil construir essas conexões fora do contexto do processo de *design* e conforme já evidenciamos no capítulo anterior, essas relações estão para além de uma questão apenas relacionada ao projeto em si. Mas a visualização da presença dos atores no processo reforça a ideia da necessidade de se criar condições para diálogos e com isso aproximá-los. (NOJIMOTO, 2014).

97. Do original em inglês:
“Only entities that function well within the system survive. This process of selection of the entities in a complex system can be thought of as a form of assembly. By that I mean, the system does not contain agents foresight or intention who put the pieces in place. Ecosystems self-assemble. Other systems, such as organizations are assemble deliberately with a specific purpose in mind. Market economies and political systems lie in between. They self-assemble to some extent, and they're also partly assembled. In social systems actors - government and other large organizations - structure interactions and incentives so as to alter the assembly process.”
(PAGE, 2011, p. 45).

3.3.1. Compondo os processos

Não podemos afirmar que os processos de *design* tanto da Ação Fabricação Digital como no *Strings.Supple Pavilion* sejam resultados de uma organização espontânea dos atores. Aliás, nenhum processo de *design* poderia se montar sozinho. Page (2003), por exemplo, afirma que existe, em sistemas de qualquer natureza, um processo de seleção de suas entidades, ou seja, um processo de separação de quem ou o que sobrevive ou não no sistema. Esse processo de seleção pode ser feito pelo próprio sistema, o que o levaria a uma situação em que ele mesmo pode se montar (*self-assembly*) ou pode ser uma estratégia deliberada para atender determinados fins e, nesse caso, o sistema é montado por outras instâncias. Mas como Page (2003) também nos avisa, somente ecossistemas tem a capacidade de montar a si próprio pela seleção de entidades que apresentam um bom desempenho. Os demais como as organizações sociais são estruturas montadas, ou parcialmente montadas, mas que podem alterar seu processo de montagem a partir das interações entre as entidades. Ou seja, os processos de *design* não se iniciam por um agrupamento espontâneo dos atores. Eles são montados, ou seja, há uma condição inicial que posteriormente poderá haver um rearranjo organizacional.

Apenas entidades que funcionam bem no interior do sistema sobrevivem. Este processo de seleção das entidades em um sistema complexo pode ser pensado como uma forma de montagem. Isso significa que o sistema não contém agentes que preveem ou possuem a intenção de colocar as partes no lugar. Ecossistemas montam-se sozinhos. Outros sistemas, tais como organizações, são deliberadamente montados com um propósito específico em mente. As economias de mercado e os sistemas políticos se encontram em uma posição intermediária. Eles tanto se montam sozinhos, até certo ponto, como também são montados. Nos sistemas sociais, os atores - governo e outras grandes organizações - estruturam interações e incentivos de modo que possa alterar o processo de montagem.⁹⁷ (PAGE, 2011, p. 45, tradução nossa).

Para Page (2003) o fato dos sistemas serem montados com algum propósito é um empecilho para fazer as análises dos sistemas. Afinal, como incorporar esse dado sobre a seleção de entidades nas análises do comportamento do sistema? Mas o autor se dedica a análises matemáticas e nós estamos realizando uma análise que não parte de verificação ou simulação matemática, mas sim conceitos aplicados aos processos de *design*. Os sistemas que compõem as experiências que estamos analisando foram, sem dúvida, montados a partir da escolha dos atores que teriam, à princípio, uma atuação específica para cumprir um propósito inicial. No entanto, rearranjos organizacionais nas experiências puderam ser identificados quando esses atores passaram a se inter-relacionar entre si.

No processo da Ação Fabricação Digital, por exemplo, o *workshop* de projeto e a construção do pavilhão *Slice* envolveu estudantes de arquitetura que se inscreveram em tal atividade. De início, havia um arranjo entre os atores, que exigia o trabalho em duplas e em seguida com quatro pessoas, intencionalmente proposto pelos pesquisadores/atores para que mais ideias pudessem surgir das relações entre eles. Porém, por uma perspectiva conversacional, o nível de discurso alcançado nesse primeiro momento não pode ser considerado como algo significativo, uma vez que muitos dos participantes não se conheciam, portanto, as ideias apresentadas ainda se mostravam muito imaturas. Em seguida, todos os atores passaram a trabalhar em conjunto, inclusive os pesquisadores e sem a imposição de qualquer tipo de arranjo entre eles ou definições específicas para frentes de trabalho. Os próprios atores se rearranjaram, e passaram a assumir para si certas responsabilidades em relação ao pavilhão. Dessa maneira, as frentes de trabalho foram surgindo conforme cada ator ia se propondo a desempenhar certas atividades. Contudo, se essa iniciativa dos atores refletiu em um determinado arranjo entre eles, não significa que tenha sido uma consequência positiva. Foi um arranjo que culminou em descompasso conversacional entre os atores, em diversos momentos, quando conceitos não chegaram a alcançar níveis de discurso mais complexos.

Em um segundo momento de produção do *Slice*, quando foram chamados apenas três alunos do Instituto de Arquitetura e Urbanismo para comporem a equipe juntamente com pesquisadores do Nomads. usp, houve um resultado positivo, enquanto produto. A montagem e a interlocução entre atores foram uma exigência dos pesquisadores. Assim, todos, sem exceção, assumiram diferentes atuações no processo para permanecerem cientes do que estava sendo desenvolvido e, dessa maneira, evitar incompatibilizações. Seria uma forma de se estabelecer uma diálogo para permitir um alinhamento dos processos exigidos em cada atuação e com isso, estimular fenômenos emergentes. No entanto, Soares (2013), em sua Dissertação de Mestrado, faz uma análise desse processo e afirma que nesse momento a equipe era um todo homogêneo, ou seja, os participantes, segundo ele, compartilhavam de um mesmo universo acadêmico e portanto, a troca de informação entre eles não trazia nenhuma novidade ao processo e, conforme já mencionamos no capítulo anterior, a diversidade é uma condição para fenômenos emergentes em sistemas. Além disso, a montagem do processo era rígida e não permitia que novas frentes de trabalho surgissem ou que os atores pudessem se posicionar voluntariamente entre elas, tornando ainda mais difícil qualquer tipo de emergência.

No processo do *Strings.Supple Pavilion*, algo semelhante ocorreu em determinados momentos. No *workshop HIGH-LOW*, a equipe foi montada segundo sugestão dos professores e tutores que avaliaram os projetos e os rearranjaram conforme afinidades de conteúdo. A equipe, composta por cinco pessoas, começou assim a desenvolver o que se tornou o *Strings*. Após a montagem da equipe, as frentes de trabalho foram assumidas voluntariamente, na qual cada ator se posicionou em função de interesses e habilidades. Porém, ao assumir a continuidade no desenvolvimento do pavilhão, que passou a se chamar *Supple*, novamente a equipe foi montada, em um primeiro momento envolvendo poucos atores em um trabalho esporádico, e posteriormente, através da estrutura dos tradicionais *workshops* da AA, incorporando, por curtos períodos de tempo, outros atores. Entre um *workshop* e outro, os papéis

que cada ator deveria desempenhar não foram evidenciados desde o início, resultando em total descompasso nas atividades que deveriam ser realizadas ao longo do processo. No entanto, somente em decorrência da realização do primeiro *workshop* para o desenvolvimento do *Supple*, frentes de trabalho foram previamente estabelecidas e com isso os atores puderam se alinhar conforme seus interesses e objetivos. Apesar de haver frentes de trabalho que deveriam ser cumpridas no *workshop*, não significou um enrijecimento nos papéis dos atores presentes, pois alguns se engajaram em diversas frentes de trabalho, uma vez que a permanência em um certo grupo de desenvolvimento não era uma condição exigida, permitindo, de certo modo, uma visão um pouco mais ampliada do que estava sendo desenvolvido. Mas isso não significou mais interlocução e troca de ideias entre os atores, pois as discussões seguiam uma ordem operacional e técnica que haviam sido propostas previamente, antes do próprio *workshop*, e impostas para os outros atores, limitando seu nível de debate e de interferência.

3.4. Diálogo como base

As instâncias de conversação ocorreram pontualmente ao longo dos dois processos. Eventualmente ocorriam com alguns dos atores, mas a maioria das atividades e ações realizadas e decisões tomadas, não resultaram de uma conversação que abrangia a esfera do coletivo. Assim, muitos tópicos da conversação não se desenvolveram para níveis de discurso mais complexos. O descompasso nas conversações ficou muito evidente em diversos momentos. No *workshop* da Ação Fabricação Digital, a falta de discussão sobre alguns aspectos do produto a ser desenvolvido, no caso o pavilhão *Slice*, culminou em ações e decisões partindo de um ponto de vista de um ator, ou de poucos atores. Assim, ao desconsiderar a interlocução em esfera coletiva, desencadeou uma série de problemas que, ao final, refletiram no próprio produto. Além disso, apesar de alguns atores assumirem para si certas responsabilidades, conforme já mencionamos, e de terem promovido um certo arranjo do processo,

permaneceram em suas funções até o final, não se manifestando na esfera de atuação de outro ator, tampouco mostrando interesse em entrar no universo do outro. Um exemplo que podemos mencionar foi o papel de desenvolvimento de detalhes construtivos pela produção de pequenos protótipos que um ator acabou se mostrando disposto a assumir. Ele teve a iniciativa, porém, permaneceu nessa atividade até a construção do pavilhão, sem procurar entender os processos de um outro ator engajado em outro papel, como aquele que se empenhou em desenvolver o *script* do *Grasshopper*, que também permaneceu nessa esfera de atuação até praticamente o final do *workshop*. Quem desenvolveu as interações do produto também passou a maior parte do tempo somente dedicado à sua atuação não demonstrando interesse em saber sobre o andamento ou ainda de se colocar no papel de outra pessoa, situação que inclusive é permitida pela Teoria da Conversação de Pask quando este sugere a existência dos Indivíduos Psicológicos.

Alternar funções no processo entre atores que desempenham funções no âmbito da arquitetura não se mostra, no entanto, uma tarefa difícil, afinal, há um compartilhamento de certos procedimentos que são próprios da arquitetura. Contudo, realizar uma interlocução, em sentido conversacional, que extrapola os próprios universos para alcançar um estágio na qual é necessário chegar a entendimentos sobre procedimento e com isso assumir diferentes papéis no processo, não se constitui em tarefa fácil tampouco simples. No *workshop* da Ação Fabricação Digital, foi possível verificar algumas interlocuções entre atores que atuam em esferas distintas, que, se não alcançaram um estágio mais complexo, pelo menos foi uma iniciativa que posteriormente poderia se desenrolar e apresentar, de fato, novas ideias e talvez até novas organizações para o processo. Um desses momentos ocorreu com a inclusão dos atores da empresa de corte a *laser* de chapas metálicas. Eles não estiveram presentes desde a concepção do pavilhão, situação que seria a mais desejável por iniciar uma troca de informação mais constante e por um período de tempo maior, aumentando as chances de emergência. A atuação foi pontual, mas houve uma abertura para compreender minimamente do

que se tratava o projeto e o papel deles, uma vez que a área de atuação da empresa era muito distante do universo da arquitetura. Portanto, com essa postura, os atores chegaram a um entendimento, no sentido conversacional proposto por Pask (1975, 1976), marcando uma ocasião de estabilização de assuntos, ou tópicos, como Pask menciona. Isso foi possível em função de um posicionamento dos atores que representam a empresa em entender a esfera da arquitetura e também dos atores da área da arquitetura procurando compreender os processos produtivos da empresa. Se a interlocução não chegou a estágios mais elaborados, foi em função de prazos curtos e da não inclusão desse ator em um momento anterior. Porém, o processo conversacional não se encerra com o produto pronto. Equipes de trabalho, quando avaliam positivamente a participação de cada ator, tendem a realizar outros projetos em conjunto. Assim, se em um primeiro momento foi necessário alinhar vários conceitos para se chegar a entendimentos sobre determinados assuntos, em um segundo momento os atores podem atingir níveis mais elaborados de discussão e assim por diante.

Em um outro momento de intercâmbio de atores no processo, ocorreu pelas trocas presenciadas entre pesquisadores/arquitetos do Nomads. usp e os moradores do conjunto habitacional onde o pavilhão seria implantado. Embora sem incorporar a conversação paskiana como método, as atividades realizadas no conjunto habitacional e com os moradores podem ser lidas pela Teoria da Conversação. Na ação Fabricação Digital, os pesquisadores não se tornaram residentes do conjunto, mas procuraram compreender o universo dos moradores através de conversas informais, entrevistas e até mesmo com as ações culturais ocorridas mesmo antes do planejamento da Ação Fabricação Digital. Inclusive, foi nessa tentativa de compreender o universo dos moradores, que surgiu a ideia de construir no local um pavilhão para atividades diversas. O inverso também ocorreu com os moradores durante o evento OCUPA! já apresentado neste capítulo. Para esse evento, os pesquisadores prepararam um *script* de *Grasshopper* que sugeria uma certa espacialidade para o pavilhão e que os moradores poderiam manipular os parâmetros formais e visualizar

um espaço de geometria complexa. Com isso, os moradores puderam entender um pouco do universo da arquitetura, para assim, realizar trocas conversacionais das quais ideias novas pudessem emergir. A ação programava ainda o uso de máquinas de corte a *laser* e uma CNC *router* no conjunto habitacional de maneira que os moradores pudessem produzir modelos físicos em escala reduzida do pavilhão e ainda visualizar a produção dos componentes em escala 1:1. No entanto, esta etapa acabou não se concretizando, mas ela se mostra como uma outra possibilidade de aproximar os moradores da esfera da arquitetura.

No processo do *Strings.Supple Pavilion*, a interlocução foi mais fluída no primeiro *workshop*. Os pesquisadores do Nomads.usp que integravam a equipe, já tinham um processo conversacional iniciado muito anteriormente ao projeto do pavilhão, em função das atividades de pesquisa das quais participavam. Portanto, as ideias que moldaram conceitualmente o pavilhão são resultado de um nível de discurso mais complexo, na qual princípios da teoria dos sistemas e da Cibernética já eram temas presentes no contexto de pesquisa, assim, em um sentido paskiano, esses assuntos já eram parte de uma esfera comum de entendimento aos dois pesquisadores. Nos *workshops* seguintes e entre um *workshop* e outro, a conversação não alcançou níveis mais elaborados de discussão, sendo que, ao final, o que verificamos foi um constante redesenho do mesmo, principalmente pela não admissão em abrir para um diálogo que permitisse o surgimento de novas ideias. Se no momento do desenvolvimento do *Strings* cada ator havia compreendido seu papel no processo e se mostrava aberto para entender os processos de tomada de decisão de cada um, quando o projeto passa a ser denominado por *Supple*, há a inclusão de vários atores, em sua maioria pertencente ao universo da arquitetura, mas sem uma definição muito clara do papel que deveria desempenhar no processo. Assim, aliando a falta de definição sobre a atuação de cada ator com o fechamento para o diálogo, o processo não chegou a atingir uma discussão mais abrangente sobre o pavilhão, ficando restrito a soluções e estratégias que pouco contribuíram para a ampliação de referências e o surgimento de novas ideias.

É possível afirmar que a dificuldade de se estabelecer uma conversação entre os atores foi decorrência de uma postura que priorizava a construtibilidade do produto, no caso o *Supple*, pela exigência imposta pelos professores da AA de se ter, ao final, um pavilhão construído em escala 1:1 que pudesse representar a qualidade dos *workshops*. Portanto, o processo do *Strings.Supple Pavilion* ficou submetido a interesses e objetivos pautados apenas pela busca de um resultado positivo que fosse, principalmente, representativo do esforço da AA em disseminar seus métodos e estratégias pelo programa *Visiting School* e, dessa maneira garantir e defender sua manutenção. Certamente que, em uma condição na qual há clientes e cobranças, esse posicionamento em relação aos atores que participam do processo e o fechamento para discussão é muito recorrente, afinal é preciso cumprir com os compromissos assumidos em um prazo determinado, sem contar outros fatores. Assim, não há espaço para debates mais elaborados e, portanto, a busca por soluções e ideias inovadores não faz parte do escopo de projeto. No entanto, o processo do *Strings.Supple Pavilion* não estava sujeito a esse tipo de condição e em uma instituição que prima pela inovação, novos métodos e procedimentos para o universo da arquitetura e onde o próprio Pask lecionou, parece ser uma contradição focar em resultados ao invés de processos mais colaborativos e conversacionais.

Assim, mostra-se importante estabelecer inicialmente alguns papéis a serem desempenhados pelos atores, a partir de um processo conversacional, alinhando com objetivos e interesses de cada um e posteriormente, ao longo do processo, permitir e garantir o diálogo entre eles tanto do ponto de vista de conteúdos como também, e principalmente, dos procedimentos que são inerentes de cada papel para que cada ator consiga compreender os distintos universos que compõem o processo de *design*. De um ponto de vista aplicado, essa conversação em termos de procedimentos, que permite que um ator passe a atuar sob outro papel, pode ocorrer quando um arquiteto, através da compreensão de procedimentos dos cálculos estruturais que alguns aplicativos computacionais podem fornecer, consegue visualizar

comportamentos estruturais de uma edificação e com isso, articular em outro nível de discurso, com o engenheiro. Essa é uma observação feita por Friesen (2012) ao comentar a importâncias que as tecnologias digitais imprimem para os processos de *design* e mencionado no capítulo I. Mas se o arquiteto pode entrar no universo de procedimentos do engenheiro, porque o contrário não deveria ocorrer? Assim o engenheiro também deveria compreender os procedimentos que levam o arquiteto a realizar sua proposição espacial e com isso articular melhor, inclusive, com suas proposições em termos de estrutura da edificação. Não estamos, no entanto, sugerindo que arquitetos dispensem engenheiros e estes dispensem os arquitetos. Também não estamos sugerindo que arquiteto possa ou deva ter o domínio das competências que cabem ao engenheiro. Trata-se de adquirir um conhecimento de procedimentos de campos de atuação distintos a fim de elevar a discussão a outros patamares admitindo que ela possa conduzir a soluções inovadoras.

