

Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Arquitetura da UFMG
Departamento de Projetos
Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo

Emídio Dias Maciel e Souza

Caixa de ferramentas cibernéticas: a conversação como interface de projeto

Dissertação de Mestrado

Belo Horizonte
2022

Emídio Dias Maciel e Souza

Caixa de ferramentas cibernéticas: a conversação como interface de projeto

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Minas Gerais, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Arquitetura e urbanismo.

Orientador: José dos Santos Cabral Filho

Belo Horizonte
2022

FICHA CATALOGRÁFICA

S729c

Souza, Emídio Dias Maciel e.

Caixas de ferramentas cibernéticas [manuscrito] : a conversação como interface de projeto / Emídio Dias Maciel e Souza. - 2022.

102 p. : il.

Orientador: José dos Santos Cabral Filho.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura.

1. Arquitetura e tecnologia - Teses. 2. Interação homem - máquina - Aspectos psicológicos - Teses. 3. Análise da conversação - Teses. I. Cabral Filho, José dos Santos. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Arquitetura. IV. Título.

CDD 720.1



FOLHA DE APROVAÇÃO

Caixa de ferramentas cibernéticas: a conversação como interface de projeto

EMÍDIO DIAS MACIEL E SOUZA

Dissertação submetida à Comissão Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Escola de Arquitetura da UFMG como requisito para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, área de concentração: Teoria, produção e experiência do espaço.

Aprovada em 20 de dezembro de 2022, pela Comissão constituída pelos membros:

Jose dos Santos Cabral Filho:22832440649 Digitally signed by Jose dos Santos Cabral Filho:22832440649
Date: 2022.12.20 19:19:46 -03'00'
Prof. Dr. José dos Santos Cabral Filho – Orientador
EA-UFMG

Digitally signed by MATEUS DE SOUSA VAN
STRALEN:04846099636

Prof. Dr. Mateus de Sousa Van Stralen
EA-UFMG

Sandro Canavezzi de Abreu:17736719870 Digitally signed by Sandro Canavezzi de Abreu:17736719870
Date: 2022.12.22 15:06:25 -03'00'

Prof. Dr. Sandro Canavezzi de Abreu
EA-UFMG

GRAZIELE LAUTENSCHLAEGER:32434546897 Assinado de forma digital por GRAZIELE LAUTENSCHLAEGER:32434546897
Dados: 2023.01.03 13:29:52 +01'00'

Profa. Dra. Graziele Lautenschlaeger
University of Art and Design Linz/Austria

Belo Horizonte, 20 de dezembro de 2022.

Agradecimentos

Agradeço a meu pai, Roberto, por me ensinar o valor inestimável de se possuir dúvidas. À minha mãe, Carla, pelos cuidados silenciosos e incentivos sonoros. À minha irmã Camila e à minha afilhada Mariana Flor, que trouxeram alegria nos momentos mais difíceis. À Ivone, pelo suporte diário e carinho inestimável. Estar com vocês nos últimos dois anos foi fundamental para a realização deste trabalho.

Ao professor José Cabral, pelas orientações instigantes desde o início da minha graduação, e pela generosidade em me apresentar o pensamento circular cibernético. À professora Ana Paula Baltazar, por me introduzir na vida acadêmica como seu bolsista, e pelo incentivo na aprendizagem de eletrônica e computação física. Ao professor Sandro Canavezzi, pela disposição em compartilhar os processos de desenvolvimento do seu software Hidra(!).

Aos participantes do grupo de estudos cibernéticos do LAGEAR, Mateus, Marcus, Estevam, Erica e Diego, por oferecerem suas visões em momentos chave do trabalho. Aos colegas de curso, Alice, André, Isabela, Larissa, Ana e Iara, por dividirem os maiores desafios e conquistas desse processo. À Sara e ao Jawa, pelo companheirismo, seus ouvidos atentos e suas valiosas provocações artísticas.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

“A está melhor quando B está melhor.”
(Heinz vonFoerster, 1971)

“B está melhor, quando A está melhor.”
(Larry Richards, 2020)

Resumo

A presente pesquisa consiste na investigação de formas de controle arquitetônico descentralizado, nas quais usuários podem atuar autonomamente na configuração de seus espaços. O seu desenvolvimento tem como pano de fundo o início do século XX, quando profissionais da arquitetura começaram a trabalhar com projetos de moradias de larga escala, nos quais seus habitantes eram abstraídos de suas especificidades. Desde o Renascimento, designers tem refinado a sua atuação a partir de modelos como mapeamentos precisos da realidade de natureza linear-causal. Tal forma de projetar foi capaz de amplificar as ações humanas, resultando nos avanços tecnocientíficos dos últimos dois séculos. Entretanto, as novas tecnologias informacionais emersas a partir de meados do século XX têm como resultado o aumento proliferante da complexidade de sistemas sociais, um contexto em que a realidade já não é passível de ser modelada de forma tão precisa. Assim, os métodos funcionalistas de projeto são problematizados como uma tentativa de atenuação de variedade social ligada a processos de dominação sobre indivíduos e grupos sociais. No sentido contrário, este trabalho utiliza conceitos da cibernética para a investigação de práticas de design menos restritivas. A partir do trabalho de Gordon Pask, a prática de design será discutida como um processo de conversação, no qual a alta complexidade social deixa de representar uma ameaça e se torna produtiva para o estabelecimento de ações mais efetivas frente às questões da atualidade. Em termos práticos, propõe-se que as Redes de Implicações, uma simplificação dos processos de conversação, podem servir como interface para dar maior enfoque aos aspectos relacionais no desenvolvimento de objetos de uso, dissolvendo os principais dilemas éticos da prática moderna de arquitetura.

Palavras-chave: Arquitetura; Sistemas; Teoria da Conversação.

Abstract

The present research consists of the investigation of forms of decentralized architectural control, in which users can act autonomously in the configuration of their spaces. Its development took place against the backdrop of the early 20th century, when architecture professionals began working on large-scale housing projects that abstracted their inhabitants from their specificities. Since the renaissance, designers have refined their work based on models, as accurate mappings of reality of a linear-causal nature. This way of designing was able to amplify human actions, resulting in the great techno-scientific advances of the last two centuries. However, the new information technologies, emerged from the mid-twentieth century, resulted in a proliferating increase in the complexity of social systems, a context in which reality is no longer capable of being modeled so precisely. Thus, functionalist design methods are problematized as an attempt to attenuate societary variety, linked to processes of social domination over individuals and social groups. In the opposite direction, this research starts from cybernetics concepts to investigate less restrictive design practices. Based on the work of Gordon Pask, the design practice will be discussed with a conversational process, in which the high social complexity ceases to represent a threat, becoming productive for the establishment of more effective actions in the face of current issues. In practical terms, it is proposed that Entailment Meshes, a simplification of conversation processes, can serve as an interface to give greater focus to relational aspects in the development of objects of use, dissolving the main ethical dilemmas of modern architectural practice.

Keywords: *Architecture; Systems; Conversation theory.*

Lista de ilustrações

Figura 1 – Aquarela retratando o interior do Castelo de Balmoral	16
Figura 2 – Quatro articulações espaciais possíveis na casa Rietveld-Schröder	18
Figura 3 – Diagrama representando a dinâmica de controle organizacional	34
Figura 4 – Planta baixa de um pavimento tipo do edifício Schaltwerk Hochhaus	38
Figura 5 – Construção da esplanada da Arena MRV	39
Figura 6 – Planta baixa do edifício Centraal Beheer Headquarters	40
Figura 7 – Representação dos níveis de recursividade do VSM, por Stafford Beer	46
Figura 8 – Representação gráfica do processo de conversação	50
Figura 9 – Representação da analogia entre dois tópicos	54
Figura 10 – Representação do processo de derivação conceitual	55
Figura 11 – Representação da formação de uma coerência conceitual	55
Figura 12 – Representação de uma Rede de Implicações sobre a cibernética	56
Figura 13 – Frame do software THOUGHTSTICKER	58
Figura 14 – Viadutos no setor leste do Parc Guell	63
Figura 15 – Visão inferior à um dos viadutos do Parc Guell.	63
Figura 16 – Esquema das operações realizadas entre o input e output no Musicolour.	65
Figura 17 – Fotografia da montagem original do Colóquio de Móviles em 1968.	66
Figura 18 – Esquema simplificado da interface do Colóquio de Móviles	67
Figura 19 – Diagrama simplificado do Long Distance Voodoo	70
Figura 20 – Interface mecânica do Trambolho, que dá suporte à interação dialógica.	70
Figura 21 – Esquema do comportamento das interfaces físicas do Trambolho	71
Figura 22 – Esquema das partes da interface física da Reconfigurable House	72
Figura 23 – Rede de Implicações sobre o funcionamento de sensores eletrônicos	76
Figura 24 – Peças do quebra-cabeça de eletrônica do LAGEAR	77
Figura 25 – Duas montagens possíveis para o quebra-cabeça de eletrônica	78
Figura 26 – Interface Gráfica do Sistema Hidra(!) recombina inputs e outputs	80
Figura 27 – Interface de programação gráfica do Sistema Hidra(!)	81
Figura 28 – Visualização de um broker MQTT durante um teste para o workshop de AIA	82
Figura 29 – Eixo linear conectado ao Hidra(!)	83
Figura 30 – Programação do eixo linear no UIFlow	84
Figura 31 – Elemento de programação do eixo linear na interface do Hidra(!)	85
Figura 32 – Código gráfico de programação do eixo linear no MAX7	85
Figura 33 – Rede de Implicações que descreve o Long Distance Voodoo	86
Figura 34 – Aplicação pedagógica da interface do Hidra no software Max	87
Figura 35 – Rede de Implicações que descreve o Protótipo 00: Tensão	88
Figura 36 – Detalhes do módulo de motor do objeto interativo Protótipo 00: Tensão	88
Figura 37 – Quadros da sequência de um experimento com o Protótipo 00	90

Figura 38 – Rede de Implicações que descreve uma intervenção dos alunos de AIA	91
Figura 39 – Fotos da interação de visitantes com intervenção dos alunos de AIA . . .	92
Figura 40 – Amarração do sensor de tensão na intervenção de AIA	92
Figura 41 – Código gráfico criado pelos alunos de AIA para a sua intervenção urbana	92

Lista de abreviaturas e siglas

AIA	Ateliê Integrado de Arquitetura
CIAM	Congresso Internacional de Arquitetura Moderna
LAGEAR	Laboratório Gráfico para Experimentação em Arquitetura
Lp	Protolinguagem
M-indivíduos	Indivíduos mecânicos
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport
P-indivíduos	Indivíduos Psicológicos
PCI	Placa de Circuito Impresso
TC	Teoria da Conversação
TO	Teoria dos Objetos
VSM	Viable System Model