A circulação da informação torna-se fundamental para os processos dialógicos. Tanto no processo do *Strings.Supple Pavilion* quanto na Ação Fabricação Digital, se a informação estivesse mais visível para os atores, muitas das incompatibilidades identificadas poderiam ter sido sanadas. Além disso, a circulação da informação não possui apenas a função de informar também de adotar soluções em esfera coletiva, e de modo dialógico. Os meios digitais podem, certamente, assumir a tarefa de tornar evidente e visível a informação, bem como se constituir como o espaço para o diálogo entre atores. Contudo, ressaltamos que a simples disponibilização da informação não garante que ela chegará ao receptor, sendo que é necessário associar a visualização com a postura aberta para o diálogo, uma vez que nada garante que ela chegará a um outro ator, e mesmo que chegue, esse ator pode escolher entre ignorar ou não a mensagem recebida. Uma situação ocorrida na Ação Fabricação Digital comprova que somente o acesso à informação não garante sua circulação. No período de planejamento da Ação, todas as informações eram inseridas em uma plataforma colaborativa e todos os envolvidos, inclusive atores do poder público, tinham livre acesso para visualização e

edição. Foi percebido, no entanto, a inserção de uma enorme quantidade de informação, mas que poucas pessoas de fato utilizavam para ver o andamento do processo. O procedimento padrão adotado foi, ao final, perguntar com frequência para alguns atores, geralmente os mais envolvidos no processo, o que deveria ser feito, como deveria ser realizado e como estava o andamento das atividades. Portanto, sem uma postura dialógica, podemos criar um enorme banco com os mais diversos dados, porém sem utilidade, visto que, se apenas alguns atores estiverem cientes e a par de tudo, o conteúdo a ser repassado para os demais terá o filtro desses poucos atores, que irão selecionar aquilo que julgam ser o conteúdo mais relevante. O problema, contudo, não seria a visão parcial que esse ator possa colocar sobre as informações, mas sim a restrição a alguns poucos, quando a emergência necessita de visões plurais.

3.5. A diversidade no processo

Uma condição essencial para garantir a sobrevivência de sistemas é a diversidade de seus elementos conforme diversos autores, apresentados no capítulo anterior, afirmam (PAGE, 2011; MORIN, 2005). A diversidade permite que os sistemas consigam reagir às mais variadas adversidades sem comprometer sua organização. Além disso, defendemos que, para os processos de *design*, a diversidade torna-se fundamental para que ideias inovadoras surjam através do diálogo entre os atores. Os processos de *design* da Ação Fabricação Digital e do *Strings.Supple Pavilion* não possuíam diversidade de atores o suficiente, em um aspecto, para enfrentar as mais adversas situações e por outro para estimular uma relação dialógica. A maior parte dos atores presentes nos dois processos era de arquitetos, apesar de que, no caso da Ação Fabricação Digital, havia atores de universos mais distintos e o processo do *Strings.Supple Pavilion*, embora esse também fosse construído com a participação de atores de áreas diferentes, elas, de um certo modo, já possuíam um histórico de trabalho conjunto consolidado. Talvez a falta de diversidade de atores tenha contribuído para que os processos não alcançassem

patamares mais complexos de discussão que culminariam em um produto consistente. Tanto na Ação Fabricação Digital quanto no *Strings. Supple Pavilion*, os produtos ficaram aquém do esperado, não cumprindo inclusive seus propósitos iniciais para suas existências: o de montar um pavilhão no conjunto habitacional para usufruto dos moradores e o de construir um pavilhão para se tornar uma referência de arquitetura paramétrica e interativa no Brasil.

A diversidade de atores pode ser entendida como a de tipo, conforme a categorização de Page (2011). Mas há ainda a diversidade nos atributos que certamente também influenciam no sistema. Por diversidade de atributos estamos considerando habilidades, interesses, comportamentos, juízos de valores, experiências, visões de mundo, entre outros aspectos, ou seja, todas as características que o ator carrega consigo. Cada um é diferente de outro e essas diferenças acabam refletindo de uma maneira ou de outra no processo. Ao contrário dos *designers* dos métodos de projeto racionalizados, que procuravam minimizar a influência da subjetividade e da intuição dos *designers* no processo, não podemos ignorar que quaisquer que sejam as características do ator, elas irão determinar suas ações ao longo do processo. Muitos dos encaminhamentos tomados no processo da Ação Fabricação Digital, principalmente durante o *workshop*, foram determinados pelo perfil dos atores. Conforme já mencionamos, alguns assumiram para si certas responsabilidades. Essa postura somente foi possível em função do conhecimento, habilidades, interesses e comportamentos que cada ator já carregava consigo. Se um ator chamou para si a responsabilidade em construir o *script* no *Grasshopper*, foi em função de seu conhecimento com programação e um comportamento que indicava uma prevalência de trabalhos no computador do que a construção de protótipos. Se um outro ator, por sua vez, dedicou-se a elaborar pequenos protótipos, foi em decorrência um comportamento que indicava sua predileção por construir objetos fisicamente e realizar testes com materiais e elaborar soluções construtivas. Ao longo do processo foi revelado, inclusive, que este ator já havia trabalhado com construção de estruturas em madeira, portanto, além de um indicativo

de que experiências anteriores influenciam no processo, é também uma informação que sugere um perfil de indivíduo que prefere trabalhar nessas esferas da construção do objeto do que desenvolver uma programação. Essas posturas acabaram por imprimir uma certa dinâmica ao processo, que por um aspecto foi positivo, pois esses atores, em específico, engajaram-se voluntariamente em certas atividades e tornaram-se referência para outros. No entanto, em função da falta de diálogo entre eles, decisões acabaram sendo tomadas pelo julgamento de um ator, ou de poucos atores, sem alcançar uma esfera mais coletiva, impedindo, dessa maneira, que certas soluções adotadas pudessem ser contestadas ou debatidas. Ao final, certos problemas poderiam ter sido identificados previamente, evitando assim as inconsistências entre projeto e execução que foram encontradas. Portanto, não podemos ignorar que os perfis dos atores não influenciam o processo, afinal é também por esse aspecto da diversidade que ideias inovadoras podem nascer.

No *Strings.Supple Pavilion* a diversidade nos perfis de cada ator foi predominante principalmente no primeiro momento, quando estava em desenvolvimento o *Strings* apenas. O fato do próprio projeto se basear conceitualmente na Cibernética e no campo dos sistemas complexos foi iniciativa de alguns atores, no caso, os pesquisadores do Nomads.usp que faziam parte do processo. Os aspectos formais, bem como os materiais utilizados no pavilhão, por sua vez, foram resultados da exploração proposta por outros dois atores a partir de uma abordagem instigada por um dos professores da AA, que não pode ser considerado como um ator do processo, pelo menos não nesse primeiro momento, uma vez que não havia um comprometimento em atuar nele, mas cujas ideias e conceitos criaram um campo de influência que foi fundamental para que os atores desenvolvessem sua proposta. Na continuidade do desenvolvimento do pavilhão, alguns atores que entraram posteriormente no processo foram selecionados, por um lado por seus conhecimentos específicos, mas por outro por experiências anteriores, potencial de colaboração entre outros aspectos, ou seja, não foi uma seleção pautada apenas pelo conhecimento técnico, mas também por uma série de outros fatores que não poderiam

ser resumidos a uma habilidade cognitiva. Um exemplo que podemos mencionar foi a inclusão da cenógrafo no processo. Ela não apenas foi incorporada por seu reconhecido trabalho com materiais têxteis, um dos componentes do pavilhão em desenvolvimento, mas também por apresentar um perfil que dava indícios de um possível comprometimento com o processo, o que de fato ocorreu, mesmo que por um curto período de tempo. No entanto, a incorporação de aspectos que estão para além da contribuição técnica, não significa que o processo terá um desempenho melhor, ou que resultará em fenômenos emergentes. Conforme Page (2011) afirma, a diversidade tanto pode aumentar as chances do sistema em apresentar fenômenos emergentes, mas também pode levá-lo ao colapso. Não há números mágicos e nem fórmulas matemáticas que possam fornecer o grau de diversidade desejável. Haverá um limite, mas que também dependerá de cada processo e de seus propósitos iniciais.

A falta de uma maior reflexão sobre os papéis a serem desempenhados dentro do processo contribuiu para a falta de diversidade. Mesmo que a Ação Fabricação Digital tenha envolvido atores de áreas mais distintas, quando o projeto e construção do pavilhão em si foi iniciado, houve a predominância apenas de arquitetos. Conforme vários autores da literatura especializada em arquitetura, como Woodbury (2010), Kolarevic (2009) e Terzidis (2006), indicam a necessidade do arquiteto desenvolver novas habilidades cognitivas para o desenvolvimento dos algoritmos, sejam eles para composição formal, como acontece no *design* paramétrico, ou para a definição dos comportamentos para interação. Ora, mas se é sabido que os arquitetos precisam entrar no universo da programação, por que não deveríamos admitir a presença de programadores no processo? E se assim fosse considerado, os *workshops* poderiam ter sido divulgados para cursos de ciências da computação, engenharia da computação, informática, entre outros correlatos e não apenas para os que atuam no universo da arquitetura, agregando ao processo mais diversidade. Além disso, considerando que ambos os pavilhões possuíam uma instância de interação, deveria também ser contemplado atores que desenvolvem projetos em microeletrônica, como os engenheiros eletrônicos e

mecatrônicos. No caso do *Strings.Supple Pavilion* havia ainda o fato de que todo o pavilhão deveria se movimentar, necessitando portanto, de uma estrutura de motores robusta. Assim, também deveria estar presente no processo pessoas que atuam nessa área como engenheiros mecânicos. Já na Ação Fabricação Digital, durante o *workshop*, houve a participação de duas pessoas de universos diferentes da arquitetura. Uma era formada em imagem e som com conhecimento técnico em programação e criação de circuitos eletrônicos e a outra era pesquisadora da área das ciências da computação. No entanto, a presença delas no processo não foi planejada. Por uma convergência de vários fatores elas acabaram entrando no processo, atuando de maneira representativa, mas cuja presença delas não havia sido cogitada inicialmente. Em um processo que se responsabiliza a trabalhar no desenvolvimento de aparatos híbridos deve partir de uma formação multidisciplinar desde o início do processo, conforme Sharp, Preece e Rogers (2008) e Moggridge (2008) indicam para o campo do *interaction design*, e provenientes de campos muito distintos cujos atores provavelmente não se uniriam se não fosse para o desenvolvimento do produto. Nesse contexto, a conversação assume um papel fundamental para a estabilização de conceitos e chegar a entendimentos principalmente devido às distintas concepções sobre certos assuntos com as quais cada área está acostumada a trabalhar. Essa compreensão sobre os processos já havia sido foco de investigação de pesquisas do Nomads.usp inclusive através do desenvolvimento de produtos interativos cujas equipes englobaram estudantes e pesquisadores da arquitetura, engenharia elétrica e física.⁹⁸

98. O Nomads.usp desenvolveu os aparatos interativos PIX, um display de baixa resolução na fachada da Unidade Experimental de Habitação 001, a ÉOS, uma superfície que captava a intensidade da luz do sol e a presença de pessoas no interior da 001 e respondia por meio de vários comportamentos, e o Rastro, um dispositivo vestível que registrava o percurso do interator pela cidade e o compartilhava com outros interatores por meio de uma interface na *internet*. Esses aparatos contaram com a presença de vários atores e de áreas distintas, no contexto do projeto *D.O.S - Designers on Spot*, financiado pela FAPESP dentro do programa TIDIA-AE - Tecnologias da Informação para o Desenvolvimento da Internet Avançada - Aprendizado Eletrônico.

Ora, mas a diversidade não é desejável somente no desenvolvimento de aparatos híbridos, tampouco uma exclusividade desses processos. Na prática profissional da construção civil, por exemplo, o processo é caracterizado pela presença de inúmeros e distintos atores como arquitetos, engenheiros, construtoras, poder público, clientes, administradores, apenas para mencionar alguns, pois eles podem variar conforme contexto. Mas também dificilmente encontraremos situações emergentes neles e consequentemente soluções e produtos inovadores.

A diferença, nesses casos, estaria na organização rígida e hierárquica, que, geralmente, regem esses sistemas, impedindo a manifestação de qualquer fenômeno emergente. Conforme Mitchell (2011) e Barabási (2009) mencionam, não há controles centrais ou líderes em um sistema complexo. Mas em corporações e empresas, de uma maneira geral, há uma estrutura organizada pela relação chefes-empregados, sendo que os chefes ditam as regras e comandam as atividades dos empregados. Portanto, a diversidade por si só não garante a complexidade e a possível emergência no sistema. A conversação, nesse aspecto, surge como uma orientação que pressupõe uma interrupção dessa lógica hierárquica das relações interpessoais. É evidente que essa lógica organizacional está enraizada em quase todas as estruturas sociais de maneira institucionalizada, sendo, portanto, a base para organizações empresariais, religiosas, governamentais, e assim por diante. Certamente que a lógica hierárquica continuará regendo muitas das relações sociais e, mesmo em áreas que priorizam a multidisciplinaridade e a interlocução como o *interaction design*, as relações hierárquicas, de uma maneira ou de outra, acabam se refletindo nas ações e decisões que os atores precisam tomar, principalmente se a equipe está inserida em um ambiente corporativo.

Não é foco da Teoria da Conversação, no entanto, pelo menos tal como foi detalhado por Pask (1975, 1976), eliminar estruturas hierárquicas. O intuito de Pask com a teoria é a obtenção do conhecimento, que inclusive foi motivo de crítica por não considerar outros aspectos da dimensão humana (BOYD, 2004; NAVARRO, 2001). Mas o processo conversacional descrito por ele sugere a possibilidade de aplicação de maneira abrangente e que, inclusive, coloca em questão as estruturas hierárquicas. O desafio, portanto, seria em conciliar as duas lógicas na qual a relação hierárquica entre chefe-empregado ou professor-aluno, por exemplo, não influenciasse de maneira incisiva o processo conversacional, permitindo, assim, uma troca horizontal. Certamente que, para isso ocorrer, é necessário uma postura de abertura de ambas as partes que, conforme Glanville (2007b) afirma, permite a entrada de novos elementos no sistema. Os processo de *design* tanto da Ação Fabricação Digital quanto do

Strings.Supple Pavilion, em certos momentos, houve uma posição mais horizontal entre os atores que permitiram o surgimento de novas ideias e soluções. No primeiro *workshop* da AA, por exemplo, mesmo sendo a equipe composta tanto de pesquisadores doutores, que já haviam atuado no mercado de trabalho como arquitetos, bem como alunos de graduação em arquitetura, a discussão se encontrava em uma relação horizontal entre eles, afinal todos estavam em condições semelhantes, ou seja, ao final do *workshop* um proposta precisaria ser apresentada. Essa postura não se refletiu nos demais *workshops* da AA, quando o pavilhão assumiu o nome de *Supple*, principalmente para os estudantes de arquitetura que participaram deles. Em função da definição de algumas soluções antes dos *workshops*, não houve abertura que permitisse uma interlocução com todos os atores, sendo que estes, em sua maioria, acabaram por desempenhar papéis operacionais.

3.6. Ambientes diversos e complexos desencadeando ações nos processos de *design*

A diversidade não fica restrita aos atores apenas. Há ainda aquela presente no próprio ambiente que desencadeia ações diversas nos atores, ou promovem influências no processo e não podem ser desconsideradas ou ignoradas. Essa diversidade, entretanto, não inclui apenas indivíduos que podem, de alguma maneira, marcar presença mesmo que de modo indireto como ocorreu no desenvolvimento do *Strings* no qual o aspecto formal e os materiais foram resultados da influência dos professores da AA. Há ainda um conjunto de cadeias complexas que se desenrolam fora do processo de *design* e que precisam também ser considerado. Até o presente momento focamos apenas nas análises dos sistemas formados pelos processos de *design* da Ação Fabricação Digital e do *Strings.Supple Pavilion*. Entender as dinâmicas dentro dos sistemas certamente é importante, mas igualmente relevante é a compreensão daquilo que está fora do sistema e também a incorporação de universos ao longo do processo, considerando que este pode abranger múltiplos sistemas e ainda

sistemas de sistemas (MORIN, 2005; MILLER, 1978). Nessa perspectiva, é preciso em primeiro lugar considerar o que determina os limites de cada sistema que compõe o processo. Ora esses limites são dados pelo observador, assim como os critérios das delimitações. Considerando ainda que se trata de uma observação de segunda ordem (FOESTER, 2003; GLANVILLE, 2004), a perspectiva é ainda do observador que está dentro do sistema, portanto, ao nosso olhar, é possível elencar algumas propriedades que distinguem um sistema de outro e em quais momentos eles estão em interação. Na Ação Fabricação Digital, até agora dissemos que havia vários atores inter-relacionados, porém não explicitamos se eles fazem parte de outros sistemas. O grupo de pesquisadores do Nomads.usp seria um dos sistemas, em função de uma organização própria resultante de anos de trabalho em conjunto e compartilhamento de pesquisas. Assim também podem ser considerados sistemas os agentes do poder público, os moradores do conjunto habitacional, a empresa de corte a *laser*, e assim por diante. Em todos esses sistemas há condutas específicas nas relações entre os atores em cada um deles que podem caracterizá-los de maneira distinta. Essas relações podem se manifestar por relações hierárquicas, como acontece geralmente no universo corporativo e empresarial, ou nas instituições governamentais, mas também podem ser mais horizontais. O fato de um ator ser visto em um sistema não significa que ele não transite por outros. Pesquisadores eram parte tanto do sistema Nomads.usp como também do sistema *workshop Slice* atuando como arquitetos. Moradores do conjunto habitacional, por sua vez, fazem parte de um sistema condicionado principalmente por demarcações na espacialidade física - o que não sugere que eles estejam no sistema por vontade própria e tampouco que estejam todos em interação - mas certamente eles também fazem parte de outros, como aqueles formados pela condição do trabalho, pelos interesses mútuos, e assim por diante. No processo do *Strings.Supple Pavilion* também foi possível identificar sistemas de sistemas. Os professores e tutores da AA faziam parte de um sistema regido por relações específicas, assim como o sistema Nomads.usp também esteve presente, uma vez que os pesquisadores que participaram do processo de *design* levaram as

relações que caracterizam o grupo de pesquisa para um outro sistema. Os escritórios de arquitetura do qual alguns professores da AA fazem parte, juntamente com seus funcionários, configura-se como um outro sistema, também de uma lógica organizacional específica, que possibilita considerá-lo como tal. Novamente, há um interseccionamento entre sistemas no qual atores podem estar em vários sistemas ao mesmo tempo, bem como transitar de um para o outro.