Sumário

1	Introdução	12
1.1	Apresentação do tema	12
1.2	Estrutura	13
2	Variedade, complexidade e controle: a circularidade do espaço	16
2.1	O dilema ético da arquitetura moderna	16
2.1.1	Abertura do objeto arquitetônico no contexto modernista	18
2.1.2	Design universal como restrição	19
2.1.3	Radicalização da abertura arquitetônica no modernismo tardio	20
2.2	A circularidade cibernética para a abertura do espaço	22
2.2.1	Sistemas dinâmicos	23
2.2.2	Variedade	26
2.2.3	Controle	28
2.2.3.1	Controle por atenuação de variedade	29
2.2.3.2	Controle por amplificação de variedade	33
2.2.3.3	Não-controle	41
2.2.3.4	Controle misto: atenuação + amplificação de variedade	43
3	A emergência do espaço como diálogo	48
3.1	Teoria da Conversação e a produção do espaço	48
3.2	Redes de implicações	52
3.3	Ambientes Paskianos	60
3.3.1	Interações psicológicas: Parc Guell	62
3.3.2	Interações humanos-máquinas: Musicolour	64
3.3.3	Interações máquinas-máquinas: Colloquy of Mobiles	66
3.3.4	Interações humanos-humanos, por máquinas: Voodoo e Trambolho	68
3.3.5	Interações máquinas-máquinas, por humanos: Reconfigurable House	71
4	Modularidade recursiva nos espaços	74
4.1	Computação física como a formação de coerências entre conceitos	74
4.2	Elaborações Práticas	79
4.2.1	Experimentos pedagógicos de computação descentralizada	83
4.2.2	Transferência de conceitos entre sistemas	87
5	Considerações finais	93
	Referências	97

1 Introdução

1.1 Apresentação do tema

Esta dissertação discute a descentralização do controle na produção do espaço como estratégia de sua adaptação permeada por sistemas sociais e tecnológicos de alta complexidade.

Esse tema nasce da percepção de que espaços formalmente produzidos pelo campo da arquitetura não possuem os atributos adequados às dinâmicas sociais que deveriam comportar na atualidade. Será proposto que o surgimento de mecanismos computacionais como sistemas de mediação de relações pessoais provocou um inédito incremento de complexidade societária. Isto significa que as novas tecnologias de comunicação produziram uma ampliação do número de estados comportamentais possíveis para indivíduos e grupos sociais.

Apesar disso, constataremos que as estruturas e organizações espaciais produzidas a partir do campo arquitetônico não acompanharam essas mudanças de forma efetiva, não compreendendo a permeabilidade informacional descrita.

Tal descompasso será discutido como efeito dos principais paradigmas do campo arquitetônico moderno, pautados pela representação de objetos físicos para controle de sua produção. Propõe-se a ideia de que o processo de projeto convencional incorpora, implicitamente, uma visão sistêmica, compreendendo o espaço como a sobreposição de estruturas físicas e relacionais. A prática de design será então definida como um processo relacional adaptativo, em que arquitetos e arquitetas constroem modelos dos sistemas contextuais com os quais lidam e atuam para condensar em objetos físicos o máximo de sua complexidade.

A despeito disso, reconheceremos que, em última instância, o foco predominante em aspectos formais e materiais das arquiteturas produz ambientes estáticos, que não podem ser modificados e, por isso, restringem os potenciais comportamentos de seus habitantes.

Nesse sentido, será argumentado que a efetividade das arquiteturas frente às demandas do mundo atual depende de uma mudança dos paradigmas projetivos que as definem. Compreendemos que o embricamento relacional entre espaço e seus habitantes não se encerra como input do projeto, compondo uma relação circular, fundamental para a adaptação de objetos arquitetônicos inseridos em contextos complexos.

Em outras palavras, isso significa encarar um edifício como um sistema de elementos físicos que é, simultaneamente, a interface e o produto de interações entre pessoas. Para isso, trabalharemos principalmente a partir da cibernética como o estudo de sistemas que possuem objetivos e que atuam a partir de ciclos de percepção e ação para alcançar tais objetivos (PANGARO, 2012). Por compreender o funcionamento de uma ampla gama de sistemas tangíveis e intangíveis, este campo de investigação fornece as bases para articular

o espaço construído como um processo adaptativo definido por relações humanas.¹

A principal posição defendida ao longo do trabalho é a de que a conversação é o principal aspecto da experiência arquitetônica, definida pelo ciberneticista Gordon Pask como um processo de permutações conceituais que produzem a consciência e a inteligência humanas. O entendimento é de que o trabalho de Pask serve como uma moldura teórica que pode ser mapeada na produção do espaço para a continuidade de ações criativas no uso de elementos arquitetônicos.

Adicionalmente, descreveremos a conversação como uma forma de interação em que as contradições entre seus participantes produzem a sua convergência em objetivos comuns. Para validar tais ideias serão apresentados experimentos práticos que realizei ao longo da pesquisa, em que aparatos digitais são utilizados para espacialização de conversações. A partir de sua análise, buscamos também identificar as qualidades do objeto arquitetônico que provocam conversações efetivas.

1.2 Estrutura

No segundo capítulo, delinearemos o tema proposto em duas partes complementares, primeiro por uma perspectiva da crítica arquitetônica e depois por sua leitura através de conceitos e teorias cibernéticas.

Na primeira parte, faremos um apanhado histórico sobre a produção do espaço entre o final do século XIX e meados do século XX, mais especificamente a década de 1960, identificando críticas desse período relativas à falta de liberdade de indivíduos. Partiremos da analogia da casa como um casulo, criada por Walter Benjamin, para a caracterização da falta de maleabilidade das arquiteturas de sua época em relação aos comportamentos e usos desejados por seus habitantes. Com isso, pretende-se embasar o problema por uma perspectiva ética, demonstrando como as ferramentas foram progressivamente instrumentalizadas como mecanismos de dominação social.

No fim da seção, serão apresentadas proposições críticas e práticas do fim do modernismo que investigam formas de controle arquitetônico descentralizado, em que o planejamento se dá como o desenvolvimento de estruturas adaptativas agenciadas por não-especialistas. Aqui, esse aspecto será trabalhado principalmente a partir da teoria dos suportes e recheios do arquiteto holandês John Habraken e da proposição de zonas de não-planejamento para o controle de situações complexas, formulada pelo grupo de

¹ A cibernética é um campo de investigação que reúne campos tão diversos quanto a computação eletrônica digital, teoria da informação, pesquisas em redes neurais, a teoria dos servomecanismos e sistemas de retroalimentação, psicologia, psiquiatria e ciências sociais. O termo deve ser entendido como uma teoria unificadora dos sistemas inaugurada por Wiener (1948), sendo desenvolvida a partir da década de 40. Para informações introdutórias sobre o campo cibernético, consultar (WERNER *et al.*, 2017; ASHBY, 1956; PICKERING, 2011; PANGARO, 2006; PANGARO, 2012).

arquitetos britânicos Reyner Banham, Paul Barker, Peter Hall e Cedric Price.

Na segunda parte do capítulo 2, os conceitos de complexidade e controle serão apresentados por suas definições cibernéticas, permitindo avaliar, de forma pragmática, as características operacionais da prática arquitetônica. Partindo das investigações do neurologista e ciberneticista William Ross Ashby sobre o funcionamento do cérebro humano, definiremos a complexidade a partir da variedade, sendo a medida do número de estados que a organização de um sistema consegue produzir. O controle será definido como de equilíbrio de variedade entre dois sistemas que interagem, podendo ser obtido pela atenuação de variedade do sistema mais complexo ou amplificação do sistema menos complexos.

Como veremos, a centralidade dos profissionais da arquitetura no controle do espaço constitui uma situação em que os mesmos possuem menor variedade que os contextos que modelam. Por isso, a prática pautada pela representação de objetos estáticos será tratada como uma operação de restrição de variedade de usos do espaço, explicando de forma objetiva os problemas éticos discutidos anteriormente. Pensando em termos da efetividade do controle, utilizaremos os trabalhos dos ciberneticistas Stafford Beer e Ranulph Glanville para demonstrar as vantagens da descentralização do controle como uma forma de amplificação de variedade do objeto arquitetônico a partir de sua manipulação por usuários.

Ampliando a discussão acerca do controle, será demonstrado que a atenuação de variedade não deve ser necessariamente relacionada a aspectos coercitivos. Isso será feito pela introdução do conceito de modelo de Beer como um mapeamento simplificado da realidade, como um mecanismo que sistemas dinâmicos dispõem para a detecção de erros em relação a seus objetivos. Nesse sentido, este tipo de modelo se difere das representações arquitetônicas porque são instrumentos de adaptação contínua dos próprios sistemas que representam. Por isso, trabalharemos a ideia da descentralização do projeto como uma estratégia de controle misto, em que a atenuação e amplificação de variedade são alternadamente utilizadas para a estabilidade da interação entre humanos e seu ambiente.

No terceiro capítulo, discutiremos a conversação como um mecanismo de controle misto, em que participantes amplificam sua variedade sistêmica através de sua interação, mas também convergem em modelos compartilhados. Na primeira seção, será feito um panorama da Teoria da Conversação de Gordon Pask, indicando sua relação com a prática de design. A partir do trabalho de Paul Pangaro e Hugh Dubberly, defenderemos a ideia de que ambientes construídos devem ser interfaces físicas de espacialização dos conhecimentos utilizados no seu desenvolvimento.

Na segunda seção, trabalharemos o método das Redes de Implicações, desenvolvida por Pask para a construção de representações computáveis de conversações. Encerrando o capítulo, descreveremos espacialidades desenvolvidas como materializações dos mecanismos de conversação formalizados por Pask, indicando uma multiplicidade de configurações possíveis para a espacialização de permutações conceituais.

Finalmente, no quarto capítulo, será feito um paralelo entre a dinâmica das conversações, suas representações por Redes de Implicações e a criação de sistemas de comunicação física. O objetivo é investigar a viabilidade técnica da criação de espaços que se adaptem a partir das conversações que mediam e propor que as Redes de Implicações podem ser ferramentas de projeto e ensino da arquitetura.

Primeiro, descreveremos a interface Hidra(!), criada pelo professor Sandro Canavezzi para facilitar a criação de espacialidades interativas. Em seguida, serão descritos experimentos pedagógicos desenvolvidos através desse software, voltados à compreensão de conceitos de computação física e eletrônica na disciplina Ateliê Integrado de Arquitetura. Por último, demonstraremos um desdobramento desses experimentos, indicando a possibilidade de compartilhamento de estruturas físicas e conceituais entre múltiplos sistemas de interação através do espaço.

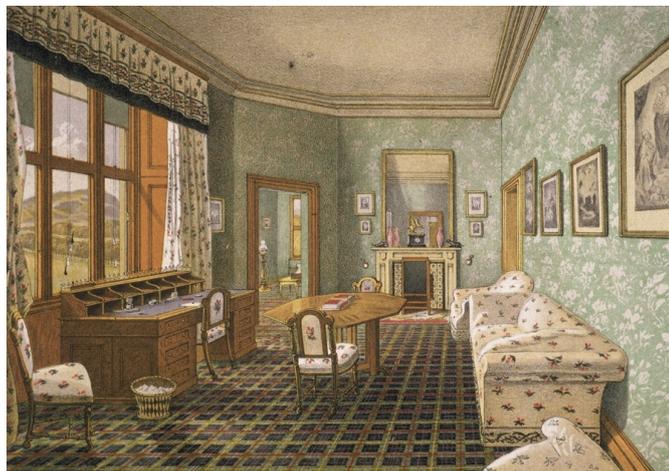
2 Variedade, complexidade e controle: a circularidade do espaço

2.1 O dilema ético da arquitetura moderna

Na passagem do século XIX para o século XX, ocorreu uma gradativa transformação na atividade de profissionais da arquitetura, relativa ao tipo de habitação que desenvolviam. Até esse período, estes profissionais se ocupavam majoritariamente com o desenvolvimento de habitações particulares de clientes abastados. A partir da virada do século, ocorre uma crescente preocupação relativa à habitação das massas que representavam a força de trabalho das indústrias em ascensão. Nesse sentido, ocorre uma virada fundamental nos processos de projeto arquitetônico de residências, referente ao grau de atenção de projetistas em relação às especificidades dos habitantes das edificações por eles projetadas.