Assim como sistemas se cruzaram ao longo dos processos de *design*, outros se formaram durante o processo, principalmente para os *workshops* quando estudantes de arquitetura foram selecionados para desempenharem alguns papéis no desenvolvimento dos pavilhões, sendo que mesmo dentro desses sistemas criados, outros ainda podem ser visualizados pelas frentes de trabalho que agruparam um certo número de pessoas passaram a se dedicar a uma tarefa específica. Porém, os atores podiam transitar de uma frente de trabalho para a outra, fazendo parte de múltiplos sistemas.

Nossa perspectiva é parcial, uma vez que essas delimitações são dadas por um observador que está dentro do sistema. Um outro, por exemplo, poderia elencar distintas propriedades para os sistemas que os caracterizariam de maneira diferente. Além disso, sistemas podem entrar e sair de outros e podem ainda se encerrar, uma vez que há um período de tempo para a existência deles, ou serem interseccionados de tal maneira que um outro seria criado com propriedade distintas dos anteriores que o caracterizaria como um novo sistema. Conforme Navarro (2001) explica sobre a teoria de Pask, sistemas não estão sincronizados e quando entram em sincronização, podem dar origens a outros, desaparecer, ou se tornarem dependentes entre si. Assim, há uma inter-relação não somente de atores dos sistemas, mas entre sistemas, criando relações e alterando organizações em uma esfera mais ampliada.

Nesse aspecto, a conversação não ocorre apenas para os atores chegarem a entendimentos sobre certos tópicos, ou entenderem um universo em

específico, mas também os diferentes universos dos quais os atores fazem parte, mesmo que estes pareçam distintos e distantes do processo de *design*. Compreender a lógica que regem certos sistemas pode auxiliar na discussão e debate do porquê certas posturas são defendidas ou debatidas. Trata-se de uma situação de conflito entre sistemas (PASK, 1975, 1976) e seria pela resolução deles, segundo a abordagem paskiana, que novas e distintas propriedades podem emergir. Com isso, a sincronização entre os atores e sistemas também significa que eles ensinam o outro como também aprendem com o outro (NAVARRO, 2001), uma vez que é necessário para o arquiteto, por exemplo, ensinar sobre seus procedimentos e universos do qual faz parte para um engenheiro, como também aprender com ele os procedimentos e universos que lhe compete, bem como o inverso e assim aplicado a todos os atores e seus sistemas. Nessa perspectiva, se a Teoria da Conversação é criticada por focar em aspectos cognitivos apenas para o propósito da obtenção do conhecimento, vemos que ao final, ela, de fato, abrange uma situação de ensino e aprendizado, mas que extrapola a esfera do cognitivo atingindo dimensões e universos muito mais amplos, incorporando e admitindo instâncias distintas e diversas.

Entendemos também que o ambiente se apresenta de maneira muito mais complexa, indo para além do recebimento de um *input* externo com o qual os atores precisam trabalhar e assumir condutas em função dele. Wiener (1948), Bertalanffy (1968), Maturana e Varela (1995), Luhmann (2005), Miller (1972), entre outros autores, entendem que existe um ambiente que é externo aos sistemas, mas não são precisos sobre suas propriedades ou qualidades, resumindo-se a ser apenas aquilo que está do lado de fora. Para os processos de *design*, e para qualquer outro sistema, essa afirmativa pouco contribui. Portanto, vamos fazer algumas considerações sobre o que seria o ambiente para os processos de *design* da Ação Fabricação Digital e *Strings.Supple Pavilion* para entendermos sua natureza.

O ambiente certamente é formado por outros sistemas de ordem

humana, mas também não humana. Condições climáticas representam um sistema e dele os atores dos processos de *design* precisam selecionar as informações que são relevantes e aqui a Cibernética de Segunda Ordem novamente está presente, uma vez que aquilo que os atores irão selecionar do ambiente diz respeito a uma observação parcial, mesmo que feita de maneira coletiva. Diferentemente de sistemas reativos, como os termostatos, que são capazes de se auto-regular em função de uma informação recebida, nos processos de *design* e qualquer sistema que abranja a dimensão humana, a informação pode ser selecionada, ignorada, ou ser selecionada e não resultar em nenhuma conduta específica, ou não ser selecionada e ainda assim desencadear alterações significativas. Portanto, nos processos de *design*, tanto na Ação Fabricação Digital quanto no *Strings.Supple Pavilion*, pouco dessas informações das condições climáticas foram consideradas, mas mesmo assim, aquelas selecionadas pelos atores, promoveram um certo arranjo nos processos. Um exemplo que podemos mencionar ocorreu durante a organização do evento OCUPA! no qual houve um planejamento com o intuito de evitar que uma condição meteorológica desfavorável impedisse a realização e consequentemente a presença dos moradores do conjunto habitacional. De um ponto de vista do produto a ser desenvolvido, as condições climáticas tornaram-se critérios de projeto no processo de *Strings.Supple Pavilion*, uma vez que o pavilhão se movimentava em função da intensidade luminosa. Geralmente em processos de *design* o fator climático do local fornece algumas informações que irão promover arranjos no sistema, como por exemplo, em épocas de chuvas setores da construção civil evitam realizar determinadas etapas da execução do projeto, tendo que readequar o arranjo organizacional em função desse fato, como também é comum a consideração de fatores ambientais como critério de projeto, determinando performance do produto.

É possível afirmar que condições climáticas façam parte de um sistema que chamaremos de contexto local. Além das condições climáticas podemos incluir nesse sistema outros como esfera cultural, econômica, política, religiosa, empresas locais, fornecedores de materiais, comunidade e

assim por diante. Todos eles são sistemas dos quais os atores podem selecionar as informações que serão trabalhadas no processo de *design* e podem permitir a incorporação ou não de atores desses sistemas no próprio processo. Em nossa perspectiva, é desejável que atores de sistemas do contexto local estejam presentes no processo. Mas nem sempre isso será possível e no caso das condições climáticas não há um processo conversacional que se possa estabelecer. No entanto, mesmo nessa situação, é necessário que os atores, que estão no processo, compreendam o universo com os quais irá trabalhar e suas relações com outros sistemas. Na Ação Fabricação Digital, considerar os moradores como parte do processo foi uma das estratégias para entender o contexto local, bem como procurar empresas de corte a *laser* para produzir os componentes do pavilhão. Sabemos que essa postura faz parte de quase todos os processos de *design* que se responsabilizam por desenvolver um produto, seja ele interativo ou não, uma espacialidade ou um objeto. Contudo, a observação não alcança níveis de compreensão mais aprofundados permanecendo restritos à coleta de informações que se apresentam de maneira mais óbvia e evidente, e as intrincadas relações do sistema formado pelo contexto local com outros universos pouco são considerados.

Com essas leituras sobre os processos da Ação Fabricação Digital e *Strings.Supple Pavilion*, procuramos entender aspectos por uma perspectiva sistêmica dialógica. O intuito é levantar questões que podem nos auxiliar na construção de processos de *design* mais dialógicos para estimular fenômenos emergentes.

4

CONSTRUINDO PROCESSOS DE DESIGN DIALÓGICOS

Evidenciamos até agora, nesta tese, a complexidade de um processo de *design* de produtos interativos, abrangendo atores de universos distintos e incorporando um grande número de variáveis. Essa situação, no entanto, não se refere apenas à processos de *design* de aparatos híbridos. Os que não possuem instância digital embarcada também sofrem com a abrangência de atores e a consideração de inúmeras variáveis. A questão dos processos de aparatos híbridos e interativos se complexiza em função do trabalho colaborativo entre atores de universos muito distintos que provavelmente não se uniriam em outros cenários, como por exemplo, um programador atuando em parceria com um psicólogo. Além disso, talvez nem seja possível determinar previamente quais atores estarão no processo. Alguns podem ser elencados antecipadamente, mas é difícil determinar quais outros atores podem participar do processo dada a imensa possibilidade de comportamentos, situações e naturezas que o aparato interativo pode assumir. Assim, em um determinado momento, talvez seja necessária a presença de um neurocientista para entender as complexas cadeias no cérebro humano, se assim o projeto exigir. Outra condição do desenvolvimento de produtos interativos que o diferencia de um não interativo está relacionado com a falta de referências anteriores (MURRAY, 2012). Em função das inúmeras possibilidades permitidas pela

99. Do original em inglês:
"We want to emphasize that the design process begins earlier than what is usually realized. In traditional methodologies, particularly within fields such as information systems development and software engineering, the process does not formally start before a plan is in place and there have been several meetings about what is supposed to be done. However, the actual design work has begun much earlier. This is especially true in regards to the design of the design process, which may well be the most important design work in a typical project, which takes place very early in a project, it is decided to what extent the process will focus on early phases, creative and innovative work, new technology, the organization in question, users, the needs of the client, analysis, and specification. These early decisions create the "container" and the conditions for the subsequent process." (LÖWGREN, STOLTERMAN, 2007, p.16).

programabilidade, é possível desenvolver qualquer tipo de aparato, com características muito peculiares, não identificadas em nenhum outro anteriormente desenvolvido. Assim, o processo pode se permitir a criar algo totalmente novo não se conformando com o redesenho de um produto existente, embora essa não seja uma regra. Um outro aspecto dos processos de *design* de produtos interativos refere-se à condição do usuário, ou interator, como preferimos chamar, que não é um agente distante e sim o ator principal, afinal, é em função dele que a interatividade se constrói.

Em função da complexidade inerente aos processos, Löwgren e Stolterman (2007) indicam a necessidade de uma postura reflexiva de *design* (*thoughtful design*) que se inicia muito antes das primeiras decisões sobre o artefato em desenvolvimento. Para os autores o processo de *design* é um processo social, assim como Alexiou e Zamenopoulos (2007) também afirmam, pois envolvem diversos atores, situações, contextos e recursos, sendo necessário, portanto, seu gerenciamento e organização (LOWGREN, STOLTERMAN, 2007). Dessa maneira, o trabalho dos *designers* começa com o "*design* do processo de *design*" (LOWGREN, STOLTERMAN, 2007) no qual são decididas muitas instâncias que darão subsídios para o desenrolar do processo.

Nós queremos enfatizar que o processo de *design* começa muito antes do que normalmente é realizado. Em metodologias tradicionais, quando campos como o desenvolvimento de sistemas de informação e a engenharia de *software*, o processo não se inicia formalmente antes que um plano esteja no lugar e várias reuniões sobre o que supostamente deve ser feito tenham sido realizadas. Entretanto, o trabalho projetual real tem início muito antes. Isso é verdadeiro em consideração ao *design* do processo de *design*, que ocorre muito antes no projeto, no qual é decidido em que medida o processo irá focar nas fases iniciais, trabalho criativo e inovador, as necessidades do cliente, análises, e especificações. Essas decisões preliminares criam o "recipiente" e as condições para o processo subsequente.⁹⁹ (LÖWGREN, STOLTERMAN, 2007, p.16, tradução nossa).

A abordagem de Löwgren e Stolterman (2007) reside, principalmente, em como os *designers* pensam. Concordam que as relações com outros atores desencadeiam uma série de ações no processo, mas também entendem que essas ações referem-se às estruturas de pensamento dos *designers*. Quando mencionam os outros atores do processo, insistem em reforçar o papel do *designer* como aquele que delega os outros papéis, organiza o processo, seleciona os atores, entre outros poderes. Nossa perspectiva, porém, não coloca o *designer* nessa posição. Mesmo que ele seja o núcleo do qual o processo se inicia, juntamente com outros atores, a ele não caberia um papel centralizador que comanda e determina o andamento do processo. Assim, nossa proposta para os processos de *design* de aparatos híbridos e interativos envolve uma reflexão que abrange aspectos variados, focando, principalmente, na necessidade de abertura para diálogo entre atores e seus respectivos universos, bem como o diálogo com universos que se encontram externamente aos processos. A proposta, portanto, contém orientações gerais para a construção de processos de *design* dialógicos.

4.1. Aparatos híbridos e interativos promovendo mais complexidade aos processos

No cenário contemporâneo da arquitetura temos presenciado a construção de espacialidades híbridas de maneiras bem distintas. Por um lado, temos a invasão de dispositivos eletrônicos para supostamente suportar atividades do cotidiano. Denominada por automação residencial, esse espaços comportam diversos aparatos controlados pelas possibilidades fornecidas pelas tecnologias digitais com o intuito de automatizar certas tarefas, como por exemplo, criar ambiências via *smartphone* para que o morador, ao chegar em casa, possa encontrar uma espacialidade previamente configurada por ele conforme suas preferências. Ou ainda comandar via voz, ou via controle remoto, diversos dispositivos como, por exemplo, aqueles para iluminação, reprodução sonora, divisórias móveis, entre outros. Obviamente o apelo das

empresas que desenvolvem aparatos para automação residencial está na ideia de segurança. Assim disponibilizam toda sorte de equipamentos para tornar o espaço mais seguro, como leitores biométricos, senhas de acesso, câmeras de vigilância de acesso remoto, e assim por diante. No caso dessa espacialidade híbrida, entendemos que há uma exploração não criteriosa da tecnologia, impondo certos produtos a um consumidor que, fascinado pelo mundo digital, acaba convencido da necessidade de se adquirir certos dispositivos.

Por outro lado, há uma outra abordagem de espacialidades híbridas que preza mais pelas experiências que um indivíduo pode possuir do que um aspecto funcional das tecnologias digitais. Nesse contexto, temos visto a proliferação de fachadas e paredes interativas que funcionam como interface para comunicação ou como suporte para manifestações artísticas, por exemplo. Nesse contexto, podemos mencionar o painel BIX desenvolvido *realities:united* e instalado na fachada da *Kunsthaus* em Graz, Áustria, projetado por Peter Cook. Há ainda o fechamento da *Allianz Arena*, projetado pelo escritório *Herzog & de Meuron* que pode assumir diversas cores conforme demanda. No cenário brasileiro, o edifício da FIESP, projetado pelo escritório de Rino Levi, teve sua fachada de elementos vazados transformada em suporte para um enorme painel luminoso de LED, denominado de Galeria de Arte Digital.

Seguindo esse aspecto, há ainda toda sorte de objetos que focam no estímulo de experiências ou em maneiras de se estabelecer a comunicação entre pessoas por signos distintos da língua oral e escrita ou ainda para provocar uma reflexão sobre o uso das tecnologias digitais nos mais variados universos. Dessa maneira, esses objetos diferenciam-se da produção de produtos que são desenvolvidos exclusivamente para suprir uma necessidade funcional ou para a eficiência no trabalho, tal como os computadores pessoais ou os *tablets* e *smartphones* se propõem a desempenhar. Escolas como o *Royal College of Arts* possuem um curso dedicado exclusivamente ao desenvolvimento desses objetos com caráter mais investigativo e reflexivo. Na *Universität der Künste*, o grupo de

pesquisa chamado *Design Research Lab*¹⁰⁰, se propõe a fazer pesquisas com esse âmbito, explorando o uso das tecnologias digitais que vão para além dos aspectos funcionais, priorizando objetos conceituais de cunho artístico. A abordagem artística também tem sido o mote de centros de pesquisa¹⁰¹ como *V2 - Institute for Unstable Media* - em Rotterdam, Holanda, e o *iMAL - Center for Digital Cultures and Technology* - em Bruxelas na Bélgica, apenas para mencionar como exemplos.

Mas as tecnologias digitais não têm imprimido uma alteração apenas no produto. Os processos de *design* também têm se alterado em função delas e vários são os aspectos que podemos mencionar como representativos dessas mudanças. Em primeiro lugar, para desenvolver um produto, mesmo não sendo interativo como temos visto no cenário contemporâneo da arquitetura com a produção de geometrias complexas, a construção algorítmica, ou seja, a elaboração de instruções precisas (TERZIDIS, 2006; REAS, McWILLIAMS, 2012), exige pensar antes nas relações (WOODBURY, 2010). Quando o produto é um aparato híbrido e interativo, há que se pensar ainda em comportamentos possíveis (MURRAY, 2012) do objeto em relação àquele que o manipula. Assim, a presença de um ator dedicado à programação se torna essencial. Como consequência, artistas, arquitetos entre outros, têm se aventurado em tal atividade mesmo que esta não seja o escopo predominante de seus universos. Pode parecer uma questão de ordem técnica apenas, mas escrever um algoritmo para interação não significa apenas escolher entre as milhares de linguagens de programação e dominá-las. Trata-se de uma condição que implica deixar de pensar no produto em si, e passar a pensar na performance e comportamento desse produto em relação a um interator. Significa ainda que o ator deve ter o controle do algoritmo mas, ao mesmo tempo, não ter domínio do resultado que ele poderá apresentar. Se pensarmos na criação de espacialidades por meio de algoritmos generativos, a forma resultante não foi concebida inicialmente pelo arquiteto. O algoritmo pode gerar algo completamente inusitado da perspectiva formal fornecendo uma solução que, às vezes, nem passaria pela mente dos atores.