No caso do tipo de habitação predominante ao longo do século XIX, os contratantes dos projetos geralmente eram os próprios moradores e moradoras das edificações desenhadas, pertencentes à classe burguesa ou à nobreza. Assim, o processo de projeto tinha como tema principal os hábitos específicos dessas pessoas. A partir de entrevistas e *briefings* projetivos com clientes, arquitetos exaustivamente examinavam e revisitavam dados referentes a usos desejados no momento de sua contratação. A partir disso, desenhos projetivos eram elaborados como um esforço de acomodar as demandas identificadas.

Figura 1 – Aquarela retratando o interior do Castelo de Balmoral, ícone da arquitetura Victoriana construído em 1856.



Fonte: Royal Collection Trust

É necessário notar que as arquiteturas desse período apresentam entre si importantes diferenças em termos formais. Um exemplo disso são as moradias que começaram a ser produzidas com a ascensão do *Art Nouveau*, que se contrastavam com obras de períodos anteriores por revelarem muito mais o seu interior, e por trabalharem melhor as questões de luminosidade e aberturas.

Apesar disso, é possível afirmar que, durante todo o século XIX, prevaleceu a

utilização predominante de processos de projeto que, embora circulares em sua natureza, eram frequentemente compreendidos de forma linear pelos profissionais da arquitetura. Eles resultavam em edificações com baixo grau de abertura em relação a alterações futuras, impossíveis de serem antecipadas por profissionais especializados.

Essa compreensão linear pode ser atribuída tanto à organização sequencial do processo de projeto, que muitas vezes segue uma linha temporal ordenada, quanto à formação acadêmica dos arquitetos, que muitas vezes é voltada para a elaboração de projetos seguindo uma sequência lógica e linear. Além disso, a história da arquitetura e do pensamento arquitetônico também pode ter influenciado essa compreensão, uma vez que muitas correntes arquitetônicas se basearam em conceitos de linearidade e racionalidade. No entanto, é necessário um novo olhar para a arquitetura, que leve em conta a complexidade do mundo contemporâneo e as necessidades dos usuários em constante mudança.

No entanto, é importante destacar que os processos de projeto podem ser circulares e não-lineares em muitos casos, e essa compreensão pode trazer benefícios para a elaboração de projetos mais integrados e adaptáveis. Essa abordagem mais aberta e adaptativa é cada vez mais importante na era da tecnologia, em que as mudanças acontecem rapidamente e as necessidades dos usuários são variáveis e imprevisíveis.

Esse fato não passou despercebido por teóricos e críticos de arquitetura e urbanismo da época, que começaram a questionar a efetividade real de processos de projeto nos quais arquiteturas eram tratadas como obras de arte fechadas. Como nota Kapp (2009), Walter Benjamin era profundamente crítico à moradia burguesa do século XIX, principalmente em relação ao fato de esse tipo de edificação não revelar seu interior. O autor, tecendo seu argumento a partir da analogia da casa burguesa como um casulo, problematiza que esses espaços seguiam um ideal de conforto e segurança para controlar os hábitos de seus habitantes. Isso porque qualquer alternativa de uso que não correspondesse ao projeto original era negada. (BENJAMIN, 1982 apud KAPP, 2009)

A partir de critérios estilísticos, Benjamin argumenta que a emergência do *Art Nouveau*, “com sua transparência e porosidade, seu gosto pela luz e pelo ar livre”, representa a decadência da moradia-casulo (BENJAMIN, 1982 apud KAPP, 2009). Kapp destaca que no campo da arquitetura essa virada não mudou em nada a predominância do projeto como a prescrição de espaços que engessam determinados hábitos e ações, fazendo persistir determinado status quo. A autora completa que a lógica desse tipo de moradia permanece até os dias atuais, propondo a necessidade de uma virada na lógica do modo de produção arquitetônico. (KAPP, op. cit.)

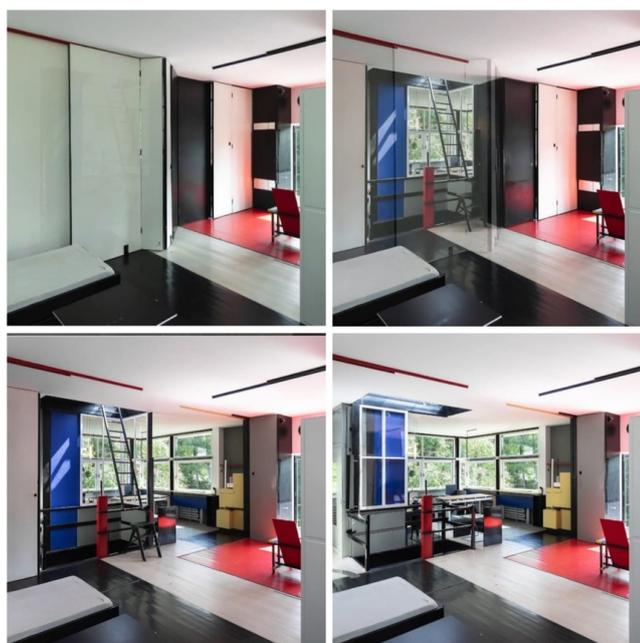
Adolf Loos, tratando exatamente de moradias *Art Nouveau* produzidas por seus contemporâneos, abstrai as diferenças estilísticas em relação a períodos anteriores, e critica a postura de profissionais da arquitetura. O autor entende a lógica de projetos residenciais de sua época como prescrições tão bem estruturadas que não conseguiam absorver mudanças no cotidiano, nos desejos e no comportamento de seus moradores.