100. A pesquisadora realizou Estágio no Exterior na *Universität der Künste*, no *Design Research Lab*, sendo supervisionada pela Profa. Dra. Gesche Joost.

101. A pesquisadora teve a oportunidade de visitar o *V2_ - Institute for Unstable Media*, e o *iMAL - Center for Digital Cultures e Technology* - durante a pesquisa de Doutorado. Além de conhecer o espaço físico dos dois institutos, a pesquisadora entrevistou um dos curadores do *V2_*, Michel van Dartel, e o coordenador do *iMAL*, Yves Bernard. Mais informações sobre os centros de pesquisa podem ser encontrados em <http://www.imal.org/> e <http://v2.nl/>.

Em segundo lugar, mas associado à questão anterior, as tecnologias digitais têm permitido realizar simulações, materializar componentes do produtos pela fabricação digitalizada, resolver cálculos precisos e complexos, entre outras possibilidades, sendo que sem elas não seria possível para um indivíduo desenvolver com instrumentos analógicos. Frente a essas possibilidades, no cenário arquitetônico temos visto diversos arquitetos criando espacialidades de formas complexas e construindo-as com o suporte da fabricação digital. Além disso, tornou-se mais evidente nos trabalhos dos arquitetos a investigação de formas com origem na natureza para entender alguns princípios estruturais e fenômenos biológicos para se estudar a dinâmica e o comportamento de certos organismos vivos com o intuito de aplicá-los na arquitetura, conforme Hensel, Menges e Weinstock (2010) sugerem. Embora não seja uma aproximação que surgiu a partir do meio digital, as tecnologias digitais para esse fim têm permitido a simulação e visualização dessas estruturas de maneira que possa ser uma fonte inspiradora para criação de espacialidades, compreensão do comportamento dos materiais, adoção de estratégias evolutivas, e assim por diante. Nesse contexto, podemos mencionar os trabalhos de Neri Oxman, arquiteta e pesquisadora do *Media Lab* do *MIT*, que se dedica a estudar e compreender o ambiente natural e aplicá-lo como princípios para projeto (MATERIAL ECOLOGY, 2014). Em uma abordagem semelhante também encontramos Jenny Sabin, arquiteta que explora as interseções entre arquitetura, matemática e biologia (JENNY SABIN STUDIO, 2014), sendo que esta ainda se encontra como pesquisadora do *Institute for Medicine and Engineering da University of Pennsylvania*, coordenando juntamente com Peter Lloyd Jones o grupo *LabStudio*.

Em terceiro lugar, as tecnologias digitais também desterritorializam os processos de *design* uma vez que não é necessário compartilhar de um mesmo espaço físico para desenvolver um produto. As inúmeras ferramentas para comunicação remota e o compartilhamento de arquivos via *internet* permite que os atores do processo de *design* estejam em lugares geograficamente remotos entre si, transformando o espaço

virtual no *locus* de encontro para os atores. Não estamos sugerindo o fim do compartilhamento do espaço físico. Este, na verdade, é fundamental para processo de *design* pois permite que a informação circule de muitas maneiras e as trocas podem ser mais frequentes e intensas. Mesmo com equipes desenvolvendo projetos diferentes e desempenhando papéis distintos, os atores podem estar localizados em um mesmo espaço para permitir a visualização do espaço de trabalho como um todo. Mas essa situação de atores reunidos em um mesmo espaço só é possível dentro de cada grupo de atores que pertencem a uma determinada empresa, e os processos de *design* envolvem muito mais grupos de atores e muitas vezes em localidades distantes mundialmente, inclusive. É comum que escritórios de arquitetura tenham projetos em diversos territórios. Alguns passam inclusive a ter filiais em outros países, como o *UNStudio*, por exemplo, que possui escritórios em Shangai e Hong Kong, mas ainda assim suas obras se espalham por diversos continentes. As tecnologias digitais, nesse aspecto, torna-se um aliado para a construção de canais de comunicação com atores remotamente localizados entre si, apesar de seu uso ainda estar aquém das potencialidades que elas permitem. A tecnologia *BIM*, por sua vez, tem atendido, de certa forma, a necessidade de diálogo entre os diversos e numerosos atores do processo de *design*, mas, por se tratar de uma situação recente, é possível que essa tecnologia como um canal de comunicação ainda possa apresentar novas possibilidades estreitando de maneira mais efetiva as relações entre os atores do processo.

A transparência nas relações entre os atores é o quarto aspecto que as tecnologias digitais podem imprimir nos processos de *design*. A partir do uso delas, as ações e decisões adotadas pelos atores podem ficar registradas, permitindo ainda que todos consigam visualizar e debater sobre cada aspecto do desenvolvimento do produto. Aplicativos computacionais tornam-se o lugar comum para os atores, sendo possível o acesso a diversos dados, eliminando, dessa maneira, intermediários nos processos comunicacionais e evitando o repasse de informações e interpretações equivocadas. No entanto, é necessário, aos atores, uma

postura de constantemente se informar das decisões tomadas, uma vez que, somente pela possibilidade de acesso às informações em plataformas digitais não significa que elas cheguem nos atores, conforme verificamos em nossas experiências práticas. Além disso, somente os registros do que foi realizado e as decisões tomadas não é o suficiente para a transparência das informações. É necessário ainda fundamentar os motivos pelas quais cada ator realizou cada ação, e optou por tal solução em detrimento de outras. Essa postura é um exercício de explicitação de procedimentos o que permite, inclusive, que um outro ator entre em um universo distinto do seu e como consequência consiga atingir um diálogo em instâncias mais elaboradas. Um outro aspecto das tecnologias digitais que facilitam a transparência das informações é a geração de diversos metadados, ou seja, dados gerados pela inserção de outros dados, nos quais há uma variedade de informações referentes ao desenvolvimento do produto que podem ser disponibilizados de inúmeras maneiras. Como, por exemplo, ao inserir certos componentes construtivos em um aplicativo computacional, ele pode fornecer a quantidade de unidades utilizadas, o custo do material, dimensões, entre outros.

Além disso, a transparência não se dá apenas na esfera projetual. Há várias informações que podem ser extraídas e como Benjamin (2012) explicita, democratiza os processos de *design*. Isso significa que não é necessário dominar, tampouco pertencer aos universos específicos da atividade projetual ou produtiva. Um advogado, por exemplo, que está incluído no processo para se dedicar a questões jurídicas, ou um administrador, responsável pelo gerenciamento de um escritório de arquitetura, pode ter acesso a diversas informações do desenvolvimento do produto a partir desses dados extraídos e trabalhar com eles. Da mesma maneira, usuários, ou clientes, podem acessar tais informações, visualizar e dialogar com os outros atores sobre as ações realizadas e decisões tomadas alimentando o processo com suas considerações sobre o produto.

Desse ponto de vista, é compreensível que editais para projetos de obras

públicas têm exigido o uso de plataformas *BIM*, uma vez que, com elas, é possível ter um controle maior do que será executado e dos custos da obra, evitando, assim, procedimentos que infelizmente já presenciamos no contexto brasileiro, como por exemplo, declarar uma quantidade de consumo de material acima do que, de fato, foi utilizada, para o aproveitamento de alguns poucos às custas de instituições governamentais. Tais plataformas também procuram sanar uma prática comum no cenário brasileiro da construção civil, a de tomar decisões no momento da execução do projeto. O nível de detalhamento exigido, a quantidade de informações inseridas e as inúmeras possibilidades de simulação para toda sorte de situações, cercam previamente o projeto de qualquer tipo de interferência que possa ocorrer em sua execução. Mas para que essa prática de resolver pendência na execução seja de fato banida, é necessário estar em contato direto, desde a concepção do projeto, com fornecedores de materiais e componentes, cadeias produtivas, processos de produção, entre outras esferas. Se pautado na fabricação digital, tal procedimento é imprescindível em função da continuidade digital (KOLAREVIC, 2009) impressa nos processos.

No caso dos aparatos interativos, o interator é essencial para o projeto, conforme destacam Sharp, Rogers e Preece (2008) e Moggridge (2008). Mas a participação dos interatores, no campo do *interaction design* se restringe aos possíveis comportamentos que ele pode assumir na interação com um objeto e em determinados momentos do processo quando é necessária uma avaliação dele em relação a alguns aspectos como usabilidade e materialidade do produto feita através de aplicação de questionários ou protótipos. Apesar de priorizar a participação do interator no processo de *design*, esse campo ainda o mantém como um observador externo e focado em uma pequena parte desse processo. A ele não fica evidente a construção das linhas de códigos, se possui estrutura *opensource*, de onde vem os componentes eletrônicos, o impacto social da produção desses objetos e assim por diante, sendo que essas instâncias também podem ser relevantes para o interator e talvez até seja um critério para a aquisição de um produto. Portanto, nesse

sentido, sua contribuição pode ir muito além dos testes com protótipos e avaliações por questionários sobre o objeto em si.

4.2. O processo pela perspectiva da centralização

Se as tecnologias digitais têm provocado diversas alterações tanto no produto quanto nos processos, estes, por sua vez, parecem continuar de um ponto de vista organizacional seguindo uma lógica centralizadora na qual há pouco diálogo entre os atores. Em processos de *design* pautados por tal lógica, parece haver pouca flexibilidade para a inclusão de novos e distintos atores, uma vez que esses processos demandariam um tempo maior para o alinhamento das intenções para o produto com as intenções individuais de cada um, resultando em um comprometimento da eficiência e a produtividade que costumam ser exigidas. A consequência disso, em nossa perspectiva, são atores se posicionando cada vez mais em seu próprio universo, sem se preocupar em estabelecer diálogos com outros de maneira a compreender os procedimentos que os levam a tomar certas decisões. Assim, de fato, cada ator procura ter domínio de seu universo particular que caracterizaria o processo de uma eficiência que, para o desenvolvimento de alguns produtos, aparentemente, parece se mostrar muito apropriado, mas para aparatos híbridos, cujo desenvolvimento prioriza a busca de ideias inovadoras, esse tipo de processo pode comprometer o estabelecimento de diálogos entre atores distintos, restringindo, dessa maneira, as possibilidades de emergência.

Se cada ator ocupa-se apenas de seu universo, ficará também evidente a pouca visibilidade da constelação de atores que o processo de *design* pode abranger. Nesse aspecto, sem a compreensão de que o processo se faz pela conjunção de muitos universos, o ator não possuiria o entendimento de que seu papel é fundamental e que suas ações desencadeariam outras em muitos âmbitos. É uma postura na qual cada ator acabaria se posicionando como um observador externo e alheio do fato de que sua presença no processo irá reverberar, de fato, no produto final.

Como observadores alheios a outros atores do processo, certamente seria necessária a existência de uma figura que centralizasse as informações, repassasse a todos os envolvidos, e coordenasse o andamento das atividades de maneira a garantir as compatibilizações, transformando-a em elemento fundamental na articulação dos diversos atores e sua ausência poderia comprometer o andamento do desenvolvimento do projeto. Os atores tornar-se-iam dependentes dessa figura e ficariam sujeitos às informações que ela disponibilizaria, ou melhor, que ela escolheria disponibilizar, ignorando outras que poderiam também ser igualmente relevantes. Na construção civil, observamos uma conduta semelhante a essa, quando cabe ao arquiteto entrar em contato com todos os outros atores, repassar as informações que ele julga como relevante e compatibilizar os projetos que outros elaboram. Nessa posição, o arquiteto está com o controle de todo o processo e daquilo que cada ator está desenvolvendo, mas o restante dos atores não, criando margem para o surgimento de situações de conflito entre projetos. É evidente que, nesse cenário, há ainda uma condição autoral que coloca o arquiteto na posição de controle do processo para garantir que a espacialidade por ele concebida seja respeitada e que os projetos dos demais atores interfiram o mínimo possível. Portanto, sob essas condições, os atores nada podem fazer senão cumprir com aquilo que lhes foi delegado sem que seja dada a eles a oportunidade de realizar proposições além do que está no roteiro. Nessa posição, parece-nos que o arquiteto ganha o direito de entrar em diversos universos, mas o contrário não é permitido ou aceitado.

Conforme apresentamos nos capítulos anteriores, a emergência, seja ela qual for sua manifestação, ou seja, no campo das ideias ou em diferentes organizações, é decorrência da diversidade, que para os processos de *design* seriam os distintos atores, e da ausência de comando central, sem uma figura que concentre as informações em si e as repasse aos demais. A teoria sugere que a diversidade de atores pode levar ao surgimento de ideias inovadoras nos processos de *design*. Mas se a diversidade estiver amarrada a processos centralizadores nos quais o papel de decisão é restrito a poucos atores ou ainda limitado aos universos específicos, dela,

provavelmente, não surgirão novas soluções, uma vez que o diálogo não é abrangente e está concentrado em apenas alguns poucos.

Essa concentração da informação em alguns poucos atores e seu papel de distribuição para os demais pode gerar compreensões equivocadas sobre determinado assunto, bem como uma escolha seletiva do que é importante para ser repassado. Assim, os atores precisariam lidar com informações parciais e que ainda sofreram com o julgamento e a interpretação daquele que transmitiu o conteúdo. Não se trata de um problema expor as compreensões, interpretações e julgamentos sobre determinados conteúdos. Como vimos no primeiro capítulo, a primeira geração dos métodos de projeto procurou excluir dos processos as análises do arquiteto para diminuir a influência subjetiva e intuitiva nas soluções projetuais, e foram duramente criticados por apresentarem estratégias limitadoras e demasiadamente simplistas. Portanto, o ponto de vista de cada ator no processo, evidentemente, faz-se importante e necessário. O problema que encontramos seria pautar todo o processo através de apenas uma fonte, ou seja, apenas pela perspectiva de apenas um, ou poucos atores. Em se tratando do desenvolvimento de produtos interativos, haveria um agravante pois os atores podem ser de campos muito distintos, dessa maneira, os conceitos e os termos assumem significados diferentes para cada um. Além disso, os procedimentos que levariam cada ator a tomar certas decisões ou realizar suas análises e interpretações são distintos para cada universo. Portanto, em um processo centralizado em alguns poucos atores, as chances de ocorrer distorções conceituais seriam, a nosso ver, maiores. Parece-nos evidente, portanto, que a lógica centralizadora não atende adequadamente processos que se inclinam para o desenvolvimento de produtos ditos inovadores. Adotar uma lógica distinta da vigente pode não ser um empecilho para alguns universos, mas para outros pode se mostrar como uma atitude praticamente impossível de se concretizar.

Associada à ideia de centralização, identificamos uma necessidade de se estabelecer certos padrões e que, em nosso entendimento, também

poderiam comprometer a abertura para o diálogo. Os produtos em série são um exemplo da ideia de padronização pautada pela eficiência, custos e produtividade. A pouca variedade neles se justificava até algumas décadas atrás e, de fato, permitia que a produção fosse mais rápida e com menores custos, pois não era necessário possuir várias máquinas ou ainda reconfigurá-las a cada componente diferente produzido. Mas com a fabricação digital, a restrição na variação dos produtos não possuiria mais sentido, mas indústrias ainda parecem se encontrar atadas a certos procedimentos igualmente padronizados que emperraria a abertura de diálogos e alterações tanto em seus processos como em seus produtos.

A ideia de padronização não se refletiria apenas no produtos. Processos também seguiriam um modelo supostamente ideal e equivalente. Um exemplo que podemos mencionar é a constante e intensa busca por certificações de padronização e qualidade que as indústrias e empresas de diversos ramos se dedicam em adquirir para seus processos. Trata-se de um padrão estabelecido como uma maneira de validar uma suposta qualidade, agregando, assim, um valor mais alto aos produtos por elas produzidos. Essas certificações, geralmente, levam anos para serem adquiridas e quando as empresas conseguem obtê-las, é plausível que elas não manifestem mais interesse em alterar seus processos, uma vez que podem perder o que foi conquistado. Mas, temos visto que cada vez mais se faz necessário a interlocução com empresas do setor industrial em função da fabricação digital. Dentro desses padrões, como um arquiteto ou um engenheiro poderiam sugerir algumas alterações nos componentes por elas produzidos em função do projeto em desenvolvimento se existe um risco das empresas perderem suas certificações? Se por um lado, alguns universos podem admitir a abertura para o diálogo, por outro, visualizamos que poderá haver uma constante situação de conflito com universos que não estão propensos a aceitar um outro processo.

Mesmo em escritórios de arquitetura, o ideal de eficiência e produtividade parece se refletir em processos. Nesse modelo, arquitetos chegariam ao máximo da otimização de suas atividades desempenhando papéis

muito específicos. Por exemplo, alguns podem se concentrar apenas nos detalhes para a execução do projeto, não importando como é o todo em termos de espacialidade, ou ainda desenvolvendo apenas modelos digitais ou físicos dos projetos, ou somente realizando a representação gráfica de um outro arquiteto. Além disso, as próprias soluções arquitetônicas podem ser padronizadas, sendo que há uma repetição indiscriminada sem avaliar a pertinência de tais soluções para o contexto no qual se insere. Essa estrutura organizacional dos processos parece-nos uma evidência de que a máxima que impera é ser produtivo, eficiente e cumprir com os prazos, e ainda chegar em um produto satisfatório. A estratégia pode funcionar muito bem para o desenvolvimento de certos produtos, mas acreditamos que ela não se mostra como a mais adequada para produtos para os quais não há referências prévias e um vasto campo de possibilidades como os interativos.