Um dos principais símbolos dessa crítica é uma crônica do autor de 1890, intitulada *Sobre um Pobre Homem Rico*. Na narrativa ficcional ele narra o embate entre um homem rico e seu arquiteto pessoal, numa disputa das tomadas de decisão relativas aos espaços de sua moradia. Na história, o homem contrata o arquiteto visando transformar sua casa em uma obra de arte. Ele então se arrepende profundamente de sua escolha, ao perceber que a precisão com a qual sua moradia foi desenhada o impedia de produzir qualquer mudança futura. (LOOS, 1898)

2.1.1 Abertura do objeto arquitetônico no contexto modernista

O referido texto de Loos, embora caricato, evidencia o amadurecimento do questionamento das moradias-casulo. Para além de uma crítica da forma do objeto arquitetônico, nesse período ganham força discursos de oposição à centralização do projeto arquitetônico na figura de arquitetas e arquitetos. Nesse contexto, é possível identificar o crescente esforço de especialistas da arquitetura no uso de elementos capazes de abrir o objeto arquitetônico residencial à dinâmica mutável de seus próprios habitantes. Em outros termos, pode-se dizer que para além de mudanças de ordem estilística, pela primeira vez surgem projetos modernistas que se propõem a modificar a estrutura do modo de produção do campo arquitetônico. Sua diferença é que edificações residenciais começam a ser entendidas como sistemas dinâmicos com os quais usuários se relacionam de forma autônoma.

Figura 2 – Quatro articulações espaciais possíveis na casa Rietveld-Schröder



Fonte: Montagem a partir de GIF disponível em <https://www.rietveldschroderhuis.nl/nl>

A Casa Schröder, projetada em 1924 por Gerrit Rietveld em parceria com a Sra. Truus Schröder-Schräder, é um exemplo disso. Na residência, os projetistas aumentaram

significativamente o número de possibilidades de uso do segundo pavimento através da instalação de painéis articulados e de correr (FIGURA 2). Quando utilizados, esses elementos serviam para a criação de cômodos de diferentes tamanhos no segundo pavimento. Alternadamente, quando abertos, esses elementos proporcionavam um ambiente de grande permeabilidade visual e física, em que moradores poderiam compartilhar atividades. Desse modo, um só espaço poderia ter sua configuração alterada por usuários, a depender do grau de privacidade requerido pelas atividades e ações ali realizadas.

Mies van der Rohe, arquiteto alemão da Bauhaus, utiliza de estratégia similar no projeto de seus apartamentos para a exposição de Weissenhof, em 1927. O arquiteto propõe uma estrutura básica para as unidades habitacionais, mas amplia as possibilidades de sua organização interna através da flexibilização da disposição de suas divisórias internas. Essas arquiteturas, que visavam a ampliação das possibilidades espaciais, indicam a busca por sistemas construtivos produzidos de forma massificada, mas capazes de gerar ampla variedade de combinações possíveis entre seus elementos.

O objetivo desse movimento por parte dos projetistas era desenvolver espaços capazes de acomodar articulações espaciais não previstas, a partir da sua manipulação pelos próprios habitantes.

2.1.2 Design universal como restrição

Apesar desse breve aparecimento de arquiteturas abertas a múltiplas configurações, essa proposição perde força ao fim da década de 1920. Quando projetistas do campo arquitetônico se depararam com um nível de complexidade social até então sem precedentes, resultante de toda a rápida sucessão de avanços técnicos e científicos do século anterior, começam a adotar como estratégia projetual a simplificação de sistemas sociais. Com o surgimento do Congresso Internacional de Arquitetura Moderna (CIAM), em 1928, o problema da habitação social ganha grande proeminência no campo arquitetônico, que até então se dedicara quase exclusivamente às moradias unifamiliares. Nesse contexto, o que ocorreu é que tanto a escala dos projetos quanto seu contexto socioeconômico sofreram profundas modificações.

Os contratantes dos projetos, antes majoritariamente individualizados e pertencentes à classe burguesa, são substituídos pelos administradores públicos e incorporadores. Simultaneamente, a unidade mínima familiar em escala humana é ampliada para uma amálgama de unidades mínimas a serem habitadas por pessoas que não têm relação entre si. A impessoalidade do projeto e o grande aumento da escala dos edifícios, resultou em grandes complexos residenciais nos quais seus habitantes não possuíam amplo poder de decisão. Portanto, usuários eram abstraídos da elaboração de sua própria casa, ficando submetidos às tomadas de decisão impositivas de profissionais especializados contratados por terceiros.

Diferentemente da residência burguesa do século XIX, das casas *Art Nouveau*, e até mesmo das proposições de espaços internos modificáveis do início do século, as necessidades e desejos dos habitantes de conjuntos habitacionais voltados às grandes massas são mais difíceis de serem captadas por arquitetos e arquitetas. Ao invés de trabalharem a partir de emolduramentos dos hábitos, desejos e necessidades de núcleos familiares específicos, profissionais da arquitetura passam a abstrair dos indivíduos sua própria realidade, homogeneizando suas distinções a partir da generalização de uma classe com necessidades comuns. O CIAM de 1929, que teve como tema a existência-mínima (*Existenzminimum*), evidencia essa tentativa de enquadramento da população trabalhadora, já que houve no evento a predominância de projetos de moradias dedicadas a atender a demandas vistas como universais.

2.1.3 Radicalização da abertura arquitetônica no modernismo tardio

Essa postura arquitetônica que predominou durante quase todo o período moderno, com poucos questionamentos, começa a ser questionada a partir do final dos anos 60 com o surgimento do estruturalismo na arquitetura (BENEVOLO, 2005). Jovens arquitetos desse período compartilhavam com seus antecessores a escala dos projetos, o uso de *grids* modulares e as preocupações relativas à habitação e espaços públicos voltados às grandes massas de trabalhadores. No entanto, é possível notar nesse período a emergência de profissionais influenciados pelo estruturalismo, cujos trabalhos enfatizavam ainda mais a participação dos habitantes nos espaços formalmente produzidos.

Com o estruturalismo, a arquitetura passou a ser vista como um sistema interdependente de relações, onde as partes só podem ser compreendidas em relação ao todo. Nesse contexto, arquitetos passaram a buscar uma abordagem mais participativa, descentralizando as decisões relativas ao espaço através do projeto (FRAMPTON, 1996). Dessa forma, a arquitetura deixou de ser vista apenas como um objeto a ser contemplado e passou a ser encarada como um processo dinâmico, capaz de influenciar a vida das pessoas de maneira mais significativa.

Assim, arquitetos influenciados pelo estruturalismo passaram a enfatizar a importância da participação dos usuários na concepção dos espaços arquitetônicos, promovendo a criação de ambientes mais inclusivos e democráticos. Essa abordagem levou a uma maior diversidade na produção arquitetônica, com uma variedade de soluções formais que atendem às necessidades específicas de diferentes grupos sociais (HARVEY, 1990).

Pode-se dizer que, revelados alguns dos sintomas mais graves das estratégias de controle restritivo no design, há nesse movimento do modernismo tardio a tentativa de desenvolver novas estratégias para lidar com a questão da habitação em massa. Surgem, portanto, discursos e práticas pautados por uma postura política e crítica mais radical do que seus antecessores, com enfoque na problematização de paradigmas projetivos como

ferramenta de controle da classe trabalhadora.

John Habraken, arquiteto holandês nascido na Indonésia, elaborou uma crítica estruturada do funcionalismo moderno, questionando suas estratégias de planificação de hábitos a partir da noção de existência mínima. Habraken foi influenciado pelo estruturalismo na arquitetura, que como descrito defendia uma abordagem mais participativa e descentralizada na concepção dos espaços arquitetônicos. Na sua concepção, nem a larga escala de projetos habitacionais, nem as tecnologias construtivas industriais implicavam necessariamente na uniformidade de formas e funções presentes nas obras de seus antecessores (HABRAKEN, 1987). Em resposta, Habraken argumenta que o problema da moradia não se esgota na construção de edificações, mas pelo estabelecimento de processos capazes de “criar condições que irão, eventualmente, entregar uma casa decente para todos”.¹ (HABRAKEN, 1988)

Como consequência de sua visão, o arquiteto propõe sua teoria de suportes e recheios, em que ele define os limites e níveis de intervenção dos profissionais da arquitetura (HABRAKEN, 1972). Em contraste às habitações sociais funcionalistas, o arquiteto não deveria se envolver no projeto interior da unidade habitacional, se atendo em prover um sistema estrutural e infra-estrutura básica de um edifício (água, luz, telefone, circulações horizontais e verticais, segurança etc). A partir desses elementos iniciais, denominados de suportes, e que são entendidos como uma questão de responsabilidade coletiva, usuários finais poderiam determinar individualmente a configuração do espaço de suas residências.

Em proposição com intenções similares, o grupo formado por Reyner Banham, Paul Barker, Peter Hall e Cedric Price, publicou em 1969 um artigo intitulado de “*Non-Plan: An experiment in freedom*”. No texto, os arquitetos questionam a efetividade do exercício de projeto funcionalista, relacionando a sua rigidez a um contexto sociopolítico de falta de democracia². Para os arquitetos, não se pode dizer com clareza até que ponto as qualidades espaciais emergidas desse tipo de projeto são resultados da competência de seus planejadores. Para isto, eles evocam uma série de exemplos de projetos rigorosamente desenvolvidos, que se tornaram bem-sucedidos exatamente pelo fato de que não foram utilizados conforme planejado. Por esse motivo, em seu artigo os autores trazem a proposição de experimentos com zonas urbanas de não-planejamento, nas quais decisões relativas ao espaço seriam tomadas pelos próprios habitantes.

Parte do grupo que redigiu o referido artigo sobre não-planejamento, Cedric Price não tinha como enfoque a resolução de problemas a partir de um projeto arquitetônico. Ao contrário, ele reconhece sua incapacidade (e de qualquer outro profissional da arquitetura) de identificar e conseguir endereçar a totalidade das questões que compõem demandas de projetos. Ao invés de lidar com a complexidade envolvida em seus planejamentos através da

¹ Do original: “[. . .] create conditions that will, eventually, give everybody a decent house”.

² Os arquitetos utilizam como exemplo as reconstruções de Paris realizadas por Haussman e Napoleão III, intimamente ligadas ao autoritarismo de seus governos.

limitação do comportamento de indivíduos, a carreira do arquiteto britânico é marcada por estratégias projetivas que procuram se beneficiar do aumento de complexidade social que marcou sua época. Nesse sentido, usuários são vistos por Price como parte fundamental de processos evolutivos de edificações. Os espaços desenvolvidos por ele eram sempre configurados como uma “interface para lidar com a incerteza, [...] livre de valores prescritos (value-free), onde as pessoas diretamente interessadas é que atribuiriam valor ao espaço”. (BALTAZAR; MELGAÇO, 2015)

2.2 A circularidade cibernética para a abertura do espaço

Como descrito, em oposição ao discurso da existência-mínima, arquitetas e arquitetos da década de 1960 começaram a imaginar formas de projetar que não se esgotam no desenvolvimento formal de arquiteturas, entendendo o espaço construído como um processo evolutivo. Apesar disso, o que se observa é que o tipo de espaço que Walter Benjamin caracterizou como um casulo permanece predominante em nossa sociedade, frequentemente tolhendo indivíduos da liberdade de articularem seus espaços conforme sua necessidade.