Nessa perspectiva, é compreensível que tudo que se encontre fora dessa lógica padronizada passe a ser rejeitado e considerado um desvio de conduta, ou um erro. Se um morador realizar alterações substanciais em seu apartamento, ele estará cometendo uma falta grave, afinal, o espaço deve ser mantido conforme projetado. Se uma empresa quebrar os padrões impostos pelas certificações, ela perderá aquilo que levou anos para se adquirir. Se um arquiteto, que desempenha somente a atividade de representar graficamente o projeto, sugerir alguma alteração pode ser repreendido. Esses desvios de conduta são considerados fatores que atrasariam o processo e, portanto, deveriam ser evitados. Mas, sendo o mundo diverso e, como já entendemos em teoria, a diversidade é necessária para a manutenção dos sistemas, por qual motivos tenta-se estabelecer um padrão para produtos e processos? Talvez seja um reflexo de interesses de algumas pessoas, grupos, organizações ou instituições e que supostamente compreendem que essa lógica poderia ser aplicada a qualquer situação, mas não podemos fazer afirmações precisas sem uma pesquisa minuciosa e não é objetivo dessa pesquisa entrar profundamente nessa questão. Assim, como também não podemos generalizar. Certamente deve haver processos produtivos, escritórios de

arquitetura e outros universos que procuram sair dessa lógica.

A alteração nos processos, em nosso entendimento, pode ser gradual e começar em universos muitos particulares, como, por exemplo, entre programador, arquiteto e engenheiro eletricista. Do diálogo entre esses três atores, com cada um entrando no universo do outro, pode haver uma expansão para outros universos, como a abertura de uma empresa de corte a *laser* para interlocução, tal como ocorreu na experiência da Ação Fabricação Digital apresentada no capítulo anterior. Em um primeiro momento, o diálogo pode ficar ainda muito restrito a questões operacionais. No entanto, uma vez que se estabelecesse uma conversação, no sentido paskiano, os próximos produtos a serem desenvolvidos poderiam partir já de um processo que levaria em conta o diálogo entre arquiteto, programador, engenheiro eletricista e empresa de corte a *laser*, e se já houver um histórico de trocas de informação, o diálogo poderá alcançar níveis mais elaborados e dessa maneira, as chances para novas ideias surgirem tornar-se-iam mais prováveis.

Alguns escritórios de arquitetura, por exemplo, têm se especializado na prestação de serviços relacionados ao *design* paramétrico e fabricação digital como o *Design To Production*, mencionado no primeiro capítulo, o que pressupõe um contato direto e constante diálogo com a indústria e seus processos produtivos. Se por um lado a existência de tais escritórios reforça o caráter segmentário do processo de *design*, afinal trata-se de mais um ator assumindo um papel muito específico, por outro lado, acaba estabelecendo uma comunicação com setores que geralmente são colocados em segundo plano, ou entram tardiamente no processo, como a indústria da construção civil. Nesse caso, as trocas de conteúdos e procedimentos ficam restritas a poucos atores, mas já demonstraria uma necessidade quase que inevitável de diálogos constantes e compreensão de universos distintos de cada ator. A consequência desejada seria expandir esse situação entre todos os atores.

Além disso, compreendemos que a abertura para o diálogo traz consigo

muitos outros universos, não necessariamente relacionados de maneira direta com o processo de *design*, mas que se acabariam entrando na esfera de discussão dos atores. Nesse sentido, ao incluir um fornecedor de material no processo, por exemplo, questões como, quem fabrica, de onde vem o material, como é extraído, como é transportado, qual o impacto ambiental, qual o impacto social, quem está sendo privilegiado ou explorado, entre outros, poderiam ser assimilados e compreendidos pelos atores, evidenciando, dessa maneira, que o ambiente no qual o processo se insere também é composto por intrincadas relações e que uma alteração em qualquer um desses universos poderia desencadear uma série de rearranjos e articulações dentro do próprio processo. Assim, a cadeia de relações se amplia e se complexiza.

A abertura para diálogo nos processos de *design* ainda permitiria que situações não previstas sejam incorporadas e trabalhadas pelos atores. Se em uma lógica na qual não se admitiria aquilo que não fora planejado, uma vez que se trata de um fator que provocaria atrasos e prejudicaria o andamento das atividades, comprometendo prazos, custos entre outras instâncias, o imprevisto pode ser considerado um erro, um equívoco e portanto uma condição intolerável. Obviamente que, na arquitetura, se um edifício desaba não é um imprevisto, mas sim um erro de projeto. Mas para exemplificar, suponhamos que algum componente não possa ser utilizado no produto, ou porque já saiu de linha, ou por que o fornecedor da matéria-prima não pôde entregar o material a tempo de entrar em um processo de produção. Em uma outra situação, vamos supor que por algum motivo algum ator sai do processo inesperadamente. Em ambos os casos, lidar com essas situações não planejadas poderiam desestruturar o processo e, portanto, ficaria latente a dificuldade em reagir frente a adversidades.

Mas, como Denari (2012) afirma, o mundo é imprevisível e cheio de irregularidades. Portanto, os atores precisam ter ciência de que há situações que estão fora de seu poder de controle. Se há diversidade no processo, como entendemos na teoria, e se os atores estão em constante

diálogo, quando se depararem com situações inesperadas, podem enfrentar as adversidades sem perder sua organização, conforme Page (2011) afirma sobre os sistemas complexos, e, além disso, podem se beneficiar dessa condição dando chance para que novas ideias surjam. Seguindo as considerações de Glanville (2007b), os atores precisam entender que não há um controle total do processo, e a abertura dada pelo diálogo permite a introdução de variáveis que podem conduzir a outras explorações ou propostas. Assim, o não previsto não deve ser considerado uma propriedade negativa para os processos (GLANVILLE, 2007b). Ao contrário, dele podem inclusive resultar em fenômenos emergentes.

4.3. Criando conexões e compartilhando responsabilidades

As próprias tecnologias digitais apontam uma saída para os processos de *design* mais abertos. Inúmeras são as plataformas para comunicação e troca de documentos, inclusive algumas específicas para setores, como o da construção civil, nas quais atores podem manter os arquivos atualizados, faça comentários em cada projeto, mesmo naqueles elaborados por atores de diferentes universos, criando espaços para diálogo em ambiente virtual e talvez um dos aspectos mais importantes, essas plataformas permitem a visualização da constelação de atores que compõem o processo de *design*. Não há evidências, contudo, que tais plataformas sugiram que o processo seja regido pelo diálogo. Parece-nos mais evidente que seu aparecimento no setor da construção civil esteja atrelada a uma necessidade de tornar o processo mais eficiente afinal, pelo uso delas, os atores podem desempenhar com mais rapidez e minimizar os erros de compatibilização entre projetos.

Seguindo esse mesmo caminho, empresas desenvolvedoras de aplicativos computacionais têm investido na plataforma *BIM* como uma estratégia que vai além de um mero depósito de arquivos e comentários de atores. Ela parametriza o projeto, evidencia as interferências, trabalha

com metadados, permite a visualização e o compartilhamento de informação de diversas naturezas, entre outras propriedades. Apesar de aparentemente terem no cerne de seu nascimento uma visão que prioriza a eficiência e a produtividade, tanto as plataformas de compartilhamento de arquivos como a plataforma *BIM* exigem um esforço maior em termos de diálogos entre os atores, uma vez que, sem a constante comunicação e trocas de conteúdos, o processo fica emperrado. Além disso, elas sugerem que o controle do processo não pode ser delegado para alguns poucos atores do processo. Nesse aspecto, a noção de que um ator deve dirigir o processo se enfraquece e o controle, até onde é possível alcançar, passa a ser compartilhado por todos. É possível que haja resistência em assumir processos mais colaborativos em função de práticas consolidadas nos universos dos atores que seguem uma estrutura completamente distinta.

Processos de aparatos híbridos, por sua vez, parece que ainda não são completamente contemplados pelas plataformas *BIM* ou outras colaborativas, pelo menos não especificamente. Nesse sentido, assim como ocorre com escritórios se especializando em *design* paramétrico e fabricação digital, existem aqueles em espacialidades interativas como, por exemplo, o *realities:united*, já mencionado anteriormente, ou o *ART+COM*. Mas é interessante notar que essas espacialidades interativas se manifestam principalmente através de membranas que recobrem uma superfície evidenciando seu caráter desassociado de seu suporte físico. Se incluídos desde o início no processo de concepção, os atores responsáveis pela interação poderiam dialogar sobre outras possibilidades para a criação de experiências interativas que vão além da aplicação de um painel luminoso fazendo uso inclusive da cinemática para imprimir movimento a certas espacialidades, como foi realizado no *Strings.Supple Pavilion*, abrindo campo para muitas outras possibilidades de interação.

Mas somente disponibilizar a informação em plataformas colaborativas não é o suficiente se não houver o comprometimento dos atores para com o processo e a compreensão dos papéis que eles podem assumir

nele. Nesse aspecto, o ator precisa se posicionar como um responsável pelo resultado do processo, e que suas ações, de fato, irão reverberar no produto. Portanto, há também um compartilhamento de responsabilidades que precisa estar explícito para todos. Na prática da arquitetura, por exemplo, há um arquiteto responsável pelo projeto, principalmente em função de uma questão legal, coordenando todos os outros projetos complementares. Toda informação chega nele e ele as repassa para os demais atores. Assim, quem trabalha com ele, por consequência, pode se permitir a se isentar das responsabilidades sobre o que foi produzido, mesmo que sua atuação tenha sido primordial para o processo. Trata-se de uma situação que exime certos atores das responsabilidades e condena alguns poucos em eventuais erros, mesmo que estes não tenham necessariamente originado no ator condenado, mas sim pela cadeia de equívocos provocada pela distorção ou interpretação unilateral de certas informações que acaba se refletindo nos outros universos. Na contramão da situação anteriormente exemplificada, a nosso ver, se os papéis de cada ator estão explícitos para ele mesmo e para os demais, e se estiver aberto para compreender os universos dos outros atores e seus procedimentos, criar-se-ia uma condição na qual seria latente o comprometimento e o compartilhamento de responsabilidades. Se ao processo estiver associado plataformas digitais para colaboração, cada ação realizada e decisão tomada ficariam registradas, tornando visível a contribuição de cada um.

4.4. Orientações para os processos de *design* dialógicos

A teoria nos mostra o quanto é necessário trazer para a esfera dos processos de *design* a abordagem da complexidade, considerando que os atores envolvidos precisam lidar com toda sorte de variáveis que se amplifica quando se trata do desenvolvimento de aparatos híbridos em função das vastas possibilidades de interação. Dos atores, ainda é exigido um constante exercício para criar produtos com características que não são encontradas em outros, portanto sem referências prévias.

Dessa maneira, o conceito de emergência pode indicar como ideias ditas inovadoras podem ganhar vida no processos de *design*. Consideramos também que fenômenos emergentes não estejam apenas atrelados ao campo das ideias, mas também ao próprio processo. Isso significa que da inter-relação entre os atores, podem surgir reflexões sobre seus próprios desempenhos e, conseqüentemente, propondo alterações na organização do processo que pode se expandir para vários universos. Frente a essa perspectiva do conceito de emergência nos processos de *design*, pontuamos algumas orientações que podem estimular a criação de condições favoráveis para fenômenos emergentes. São considerações iniciais que, a partir da reflexão teórica e análise de experimentos práticos, julgamos serem relevantes para conduzir os processos de *design* para uma condição que permita fenômenos emergentes.

4.4.1. Atores em diálogo

Um dos primeiros cenários que julgamos ser necessário para criar condições favoráveis para a emergência é a permissão para entrar nos universos dos distintos atores que estão envolvidos no processo de *design*. Isso significa que os atores precisam, em primeiro lugar, conhecer os universos presentes. Nessa compreensão devem ser incluídos, por exemplo, os procedimentos que levam um ator a tomar certas decisões, o contexto no qual se inserem, uma vez que eles podem estar geograficamente distantes e em culturas completamente diferentes, além de entender os termos e conceitos utilizados por cada ator em suas respectivas esferas de atuação para alinhá-los com todos os outros atores. Essa compreensão de universos distintos ganha força a partir da análise da literatura especializada na arquitetura, na qual autores como Woodbury (2010), Terzidis (2006), Reas e McWilliams (2012) entre outros, destacam a maneira como arquitetos, a partir da inserção da tecnologia digital nos processos, precisam lidar com a construção algorítmica. Woodbury (2010), principalmente, enfatiza que o arquiteto precisa adquirir novas habilidades, ou seja, construir em linhas de código, ou como autor

afirma, “pensar nas relações” (WOODBURY, 2010). Temos visto também exemplos de arquitetos explorando fenômenos biológicos de seres vivos como Neri Oxman e Jenny Sabin, que inclusive é parte de um grupo de pesquisa na medicina, para a construção de espacialidades e objetos. Ora, mas essa nova habilidade em criar algoritmos e a investigação de fenômenos presentes em seres vivos significam entrar no universo da programação e da biologia. Mas, se ao arquiteto é dada a possibilidade de assumir parcialmente o papel de um programador ou de um biólogo, por que não se admite a entrada deles no universo da arquitetura? Não estamos sugerindo que o programador ou biólogo assuma legalmente pelo trabalho do arquiteto, ou que este desempenhe plenamente a função do programador, do biólogo, ou de um outro ator como um engenheiro. Mas ao conhecer os universos distintos, um ator pode argumentar com mais precisão e tomar decisões em esfera mais abrangente e coletiva.

Se permitir entrar em universos distintos não se configura como um cenário fácil de ser montado. Haverá situações de conflito, mas como Boyd (2004) observa sobre a Teoria da Conversação de Pask, são dessas situações nas quais sistemas entram em conflito que a conversação assume um papel fundamental para se chegar a entendimentos. Não quer dizer que o conflito seja uma propriedade negativa. Na verdade, nos processos de *design* os conflitos podem ser compreendidos como conceitos e termos divergentes, ou diferentes que precisam ser colocados em alinhamento pelo atores. Com o diálogo entre os atores, haverá um entendimento em comum, ou então novos termos e conceitos podem surgir. O conflito, agora de uma perspectiva negativa, seria se a abertura para o diálogo entrasse em choque com posturas hierárquicas e centralizadoras. Nelas, as relações entre atores baseiam-se em no cumprimento de tarefas e atividades operacionais dadas por aquele que centraliza o processo. Isso ocorre uma vez que é ele quem recebe as informações de todos os atores e é dele que saem os dados que ele julga serem relevantes, que irão alimentar os atores para o desenvolvimento do produto. Com o diálogo reduzido entre todos os que participam do processo de *design* e dependentes de uma figura centralizadora, resta aos

atores esperar por instruções do que deve ser feito. Se tomarmos como exemplo os níveis de discurso da conversação mencionados por Pask, um dos primeiros níveis, para o processo de *design* seria “faça tal tarefa”, seguido de “aprenda a realizar tal tarefa”, “por que você desempenha tal tarefa”, “como você desempenha a atividade” e assim por diante. A partir de então outros níveis podem ser alcançados, com maior elaboração e podendo envolver uma compreensão mais abrangente sobre o que está sendo proposto, enquanto produto, e talvez até mesmo em um aspecto organizacional do próprio processo. Mas sem o diálogo e a abertura para outros universos, os atores ficarão restritos aos primeiros níveis apenas e, nesse sentido, atores enfrentarão condições pouco favoráveis para a manifestação de fenômenos emergentes.

Obviamente que os diálogos não se manifestam de maneira tão didática como Pask descreve e essa constatação é um dos pontos controversos da Teoria da Conversação que Navarro (2001) aponta, além de focar apenas na obtenção do conhecimento por si só (NAVARRO, 2001; BOYD, 2004). Mas dela podemos compreender que se torna um instrumento de significativa valia por priorizar o diálogo para se chegar a entendimento ou consensos e ainda permite que um indivíduo assuma diversas personas, com a separação do Indivíduo-P, que é a entidade que realiza a conversação, dos Indivíduos-M, que são os hospedeiros (BOYD, 2004) para os Indivíduos-P. Essa separação dá a permissão para que, em um processo de *design*, os atores possam desempenhar vários papéis, mas não no sentido de substituir algum outro ou de eliminar certos universos do processo. A incorporação de diversas personas, na verdade, permite que o ator entenda com mais propriedade um universo que é alheio a ele e com isso estreitar a interlocução com o outro. Mas o diálogo não pode se restringir apenas aos atores que participam da atividade projetual. Conforme já mencionado e reforçado em vários trechos desta tese, o diálogo precisa ser abrangente e envolver interatores, clientes, fabricantes, fornecedores de material, biólogos, historiadores e toda sorte de atores e seus respectivos universos. Alguns desses atores podem ser previamente estabelecidos, outros, no entanto, entrarão no

processo conforme algumas especificidades do processo de *design*.

Para que o diálogo ocorra é necessário que os atores acordem previamente certos procedimentos e posturas em conjunto, pois sem este acordo, o diálogo, no sentido paskiano, ficará comprometido. Para o estabelecimento do diálogo com o intuito de se chegar a entendimentos sobre certos aspectos do produto e até do próprio processo, os atores precisam estar dispostos a descrever os procedimentos específicos de seus universos, ou seja, justificar com clareza os motivos pelas quais está realizado certas proposições. O inverso, ouvir e compreender os procedimentos de outros atores e confrontá-los com os seus também se mostra igualmente importante. Certamente haverá um conflito, de um ponto de vista negativo, caso um ator esteja disposto a explicar seu universo e um outro não estiver interessado em entendê-lo. Trata-se, na verdade, de dois aspectos complementares. Por exemplo, um arquiteto que não estiver inclinado a explicar o porquê de suas ações e decisões, provavelmente não estará disposto a entrar em um universo alheio ao seu, tampouco aceitar as ideias e proposições de um programador, ou biólogo, em sua esfera de atuação, ou seja, na construção de espacialidades. Ficará, provavelmente, restrito ao nível de argumentação imperativa, àquela que prioriza o “faça isso e faça aquilo”, sem se importar com o “como” e o “porquê”, e muito menos indagações do tipo “ao invés disso, por que não aquilo”, principalmente se vierem de atores de universos distintos do seu.

O acordo prévio entre os atores, no entanto, não pressupõe que haverá um comprometimento integral com a situação. Ao longo do processo, existe a possibilidade de atores romperem o que foi acordado previamente, ignorando o diálogo com alguns dos atores, ou evitando entrar nos universos distintos. Essa situação não é contemplada por Pask, até porque o ciberneticista, conforme Navarro (2001) explica, não considera as relações cotidianas de conversas informais e situações nas quais o diálogo explorado justamente pelo desequilíbrio na conversação, podendo elas se mostrar como um dos motivos pelas quais o contrato inicial seja rompido ou parcialmente cumprido. Uma possibilidade que

102. Do original em inglês:
“As for managing a team, he regards it as treading a fine line between dictator and diplomat. He knows exactly what he wants to achieve, but he likes being able to have people around ‘to bounce ideas off’. He prefers being able to hand-pick a team, and to give his people enough freedom and responsibility to feel that they are really making a worthwhile contribution to the team. His personal motivation manifests itself in a dedication which he also expects to find in other members of his design team; he expects to appoint people who, ‘if you cut them, they bleed motor oil’. Because everyone is dedicated to the team cause, he finds no need, for example, to run a separate research and development section; everyone is motivated enough to keep up to date constantly with new developments and new technology, and feeding information and ideas into the team.” (CROSS, 2011, p. 51).

podemos sugerir para minimizar um eventual rompimento do acordo, é explicitar os motivos pelas quais o diálogo, no sentido conversacional, é necessário aos processos de *design*, os objetivos de cada um ao concordar em participar de um processo como tais especificidades, e que o resultado, enquanto produto, não pode ser definido previamente, pois ele será consequência do diálogo. Ainda é preciso explicitar que não há figuras que personifiquem um comando centralizado, portanto, e todos têm a liberdade para expor seus julgamentos, valores e opiniões. A liberdade dos atores em diversos processos e trabalho em equipe não é uma exclusividade da conversação. Cross (2011), por exemplo, apresenta o processo de *design* da equipe de Gordon Murray, um *designer* inglês de automóveis, que estrutura a organização de sua equipe com esse pressuposto.

Quanto ao gerenciamento de uma equipe, ele [Murray] considera-o como uma caminhada sobre uma linha tênue entre o ditador e diplomata. Ele sabe exatamente onde quer chegar, mas ele gosta de ser capaz de ter pessoas ao redor “para trocar idéias”. Ele prefere ser capaz de escolher a dedo uma equipe, e para dar a seu pessoal liberdade e responsabilidade suficientes para sentir que eles realmente estão fazendo uma contribuição valiosa para a equipe. Sua motivação pessoal manifesta-se por uma dedicação que ele também espera encontrar em outros membros de sua equipe de projeto; ele espera designar pessoas que, ‘se você cortá-los, eles irão fazer o óleo de motor sangrar’. Devido a todo mundo se dedicar à causa da equipe, ele não encontra nenhuma necessidade, por exemplo, em executar uma seção de pesquisa e desenvolvimento em separado; todos mundo é motivado o suficiente para se manter atualizado constantemente com novos desenvolvimentos e novas tecnologias, e que alimentam a equipe com ideias e informação.¹⁰³ (CROSS, 2011, p. 51, tradução nossa).

Portanto, a liberdade para opinar também mantém o processo em andamento, sempre atualizado e com atores engajados com o desenvolvimento do produto. No entanto, o próprio trecho acima revela que o *designer* continua sendo o chefe da equipe, comandando

o andamento das atividades, e dando o aval final, ao colocar os atores que do processo participam como “sua equipe”, ou ainda “ele [o *designer*] sabe exatamente onde chegar” (CROSS, 2011). O que estamos sugerindo é ir além evitando denominações como essas para que não haja, mesmo que de maneira não intencional, uma reverberação de condutas pautadas pelas relações hierárquicas dentro do processo. O processo de *design* assumiria uma característica onde não haveria “sua equipe”, ou “minha equipe”, mas sim, simplesmente, “os atores do processo”. Essa postura também indica que as decisões são tomadas em esferas mais coletivas e não atreladas a alguns poucos atores. Mas essa condição precisa estar explícita no acordo inicial do processo para evitar que deliberações individuais prevaleçam sobre as coletivas.

4.4.2. Transparência da diversidade

Além de se comprometer em dialogar, no sentido paskiano, os atores precisam também aceitar e tolerar a diversidade de universos que irá compor o processo. E como entendemos em teoria, é pela presença da diversidade que as chances de manifestação de fenômenos emergentes aumentam. Seguindo pelo caminho que Sharp, Rogers e Preece (2007) indicam, ao afirmar da construção de equipes multidisciplinares, entendemos que é necessário ir além. O foco das autoras está na formação de equipes multidisciplinares em um momento muito específico do processo de *design*, o da concepção, que pode se prolongar até o desenvolvimento de protótipos para testes com usuários. Mas sendo o processo de *design* um todo conectado, da concepção à produção, pela continuidade permitida pelo meio digital (KOLAREVIC, 2009), faz-se evidente a necessidade de incluir nessa equipe multidisciplinar os atores que irão desempenhar papéis na cadeia de produção. Considerando ainda a visão de Cuff (1996) na qual o processo é tão abrangente que inclui não apenas os envolvidos na atividade de projeto em si, mas também todos os outros atores que, de uma maneira ou outra, dão suporte ou estão presentes com atribuições muito distintas, como por exemplo,

administradores e advogados, entendemos que é necessário incluir atores que vão além daqueles que estão envolvidos com o projeto e sua produção.

O acordo prévio para um processo conversacional deve contemplar a noção da diversidade em quatro aspectos. Em primeiro lugar, é preciso explicitar para todos os atores a necessidade de uma percepção abrangente da diversidade de atores como uma condição fundamental para o desenrolar das atividades de cada um. Assim, todos devem ter ciência de quem está envolvido no processo e desempenhado quais papéis, mesmo que sejam de universos muito distintos. Nesse aspecto, os arquitetos, por exemplo, precisam compreender que o processo não se constrói apenas pela presença de atores de universos correlatos como engenheiros e programadores, mas também com todos os outros que, por um motivo ou outro, estão no processo. Em segundo lugar, e em consequência do primeiro, ao tomar ciência da abrangência da diversidade de atores, é preciso tolerar e estabelecer um diálogo, afinal, como atores de universos tão distintos podem se articular entre si e desenvolver um trabalho em conjunto? Essa condição de diálogo é mais facilmente assimilada quando os atores são de universos relacionados, mas pode ser de extrema dificuldade para universos que usualmente não se interseccionam. Para um arquiteto fica evidente a necessidade de interlocução com engenheiros, programadores, fabricantes de materiais e assim por diante. Mas não fica visível a necessidade de dialogar com administradores, advogados, agentes culturais, biólogos, psicólogos e outros que eventualmente podem estar presentes no processo. Essa condição pode se apresentar como um dispêndio de energia que pouco pode agregar ao processo. Mas se o desenvolvimento de aparatos interativos partem da formação de campos disciplinares tão distintos como Sharp, Rogers e Preece (2007) defendem, é inevitável o estabelecimento do diálogo. Em terceiro lugar, evidenciar que a diversidade está para além dos universos dos atores que compõem o processo e que muitos outros, mesmo não estando presentes diretamente no processo, podem, de alguma maneira, desencadear ações dentro dos processos. Assumir

essa postura significa assumir uma tolerância frente a diversas situações e influências, inclusive as não previstas. E em quarto lugar, a diversidade também está presente enquanto características dos indivíduos e, portanto, não podem ser excluídas. Cada ator possui uma visão de mundo distinta, formação específica, experiências, juízos de valores entre outras características.

Para que essa diversidade seja de fato incorporada aos processos, é preciso que as ações dos atores sejam transparentes. Assim, no diálogo, os atores precisam mostrar clareza nas proposições e argumentar com precisão suas motivações, propostas e ideias, tanto para os produtos em desenvolvimento quanto para os processos. A transparência também envolve o alinhamento de termos e conceitos, uma vez que, sendo os atores de universos tão distintos, precisam compatibilizar assuntos que podem assumir diferentes significações para cada um deles. Nesse sentido, os aplicativos computacionais assumem seu papel de importância nos processos. Eles tornam visíveis a constelação de atores que estão presentes, bem como todos seus movimentos. Além disso, cria conexões para fomentar o diálogos entre todos, mesmo que estando localizados geograficamente distantes. Está disponível toda sorte de aplicativos para serem utilizados em conjunto de maneira que possa contemplar a transparência no processo, embora há que se desenvolver mais plataformas, principalmente para conectar e registrar os movimentos dos atores com uma abrangência maior, pois estas ainda consideram a interlocução de apenas alguns universos particulares.

4.4.3. O controle está com todos

Se o processo não está sob o comando de alguma figura em específico, tampouco se apresenta centralizado em alguns atores, deve-se assumir que o controle é compartilhado e isso deve estar explícito no acordo prévio. Mas não devemos entender por controle uma postura de constante vigilância de um para com o outro. Ao contrário, cada ator

precisa compreender o que levou um outro a fazer certas afirmações ou proposições, argumentar e através do diálogo chegar em consensos ou novos tópicos de discussão e não apenas aceitar argumentos quando há questões a serem debatidas. Se o controle está com todos os atores, as responsabilidades também são compartilhadas. Assim, se essa condição for evidenciada desde nos primeiros movimentos do processo, há uma probabilidade maior dos atores serem mais engajados nos diálogos e nas suas contribuições para com o produto em desenvolvimento. Pode parecer sutil, mas esse engajamento demonstra que o ator se enxerga dentro do processo com papéis importantes e não como uma entidade alheia e externa daquilo que ele está desenvolvendo.

Uma postura recorrente em processos centralizados é justamente essa posição externa que o ator se coloca que acaba regendo suas condutas. Compreende que sua presença como indivíduo pode ser substituído, uma vez que pouco importa sua contribuição pois as ideias para os produtos em desenvolvimento pertencem a alguns poucos indivíduos. Seu papel torna-se operacional e portanto suas características que o definem, e que muito podem oferecer, não são consideradas relevantes. Não se trata de uma generalização. Alguns atores conseguem dialogar e expor seus pontos de vista mesmo inseridos em lógicas organizacionais rígidas. Mas conforme já comentamos, posturas mais críticas e diálogos constantes são vistos como obstruções para processos, principalmente para aqueles pautados em eficiência e produtividade. Portanto, se um ator compreende que pode ser descartado, não há motivações para engajamento e muito menos para compartilhamento de responsabilidades. Importante frisar que por responsabilidades não estamos entendendo como a responsabilidade legal do projeto e do produto. Essas esferas precisam ainda de um responsável legal que assuma o que está sendo proposto. Mas essa seria uma situação emergente dos processos colaborativos que, por estarem seguindo uma lógica organizacional que prioriza o compartilhamento de responsabilidades, desencadeariam alterações em outros universos.

Assumir o compartilhamento do controle e das responsabilidades revela

algumas situações a serem mencionadas. A visão de todo o processo não está mais condicionada por um olhar unívoco, ou seja, daquele ator, ou atores, que desempenham um papel centralizador. Não há, portanto, uma única visão do todo, mas muitas visões, seguindo os pontos de vista de cada ator. Sendo assim, o controle do processo não pode se pautar em noções de certo e errado, bom ou ruim. Quando há uma única visão, tudo que não se enquadra nela é considerado um equívoco ou erro. Mas se há diferentes perspectivas, aquilo que um ator considera um equívoco, pode não ser para outro. Há argumentos técnicos, como por exemplo, sistemas estruturais que dependem de cálculos precisos, que poderíamos enquadrar pela noção de correto e errado. Mas mesmo essas situações podem ser revistas e se apresentarem abertas para debate, pois se o sistema estrutural está correto em função de estudos e literatura especializada, nada impede que novos sistemas sejam elaborados e novas técnicas sejam desenvolvidas e aplicadas. Portanto, o embate e o conflito gerado pelas diferentes visões dos atores, não significa uma qualidade negativa e que precisa ser evitada, pois deles podem surgir as ideias inovadoras.

4.4.4. Contextos locais, relações globais

O processo de *design* não é um sistema que existe por si só. Ele está imerso em um meio cuja influência desencadeia diversas movimentações nos atores do processo. Considerar esse meio naturalmente faz parte das atividades dos atores do processo de *design*. Quando os atores estão desenvolvendo seus trabalhos, sejam eles para um aparato interativos, ou não interativos, precisam realizar leituras e análises do contexto local, onde o produto será disponibilizado ou implantado, no caso das edificações com coleta de dados sobre o sítio, programa de necessidades, condição urbana, disponibilidade de material e recursos humanos, e assim por diante. No entanto, os atores, ao assumir uma postura de diálogo e abertura, uma das possíveis consequências é ter uma visão mais abrangente não só do próprio processo, mas também do meio no

qual ele se insere. Isso significa que os atores podem ir além daquelas informações que se evidenciam para eles no processo. Por exemplo, ao escolher determinado material, podem pensar não apenas nas questões óbvias que implicam na decisão como custo, qualidades técnicas, facilidade de montagem e manutenção, mas ainda em toda a cadeia de relações que está por trás dessas esferas como onde é produzido, como é produzido, como a matéria-prima é extraída, ciclo de vida do produto, custo social, corporações que as sustentam, consequências ambientais e sociais de tal escolha, e assim por diante. A intenção, ao se assumir um processo de *design* diferenciado, é tornar visível a intrincada rede de relações e a diversidade presente nos ambientes externos aos processos e que devem ser analisados e avaliados para que decisões sejam mais criteriosas.

E tal postura não se reflete apenas no produtos. O próprio processo poderia passar por uma revisão mais criteriosa em função de uma percepção mais abrangente das cadeias de relações ligadas aos meios que o instrumentalizam. Por exemplo, algumas empresas, como a *Autodesk*, passaram a predominar de tal forma o mercado de produtos computacionais para a construção civil que poucos são os atores que se empenham em utilizar outras plataformas. Mas quais as implicações dos atores utilizarem aplicativos computacionais de código fechado? Seria possível passar a utilizar alguns de código *opensource*? Há diversos aplicativos, como o *Processing* e a plataforma *Arduino*, muito utilizadas para o desenvolvimento de interatividade em produtos, que são gratuito e de código abertos, bem como máquinas para criação de objetos tridimensionais, como as do projeto *Rep Rap*.

Mas por que deveriam os atores se preocupar com a natureza dos aplicativos computacionais? Scholz (2013) traz uma observação relevante sobre os meios digitais relacionado ao trabalho na *internet* que nos faz refletir também sobre o uso de certos aplicativos. O autor argumenta que há uma exploração de trabalho em algumas plataformas como as redes sociais. O *Facebook*, por exemplo, é uma empresa privada que lucra em função da quantidade de pessoas que utilizam sua plataforma e da

maneira como elas a usam. No entanto, se o lucro da empresa ocorre em função dos usuários, estes por sua vez, estão desempenhando um trabalho para ela, porém sem receber monetariamente por isso. Outro exemplo mencionado pelo autor, é uma plataforma chamada *Mechanical Turk*¹⁰⁴, da *Amazon*, na qual organizações ou pessoas físicas oferecem trabalhos simples na *internet*, como por exemplo, encontrar endereços e *websites* de certas empresas. Para cada tarefa cumprida, ou cada informação coletada, há uma recompensa, que pode variar de US\$ 0,01 a 0,10. Trata-se de um *crowdsourcing*, ou seja um trabalho feito por diversas pessoas. É inclusive a base do desenvolvimento dos aplicativos *opensource* no qual qualquer pessoa, desde que com conhecimento técnico necessário, pode alterar os códigos e propor outras propriedades para os programas computacionais. Se no caso dos aplicativos *opensource* o trabalho é voluntário, no *Mechanical Turk* não, e este seria um dos problemas apontados por Scholz, pois essa atividade não está protegida por nenhuma lei trabalhista e, sendo assim, as pessoas não estão protegidas dos abusos, portanto, a exploração é evidente, ao se pagar valores irrisórios para o cumprimento da atividade. Além disso, a pessoa que aceita esse trabalho, não conhece seus “empregador” e pode estar prestando um serviço inclusive para organizações criminosas.

Procurando propor uma reflexão sobre o uso dessa plataforma, o artista Aaron Koblin lançou um trabalho chamado *The Sheep Market* na plataforma *Mechanical Turk* na qual pessoas deveriam desenhar uma ovelha em troca de uma recompensa de US\$ 0,02. Por meio de uma interface desenvolvida no *Processing*, o artista pôde registrar o desenho em andamento e com isso ainda extrair diversos dados como por exemplo, o tempo médio que as pessoas levaram para realizar tal atividade, que foi em torno de 105 segundos (THE SHEEP MARKET, 2014), o pagamento médio da recompensa, em torno de US\$ 0,69 por hora (THE SHEEP MARKET, 2014), sendo que a atividade esteve disponível por 40 dias e obteve em média a quantidade de 11 desenhos de ovelhas por hora (THE SHEEP MARKET, 2014). Considerando que uma única pessoa tivesse realizado esses 11 desenhos em uma hora, ao final ela ganharia um

103. O próprio nome da plataforma indica a exploração de pessoas. *Mechanical Turk* é uma referência a um suposto autômato jogador de xadrez chamado O Turco, elaborado por Wolfgang von Kempelen no final do século XVIII. Após muitas décadas realizando diversas apresentações, foi descoberto que o autômato na verdade era controlado por uma pessoa escondida sob o tabuleiro onde se localizava o mecanismo de movimentação do autômato.

“salário” de US\$ 0,22 por hora trabalhada, evidenciando, dessa maneira os baixos valores das recompensas.

A reflexão acima ilustra até onde as pautas de discussão nos processos de *design* poderiam alcançar caso haja abertura para diálogo e compreensão dos distintos universos e cadeia de relações que, de alguma forma, suscitam ações por parte dos atores. Significa assumir uma postura mais crítica frente aos produtos que desenvolvem e sobre as próprias ações compreendendo que a complexidade nos processos se dá, por um lado, pela diversidade e por outro, pelas amplas relações do mundo heterogêneo.

4.4.5. O tempo não é o limite

Ao assumir um processo, tal como estamos propondo, no qual a abertura para o diálogo é priorizada, os prazos para o desenvolvimento do produto precisam ser revistos. Pautados pela lógica da eficiência, processos de *design* costumam ser de curta duração, visto que geralmente os atores recebem por produção. Na prática arquitetônica, é comum a divisão do processo em etapas definidas, separadas em estudos preliminares, anteprojeto, pré-executivo e executivo, e os processos de *design* devem contemplar o desenvolvimento de cada etapa com documentação específica, geralmente representações gráficas do projeto e, a cada etapa cumprida, os atores recebem uma parcela do valor contratado. Portanto, quanto mais rápidas forem cumpridas as etapas, mais frequente serão os pagamentos e com mais antecedência outros projetos poderão ter seus processos iniciados, repetindo os mesmos procedimentos.

Ora, mas já vimos que com a continuidade digital nos processos, essas etapas não tão evidentes, sem contar que as representações gráficas tradicionais não são as mais adequadas, se pensarmos nas geometrias complexas e na interatividade do produto, e às vezes nem necessárias, se considerarmos a fabricação digital como uma prática do processo. Portanto, balizar os processos de *design* de produtos interativos em

função dos prazos tal como a prática profissional tem assumido, precisa também passar por uma revisão.

Associada à presença das tecnologias digitais, a adoção dos diálogos nos processos de *design* como uma orientação para que se construa entendimentos sobre diversos tópicos necessita de um período de tempo maior daqueles processos pautados na produtividade. Se os períodos de tempo são reduzidos, não há espaço para argumentações abrangentes, tampouco considerar as complexas relações do ambiente e dos processos e ou ainda procurar compreender os distintos universos presentes. O tempo determina uma conduta que varia conforme duração. Se os prazos são curtos, os atores somente podem se dedicar a atividades operacionais, afinal há que se cumprir o compromisso, seja ela com cliente ou organização, incorporador, e assim por diante, portanto, nessa lógica, é desejável se chegar ao fim do prazo estabelecido com um produto inteiro, seja ele o que for, do que meio produto de características inovadoras. Mas se os prazos são maiores, há um tempo de amadurecimento de ideias, as trocas entre os atores podem alcançar uma complexidade maior, conforme a conversa ganha corpo, diversos modelos físicos podem ser elaborados e testados e com isso, há um estímulo para propostas mais ousadas, uma vez que os atores passam a ter segurança pois haverá tempo suficiente para avaliações e revisões.

Não estamos sugerindo que os atores dos processos não considerem o fator tempo, mas sim um tempo maior, que pode ser acordado previamente, mas permitindo também revisões e alterações de prazos para não comprometer a atuação dialógica nos processos. Obviamente um processo com tempos maiores entrará em conflito, pois contraria diversas condutas regidas pela eficácia das atividades medidas pelo tempo que se leva para desempenhá-las. Conforme já apresentamos no primeiro capítulo, para Rittel (1972) e Schön (1982) os processos podem não ter fim, sendo encerrados pelos atores e por motivos diversos, que inclusive pode ser em função dos prazos. No entanto, a compreensão de infinitude desses autores refere-se, principalmente, ao desenvolvimento

de um produto específico, uma vez que para uma mesma problemática ou situação diversas são as possibilidades de resolução. Mas assumimos a infinitude dos processos não pelos produtos, mas sim pela continuidade do diálogo entre atores. Em um processo de *design*, os atores entram em diálogo para o desenvolvimento de certos produtos e quando estes são produzidos, o diálogo não se encerra. Os atores novamente podem se reunir para o desenvolvimento de um outro produto e certos entendimentos da discussão entre eles já foram superados em função do trabalho anterior, sendo possível portanto, alcançar outros tópicos, mais complexos e abrangentes, no processo. Nesse aspecto, de fato, o processo não se encerra no produto e sua infinitude se dá pela continuidade dialógica.

4.5. Implicações e limites dos processos dialógicos e complexos

Iremos pontuar nesse item as manifestações das implicações e os limites ao adotar essas orientações para os processos de *design* pautados no diálogo e na complexidade. Reforçamos, no entanto, que essas considerações são reflexões e não uma avaliação de experimentos práticos, visto que o processo que estamos sugerindo não passou por experimentação. Na verdade, o processo proposto é resultado de uma leitura de atividades práticas, mas sem estar sob a formatação das orientações apresentadas. Mas julgamos pertinente fazer algumas considerações sobre as possíveis consequências de assumir processos dialógicos e complexos.

Em primeiro lugar, o produto para o qual o processo de *design* é montado, não pode ser definido previamente, pois espera-se que novas ideias e soluções emergjam do diálogo entre os atores. Essa situação de desconhecimento de algumas propriedades do produto em desenvolvimento, pode gerar um desconforto entre os atores, principalmente aqueles que estão acostumados a receber uma primeira proposta com diretrizes indicando quais serão suas condutas dentro do

processo. Nesse aspecto, como uma construtora ou incorporadora, ou um financiador, poderiam assumir entrar no processo dialógico se não há certezas em relação ao que poderá emergir? Trata-se de uma situação arriscada, principalmente quando há enormes investimentos envolvidos. Além disso, sem um produto definido como propósito do processo, pode levar os atores a entenderem que o processo dialógico é o fim para ele mesmo, quando, na verdade, é um meio possível para o estímulo para conduzir à emergência de novas ideias, soluções e procedimentos. O limite entre a existência do processo por ele mesmo e a existência do processo com um propósito específico é muito tênue, ainda mais quando se assume que há uma perpetuação do diálogo mesmo quando da emergência em relação aos produtos.

Em segundo lugar, alguns atores podem demonstrar alguma resistência a entrar em um processo dialógico por estarem habituados com uma lógica centralizadora. Ou podem ainda aceitar as condições do processo, mas ao longo dele assumirem outras posturas que vão contra a ideia de diálogo e abertura. Não é possível impor aos atores uma certa conduta, como exigir o diálogo constante, afinal seria uma condição que se colocaria contra os princípios do processo dialógico. Portanto, espera-se que os atores, com o acordo prévio, possam se posicionar abertamente para os outros atores e seus universos, mas nada poderá garantir que eles se mostrem, de fato, propensos a adotar esse cenário de trocas. O risco, nesse caso, seria os próprios atores passarem a excluir outros em função da resistência, ou condutas autoritárias no processo, reforçando a noção de intolerância e separação, quando deveriam ser priorizada a inclusão e a aceitação da diversidade de condutas.

Nesse sentido, o diálogo e a compreensão dos diversos universos pode não ocorrer plenamente com todos os atores, e certamente essa seria uma situação mais plausível do que assumir que todos irão dialogar constantemente. Mas isso não invalida o processo dialógico, que mesmo com extensão reduzida, envolvendo alguns atores apenas, pode ser capaz de trazer novas ideias e soluções para produtos e processos e ainda ser

um exemplo de conduta que pode se expandir para outros atores. Também é necessário considerar que talvez o diálogo não alcance um nível de discussão elaborado, se considerarmos que existam níveis de discurso tal como proposto por Pask (1975, 1976). Assim, mesmo com os acordos prévios que conduza para o diálogo também é possível que a construção dos conceitos, ideias, e procedimentos, permaneçam estanques, ou seja, em níveis de pouca reflexão.

Uma terceira limitação dos processos dialógicos seria infinitude do processo que se por um lado permite que os atores continuem com o diálogo com a introdução de novos tópicos e conceitos e com isso, mais reflexão crítica sobre suas condutas e decisões, pode ainda influenciar a manutenção dos mesmos atores no processo e em algum momento esse sistema se estabilizará, que para Bertalanffy (1977 e Page (2011), representaria sua morte, onde não haveria mais trocas. Nesse aspecto, é importante reforçar a diversidade pela inclusão constante de novos atores ou ainda de universos que estão no ambiente. Situação também de difícil controle uma vez que há uma tendência de permanecer em zona de conforto na qual os pares já estão habituados a certos procedimentos. Assim, o conflito, de um ponto de vista positivo, é necessário para o processo em movimentação. O embate, a discussão e o enfrentamento, situações que os seres humanos tendem a evitar, são na verdade aquilo que manterá o sistema vivo.

Além disso, os processos tendem a ser mais longos, conforme já apresentamos, e esta seria uma quarta implicação, contrariando a lógica que imprime qualidade pelo tempo que se leva para desenvolver tal atividade. Por outro lado, se em alguns momentos torna-se essencial um período de tempo maior do que o usual, por outro, em função da fabricação digital e da automação de certos procedimentos possibilitados pelas tecnologias digitais, permitem que haja uma aceleração de certas atividades. A produção de certos componentes pode ocorrer com mais rapidez, bem como a construção, no caso de edificações. Mas isso precisa ser evidenciado, pois atores, principalmente clientes, incorporadores,

construtoras, que estão acostumados com outras lógicas de trabalho, podem não aceitar participar de um processo dialógico, sendo que este levaria muito mais tempo do que o usual, implicando em mais custos inclusive. Portanto, é preciso esclarecer que, se é possível aumentar o tempo para o desenvolvimento de certas atividades do processo, por outro lado, também é possível diminuir em outras e, além disso, o custo, um fator que geralmente é o critério principal de muitas decisões nos processos, pode ainda ser reduzido uma vez que com a fabricação digital há uma otimização de material e de tempo e a transparência nas informações, conforme já discutimos nesse capítulo, pode prover toda sorte de dados que permitam que financiadores do projeto saibam de antemão dos custos do projeto e da produção.

Há ainda um conflito eminente com universos necessários aos processos de *design*, mas que não admitem, pelo menos não até o presente momento, um processo que prioriza o diálogo. Podemos mencionar como exemplo a esfera legal de aprovação de projetos quando da construção de uma edificação. Há certos procedimentos estanques e sem a abertura para discussão uma vez que há um conjunto de normas, regras e leis a serem seguidas. Não significa que estamos sugerindo o fim das normas. Ao contrário, elas são importantes para evitar situações abusivas que beneficiariam a poucos e garantir a integridade física através de normas de segurança, código de condutas entre outros. Os planos diretores, defendem, ou deveriam defender, um crescimento sustentável para as cidades que priorizasse os interesses dos cidadãos no geral e não de alguns grupos ou parcelas da sociedade. As normas de segurança, por sua vez, regulam certos procedimentos realizados para evitar que decisões e ações sejam adotados sem critérios específicos e sem avaliação crítica, e que pessoas sem o devido conhecimento técnico atuem de maneira irresponsável diminuindo assim as chances de depararmos com consequências negativas. Mas a instância legal precisa apresentar um dinamismo que comporte revisões e alterações que acompanhe mudanças dos outros universos, condição que atualmente não é uma prática recorrente. Assim, o conflito é inevitável e sem perspectiva para

interlocução a curto prazo.

Um último fator que identificamos como uma limitação para o desenrolar de um processo dialógico é a não existência de uma plataforma digital que comporte a abrangência que o processo se propõe a assumir. Há diversos aplicativos computacionais que já tornam o trabalho mais colaborativo e permitem a visualização de alguns dos atores envolvidos, bem como suas ações ao longo do processo. As ferramentas para a comunicação remota também apresentam propriedades que dão suporte para o trabalho colaborativo através de compartilhamento de arquivos de naturezas diversas, reuniões não presenciais, registro de conversas, troca de emails e salas de bate-papo, entre outras possibilidades. Assim, os processos de *design*, de uma maneira geral, dependem do uso de inúmeras plataformas e aplicativos computacionais que dão suporte para os atores, seja de um ponto de vista comunicacional, seja como instrumento de concepção do produto, ou para sua fabricação. Mas a segmentação das informações, que ao final ficam distribuídas por todos os aplicativos e plataformas, pode prejudicar o diálogo. Certamente, atualmente há inúmeros recursos que tem aproximado as pessoas, mesmo elas estando em geograficamente remotas, ou seja, servindo como canal para o diálogo. Mas o processo dialógico necessita de uma estrutura capaz de dar um suporte às intersecções entre os diversos universos, e em função da não existência de uma plataforma com essa propriedade, cabe aos atores também acordarem para o uso de certos meios digitais e aplicativos computacionais, mas de maneira que se estimule e incentive o diálogo constante, bem como o registro eficiente de condutas realizadas e decisões tomadas e ainda tenha a garantia que essas informações estejam acessíveis para todos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa procuramos entender e analisar os processos de *design* pelas teorias que investigam a ideia de sistemas, complexidade e emergência, visto que os atores são diversos, com diferentes conhecimentos e visões de mundo distintas. Além disso, os atores precisam construir, para o caso de aparatos híbridos e interativos, um campo para o qual não há referências prévias e, considerando ainda as possibilidades de comportamento que tal aparato pode desempenhar a partir da construção algorítmica, há um vasto mundo a se explorar. Nesse aspecto, os atores precisam inventar e se inventar em caminhos pouco conhecidos, sem roteiros prévios, mas, sabidamente, muito abrangente, cujos destinos são incertos.

Buscar por estratégias e métodos como um mapa a ser seguido, pode, de fato, auxiliar no processo, conduzindo-os a um destino seguro. Por outro lado, esconde outras possíveis rotas, que podem mostrar aos atores um mundo diverso, complexo e repleto de nuances a serem investigadas e incorporadas. Além disso, se, ao seguir o mapa, os atores se deparam com o sucesso de sua jornada, o adotam como rotina, seja pela conveniência, seja pela segurança do caminho conhecido, ou pelo tempo que leva para percorrê-lo, sendo que, uma vez que essa rota já fora trilhada, o tempo

que se leva para completá-la torna-se um dado manifesto, bloqueando o acesso a outras possibilidades igualmente interessantes e estimulantes.

O processo de *design* dialógico que propomos, também não deixa de ser um mapa com orientações gerais. Porém, os caminhos não se pronunciam de modo evidente, tampouco os destinos são sabidos previamente. É ainda um mapa que vai se alterando e se construindo conforme os passos dos atores no processo. É um mapa que permite e admite que suas rotas sejam modificadas pela entrada de novas informações, sendo que estas ainda podem vir de lugares distantes e distintos através da mescla desse mapa com as redes informacionais complexas criadas pelas tecnologias digitais.

Realizamos reflexões ponderando sobre as possíveis implicações e limitações que os atores encontrarão ao assumir um processo dialógico. E acreditamos que, se há certos impedimentos que dificultem a adoção de um processo dialógico, é por que não nos foi fornecido condições para lidar com ele. Um exemplo que podemos mencionar são nossas estruturas de ensino ofuscadas pela necessidade de especialização irrestrita que pouco enfatiza por interlocuções mais abrangentes. Na arquitetura, por exemplo, poderiam ser instituídos exercícios de projeto envolvendo estudantes de outras áreas como engenharias e ciência da computação, trabalhando colaborativamente em relações horizontais, colocando em evidência, desse modo, situações de embate a partir de visões de mundo plurais, para construção de posturas que adotem como premissa a necessidade de articulação, negociação e diálogo entre todos, que, inclusive, faz parte da prática profissional, mas que não é contemplado no contexto do ensino acadêmico. O conflito é inevitável ao aproximar de maneira horizontal visões de mundo distintas. Também devemos assumir que situações de conflito não se qualificam apenas como uma propriedade negativa, mas da resolução do conflito podem surgir novas ideias e reflexão crítica.

O conflito também vai se manifestar na incorporação de informações

que estão fora do processo principalmente, mas não previstas. Foi dito também nesta tese, que o mundo é impreciso e imprevisível. Portanto, colocá-lo dentro de certos padrões e métodos supostamente infalíveis, significa, a nosso ver, excluir ambiguidades, situações inesperadas e posturas divergentes. Nesse contexto, elas existem mas não são contempladas, sendo que elas podem apresentar para os atores novos mundos e perspectivas e, conseqüentemente, a construção de novos caminhos.

E se as relações são mais horizontais e colaborativas, entendemos que as autorias e as responsabilidades, como decorrência, devem ser compartilhadas. No universo da arquitetura, por exemplo, temos visto escritórios se transformarem em “marcas” evidenciando quase que uma necessidade de imprimir uma linguagem específica que os identifique. Mas é um trabalho feito a muitas mãos, de áreas distintas que ao final são lembradas em notas de rodapé, sendo que a contribuição delas pode ter sido essencial para o desenrolar do projeto, e, inclusive, determinando aspectos que talvez nem tenham sido concebidos inicialmente pelo arquiteto. No processo dialógico, essa ideia de autoria não se sustenta, afinal é priorizada uma construção colaborativa e coletiva, sendo que as ideias e produtos que resultam dele, se estamos entendendo-os como uma emergência, somente se moldaram nessa esfera do coletivo, embora a partir de contribuições individuais e particulares dos atores em diálogo. Desse modo, entendemos que a autoria deve ser distribuída entre os atores e essa postura deve ser ressaltada logo no acordo entre eles. Do mesmo modo, as responsabilidades também são compartilhadas por todos. Na construção civil, por exemplo, há a necessidade de um responsável técnico, mas em um processo dialógico, essa postura significaria colocar sobre o peso das decisões tomadas em uma figura apenas, ou em poucas figuras, sendo que as deliberações partiram em âmbito coletivo.

Embora esta pesquisa não tenha aplicado o processo dialógico para testá-los dentro de parâmetros acadêmicos, a análise das experimentações

práticas das quais participamos permitiram construir as orientações para o diálogo em processos de *design*. Acreditamos que elas podem ser sim aplicadas, mas seria um desdobramento futuro dessa pesquisa. Seria relevante, inclusive, uma experiência de processos dialógicos em um contexto na prática, fora do meio acadêmico tal como nossas experimentações se qualificaram. Assim, seria possível estudar com precisão as relações entre muito mais atores, bem como o uso dos meios digitais instrumentalizando-os e ainda estabelecendo e estreitando as interlocuções.

Por fim, compreendemos que um processo dialógico, tal como propomos, não significaria a negação de outros. É uma possibilidade por nós construída mas na qual acreditamos ser relevante para lidar com a complexidade a diversidade que nos permeia. Trata-se ainda de uma primeira sugestão, sendo que sua aplicação em contexto da prática profissional torna-se essencial para posteriores revisões. Entendemos também que sua aplicação, ao final, não necessariamente precisa ser para o desenvolvimento de aparatos híbridos e interativos, embora esse tenha sido nosso ponto de partida. Acreditamos nas possibilidades dos processos dialógicos em diversos universos que se proponham a incorporar a diversidade e a complexidade próprias do mundo que nos cerca para posturas mais críticas resultando em fenômenos emergentes.

REFERÊNCIAS

ACKOFF, R. Redesigning the future: a system approach to societal problems. New York: John Wiley & Sons, 1974.

ALEXIOU, K.; ZAMENOPOULOS, T. Design as a social process: A complex systems perspective. In: Futures. n.40. Amsterdam: Elsevier, 2007.

ALMEIDA, N. Nuno Almeida e Marc Hopperman: conversa sobre processos de *design*. Registro em áudio. Entrevista concedida a Cynthia Nojimoto. Amsterdam, jan. 2013.

ALVES, G. M. Workshops HIGH-LOW e Supple Pavilion. Registro fotográfico. 2011.

ÄNGESLEVÄ, J. Jussi Ängeslevä: depoimento sobre processo de design. Entrevistadores Cynthia Nojimoto e Fábio Abreu de Queiroz. Berlim, Mar. 2013.

ASHBY, W. R. Introdução a cibernética. São Paulo: Perspectiva, 1970.

BARABÁSI, A-L. Linked: how everything is connected to everything else and what it means. Plume, 2009.

BAYAZIT, N. Investigating design: a review of forty years of design research. Design Issues, Cambridge, v. 20. n. 1, p. 16-29, 2004.

BEHNCKE, R. Ao pé da árvore. In: MATURANA, H.; VARELA, F. A árvore do

conhecimento. Campinas: Workshopsy, Editorial Psy II, 1995.

BENJAMIN, D. Beyond efficiency. In: MARBLE, S. (Ed.). *Digital workflows in architecture. Designing design - designing assembly - designing industry*. Based: Birkhäuser, 2012.

BERTALANFFY, L. V. *Teoria geral dos sistemas*. Tradução de Francisco M. Guimarães. Petrópolis: Vozes, 1977.

BLAUBERG, I. V.; SADOVSKY, V. N.; YUDIN, E. G. *Systems theory: philosophical and methodological problems*. Moscou: Progress Publishers, 1977.

BOYD, G. Conversation Theory. In: JONASSEN, D. H. (Ed.). *Handbook of research for educational communications and technology*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 2004, cap. 8, p. 179-197.

BURGER, S. M. Algorithmic workflows in associative modeling. In: MARBLE, S. (Ed.). *Digital workflows in architecture. Designing design - designing assembly - designing industry*. Based: Birkhäuser, 2012.

CARNEIRO, G. P. *Objetos interativos: design e tecnologias da informação e comunicação*. 158 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

CASTELLS, M. *A sociedade em rede*. Tradução de Roneide Venancio Majer. São Paulo: Paz e Terra, 2005.

CROSS, N. *Design thinking: understanding how designers think and work*. Londres: Bloomsbury, 2011.

CROSS, N. *Designerly ways of knowing*. Londres: Springer, 2010.

CROSS, N. Forty years of design research. *Design Studies*, n. 28, p. 1-4, 2007.

CUFF, D. *Architecture: the story of practice*. Cambridge: The MIT Press, 1992.

DENARI, N. Precise form for an imprecise world. In: MARBLE, S. (Ed.). *Digital workflows in architecture. Designing design - designing assembly - designing industry*. Based: Birkhäuser, 2012.

DESIGN TO PRODUCTION, 2014. Mercedes-Benz Museum. Disponível em <<http://www.designtoproduction.ch/content/view/4/21/>>. Acesso em 12 jul.2014.

DIX, A. et al. Human-computer interaction. Harlow: Pearson Prentice Hall, 2004.

DORSCHER, M. Disposable code. In: MARBLE, S. (Ed.). *Digital workflows in architecture. Designing design - designing assembly - designing industry*. Based: Birkhäuser, 2012.

DUBBERLY, H.; PANGARO, P. What is conversation, and how can we design for it? *Interactions*, v. 16, n. 4, jul./ago., p.69-75, 2009.

DUBBERLY, H.; PANGARO, P.; HAQUE, U. What is interaction? Are there different types? *Interactions*, v. 16, n. 1, jul./ago., p. 22-28, 2009.

FLUSSER, V. Uma filosofia do design. A forma das coisas. Lisboa: Relógio d'Água, 2010.

FOESTER, H. V. *Understanding understanding: essays on cybernetics and cognition*. New York: Springer, 2003.

FRAZER, J. H. The cybernetics of architecture: a tribute to the contribution of Gordon Pask. *Kybernetes*, v. 30, n. 5-6, p. 641-651, 2001.

FRIESEN, L. Lawrence Friesen: depoimento sobre processo de *design*. Registro em áudio. Entrevista concedida à Cynthia Nojimoto e Gilfranco Medeiros Alves. Rio de Janeiro, mar. 2012.

GLANVILLE, R. *Designing complexity*. *Performance Improvement Quarterly*, v. 20, n. 2, p. 75-96, 2007a.

GLANVILLE, R. The purpose of second-order cybernetics. *Kybernetes*, v. 33, n. 9/10, p. 1379-1386, 2004.

GLANVILLE, R. Try again: fail again: fail better: the cybernetics in design and the design in cybernetics. *Kybernetes*, v. 36, n. 9/10, p. 1173-1206, 2007b.

HAQUE, U. Arquitetura, interação e sistemas. *Arquitetura & Urbanismo*, São Paulo, n. 149, p. 68-71, ago. 2006.

HENSEL, M.; MENGES, A.; WEINSTOCK, M. Emergent technologies and design: towards a biological paradigm for architecture. Oxon: Routledge, 2010.

HEYLIGHEN, F; JOSLYN, C. Cybernetics and Second-Order Cybernetics. In: MEYERS, R. A. (Ed.). Encyclopedia of physical science & technology. New York: Academic Press, 2001.

IWAMOTO, L. Digital fabrications: architectural and material techniques. New York: Princeton Architectural Press, 2009.

JENNY SABIN STUDIO. Jenny Sabin. Who. Disponível em: < http://jennysabin.com/?page_id=426>. Acesso em 20 jul. 2014.

JOHNSON, J. Complexity science in collaborative design. *CoDesign*, v. 1, n. 4, dez., p.223-242, 2005.

JOHNSON, N. Simply complexity: a clear guide to complexity theory. Oxford: Oneworld, 2010.

JONES, C. Design methods: seeds of human futures. Londres: Wiley-Interscience, 1973.

KOLAREVIC, B. Architecture in the digital age: design and manufacturing. New York/Londres: Taylor & Francis, 2009.

KOLKO, J. Thoughts on interaction design. Burlington, MA: Morgan Kaufmann, 2009.

LAUTENSCHLAEGER, G. Arte programmata: entre acidente e controle. 2010. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

LAWSON, B. How designers think: the design process demystified. New York: Routledge, 2005.

LIMA, M. Visual complexity: mapping patterns of information. New York: Princeton Architectural Press, 2011.

LÖWGREN, J.; STOLTERMAN, E. Thoughtful design. A design perspective on information technology. Cambridge: The MIT Press, 2007.

LUHMANN, N. Social Systems. Stanford: Stanford University Press, 1995.

MARBLE, S. (Ed.). *Digital workflows in architecture. Designing design - designing assembly - designing industry*. Based: Birkhäuser, 2012.

MATERIAL ECOLOGY. Neri Oxman. About. Disponível em: < <http://www.materialecolgy.com/neri-oxman>>. Acesso em 20 jul. 2014.

MATURANA, H.; VARELA, F. *A árvore do conhecimento*. Tradução Jonas Pereira dos Santos. Campinas: Workshopsy, 1995.

McCULLOUGH, M. *Digital ground: architecture, pervasive computing and environmental knowing*. Cambridge, MA: MIT Press, 2004.

MACDONALD-ROSS, M. Glossary. In: PASK, G. *Conversation, cognition and learning. A cybernetic theory and methodology*. Amsterdam: Elsevier, 1975.

MEREDITH, M. *From Control to Design. Parametric algorithmic architecture*. New York : Actar, 2008.

MEDIA ART NET. 2005. Pask, Gordon: *The Colloquy of Mobiles*. Disponível em: <<http://www.medienkunstnetz.de/works/colloquy-of-mobiles/images//?desc=full>>. Acesso em 20 jul. 2014.

MILLER, J. G. *Living systems*. New York: McGraw-Hill, 1978.

MILLER, J. H.; PAGE, S.E. *Complex adaptive systems. An introduction to computational models of social life*. Princeton: Princeton University Press, 2007.

MITCHELL, M. *Complexity: a guided tour*. New York: Oxford University Press, 2011.

MOELLER, H. *Luhmann explained: from souls to systems*. Chicago: Open Court, 2006.

MOGGRIDGE, B. *Designing interactions*. Cambridge: The MIT Press, 2007.

MORIN, E. *O método I: a natureza da natureza*. Tradução de Ilana Heineberg. Porto Alegre: Sulina, 2005.

MURRAY, J. *Inventing the medium: principles of interaction design as a cultural practice*. Cambridge: The MIT Press, 2012.

NARDELLI, N. C. Design para experiência e as tecnologias de informação e comunicação. 2007. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

NAVARRO, P. The limits of social conversation. A sociological approach to Gordon Pask's conversation theory. *Kybernetes*, v.30, n. 5-6, p. 771-788, 2001.

NEGROPONTE, N. *Architecture machine*. Cambridge, The MIT Press, 1972.

NEGROPONTE, N. *Soft architecture machine*. Cambridge, The MIT Press, 1975.

NOJIMOTO, C. Design para experiência: processos e sistemas digitais. 2009. 212 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

NOJIMOTO, C. *Diagrama de Voronoi*. Formato JPEG. 2014.

NOJIMOTO, C. *Workshop HIGH-LOW*. Registro fotográfico. 2011.

NOJIMOTO, C.; SOARES, J. P.; VENTURA, A. and TRAMONTANO, M. Fabricação digital: o controle do que é variável. In: NOMADS.USP [org.]. *Territórios Híbridos: ações culturais, espaço público e meios digitais*, IAUUSP, São Carlos, 2013.

NOMADS.USP [Org.]. *Territórios híbridos: ações culturais, espaço público e meios digitais*. São Carlos: IAUUSP, 2013.

PAGE, S. E. *Diversity and complexity*. New York: Princeton University Press, 2011.

PASK, G. The architectural relevance of cybernetics. *Architectural Design*, Londres, v. 39, Set., p.494-496, 1969.

PASK, G. *Conversation, cognition and learning*. A cybernetic theory and methodology. Amsterdam: Elsevier, 1975.

PASK, G. *Conversation theory*. Applications in education and epistemology. Amsterdam: Elsevier, 1976.

PRATSCHKE, A. Entre mnemo e locus: arquitetura de espaços virtuais, construção de espaços mentais. Tese (Doutorado em Ciências da Computação) - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

PRIMO, A. Interação mediada por computador: comunicação, cibercultura, cognição. 3a. ed. Porto Alegre: Sulina, 2011.

RAPOPORT, A. General system theory: essential concepts & applications. Cambridge: Abacus Press, 1986.

REAS, C.; McWILLIAMS, C.; BARENDSE, J. Form + code in design, art, and architecture. New York: Princeton Architectural Press, 2010.

RITTEL, H. On the planning crisis: systems analysis of the 'First and Second Generations'. *Bedriftsokonomien*, n. 8, p. 390-396, 1972.

RIFKIN, J. The age of access: The new culture of hypercapitalism where all of life is a paid-for experience. New York: Penguin Putnam, 2000.

ROÇA, L. Ouvir outros espaços: entornos híbridos, interfaces sonoras em espaços públicos. 2014. 174 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

SAFFER, D. Designing for interaction. Creating smart applications and clever services. Berkeley: New Riders, 2007.

SANTOS, D. M. Espaços híbridos na cidade: interfaces computacionais para comunidades locais. 2008. 452 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

SANTOS, D.; TRAMONTANO, M.; MARQUETO, P. Conversando na rua: a interlocução entre diferenças. In: NOMADS.USP [Org.]. Territórios Híbridos: ações culturais, espaço público e meios digitais. São Carlos: IAUUP, 2013.

SAWYER, R. K. Social emergence: societies as complex systems. New York: Cambridge University Press, 2009.

SCHÖN, D. *The reflective practitioner: how professionals think in action*. New York: Basic Books, 1982.

SCHOLZ, T. *Digital labor: the internet as playground and factory*. New York: Routledge, 2013.

SCOTT, B. Second-order cybernetics: an historical introduction. *Kybernetes*, v. 33, n. 9/10, Out., p. 1365– 1378, 2004.

SHARP, H.; ROGERS, Y.; PREECE, J. *Interaction design: beyond human computer interaction*. Londres/Inglaterra: John Wiley & Sons, 2007.

SOARES, J. P. *Processo de design em arquitetura: complexidade e meios digitais*. 2013. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

SOUZA, M. D. de. *Em conjunto: ações culturais e meios digitais*. 2013. 229 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

TERZIDIS, K. *Algorithmic Architecture*. Oxford: Elsevier, 2006.

THE SHEEP MARKET. What's going on here? Disponível em: < http://jennysabin.com/?page_id=426>. Acesso em 25 jul. 2014.

TRAMONTANO, M. Habitares interactivos; 12 notas preliminares. In: TROYANO (ed.). *Instalando/Installing: arte y cultura digital/art and digital culture*. Santiago: Troyano, 2007.

TRAMONTANO, M.; SANTOS, D. M.; SOUZA, M. D. Territórios Híbridos: 34 pontos para uma agenda de discussões. In: NOMADS.USP [Org.]. *Territórios Híbridos: ações culturais, espaço público e meios digitais*. São Carlos: IAUUSP, 2013.

UNSTUDIO. Mercedes-Benz Museum. Formato JPEG. Disponível em <<http://www.unstudio.com/projects/mercedes-benz-museum>>. Acesso em 10 jul. 2014.

VAN BERKEL, B. Diagrams, design models and mother models. In: MARBLE, S. (Ed.). *Digital workflows in architecture. Designing design - designing*

assembly - designing industry. Based: Birkhäuser, 2012.

ZAMENOPOULOS, T.; ALEXIOU, K. Linking design and complexity: a review. In: JOHNSON, J. H.; ZAMENOPOULOS, T.; ALEXIOU, K. Proceedings of the European Conference on Complex Systems (ECCS-05) Satellite Workshop: Embracing Complexity in Design. UK: The Open Univeristy, 2005.

WARDROP-FRUIIN, N.; MONTFORT, N. (Ed.). The new media reader. Cambridge: The MIT Press, 2003.

WEINSTOCK, M. Evolution and computation. In: HENSEL, M.; MENGES, A.; WEINSTOCK, M. Emergent technologies and design: towards a biological paradigm for architecture. Oxon: Routledge, 2010.

WEINSTOCK, M. The architecture of emergence: the evolution of form in nature and civilisation. Chichester: John Wiley & Sons Ltd., 2010.

WIENER, N. Cibernética e sociedade: o uso humano dos seres humanos. Tradução de José Paulo Paes. São Paulo: Cultrix, 1968.

WINOGRAD, T. From computing machinery to interaction design. In: DENNING, P.; METCALFE, R. (Ed.). Beyond calculation: the next fifty years of computing. New York: Springer-Verlag. p.149-162, 1997.

WOODBURY, R. Elements of parametric design. New York: Routledge, 2010.