Uma das marcas fundamentais das sociedades contemporâneas é o seu alto grau de complexidade social, resultante do incremento da frequência das interações entre diferentes povos e culturas. Durante todo o período moderno, os humanos refinaram sua capacidade de captura, manipulação e permutação de dados referentes a seu ambiente. Isso permitiu a formação de redes globais de transportes, de comunicações e informação, acelerando o desenvolvimento científico em múltiplos âmbitos. Essa característica se mostrou fundamental para um salto quantitativo e qualitativo das ações humanas no planeta terra.

O acúmulo de desenvolvimento técnico-científico no período entre as três grandes revoluções industriais, amplificou significativamente a produção e circulação de mercadorias. A última dessas revoluções, ligada à computação e automatização de processos, permitiu mais alto grau de controle dessa produção. Diante disso, indivíduos, grupos sociais e instituições deixaram de ter suas ações limitadas apenas pela observação do seu ambiente imediato, se tornando capazes de amplas capturas de informações independentes de sua localização física. Para isso, foi fundamental o desenvolvimento de uma visão do mundo a partir de modelos, através dos quais se pode dissecar um problema em partes bem definidas, reconhecendo as suas relações mútuas.

Definir um modelo significa mapear a realidade tendo-se em vista um objetivo, renunciando à qualquer informação inútil para a manutenção desse propósito. (BEER, 1994) Essa estratégia de retenção de informação constitui uma forma de pensamento abstrato que se mostrou extremamente útil ao desenvolvimento da ciência moderna, e que tem permeado significativamente diversas vertentes da atividade de design. (GLANVILLE, 1999)

No campo da arquitetura, fica evidente como os profissionais da área tem repetidamente operado segundo essa estratégia como principal paradigma de sua profissão, refinando-a ao longo do último século no sentido da maior racionalização do objeto.

Em primeiro lugar, o arquiteto renascentista recorre ao mapeamento, via representação em perspectiva, das características geométricas do objeto arquitetônico, abrindo mão das relações e processos existentes no canteiro e no processo de construção. Essa forma de representação possibilitou a antecipação do que se pretende produzir, estabelecendo uma relação linear entre concepção e construção, na qual a primeira controla a segunda de forma determinada. (BALTAZAR, 2012) Giorgio de Santillana (1981 apud CABRAL FILHO (1996)) argumenta que o uso da perspectiva geométrica, “como instrumento conceitual para abordar o mundo”, inaugura a possibilidade de sua descrição precisa e objetiva, como um ambiente isolado sem relação com o observador. Por isso, ele descreve o mapeamento da realidade por abstrações geométricas como a origem do pensamento científico moderno.

No século XIX, os projetistas das moradias burguesas realizavam a captura de demandas de seus clientes, e desenvolviam espacialidades como uma resposta rigorosa a essas demandas. Na virada para o século XX, as consequências do maior grau de interação social se revelam um desafio inédito para projetistas de moradias, até então acostumados a produzir respostas a problemas passíveis de serem muito bem definidos. A acentuação da industrialização da produção e a generalização de processos de urbanização característicos dessa época, implicaram na concentração de indivíduos nos centros urbanos, inaugurando a demanda por moradias multifamiliares de larga escala. Pela primeira vez, os projetistas de espaços arquitetônicos têm que lidar com a multiplicidade de perfis de indivíduos compartilhando uma só edificação ou parcelas muito restritas do espaço urbano. O resultado desse processo é um aumento de complexidade societária que, apesar de se revelar cada vez mais acentuado, é ainda pouco compreendido nos diversos campos do design.

A presente seção pretende investigar a validade de abordagens práticas da arquitetura moderna no contexto da contemporaneidade. A análise se baseia em elaborações teóricas do campo da cibernética que, quando aplicadas aos paradigmas projetivos da arquitetura convencional, revelam a sua incapacidade de produzir espaços adequados à dinâmica da vida humana. Assim, serão trabalhados os conceitos cibernéticos de variedade, controle e modelo, contrastando-os com seus mais frequentes usos relativos à prática de projeto.

2.2.1 Sistemas dinâmicos

Para o ciberneticista britânico Gordon Pask (1969) , até o século XIX a imagem predominante dos profissionais da arquitetura era a de produtores de edifícios como obras de arte isoladas do mundo (casas de alto nível, teatros, palácios, monumentos etc.). En-

tretanto, ao longo da Era Vitoriana estes profissionais começaram a ter como objeto de trabalho a articulação de espacialidades que até então nunca haviam sido concebidas, como estações de trem e grandes exposições internacionais. Tais espacialidades, segundo o autor, demandavam uma nova “perspectiva do edifício requerido como parte do ecossistema de uma sociedade humana”³.

Por isso, Pask argumenta que, desde o século XVIII, profissionais da arquitetura foram “os primeiros designers de sistemas”, sendo “forçados a ter um interesse crescente nas propriedades de sistemas organizacionais (intangíveis) de desenvolvimento, comunicação e controle” (Ibid.).⁴ O autor atribui esse interesse forçado à incapacidade das teorias da “Arquitetura Pura” de lidarem com os rápidos avanços técnicos do fim daquele século e com os novos problemas colocados por uma sociedade cada vez mais dinâmica, que já não podiam ser solucionados pela aplicação direta de regras definidas por tratados arquitetônicos. (Ibid.)

Apesar de reconhecer que muitos arquitetos conseguiram endereçar essas novas questões através de suas obras, o que Pask indica é que nenhum deles conseguiu dar ênfase ao caráter sistêmico de sua nova produção, atribuindo isso à falta de uma metalinguagem para dar suporte a essas novas discussões. Ainda assim, o autor indica o florescimento naquele período de várias subteorias arquitetônicas essencialmente “orientadas por sistemas”, que segundo ele podem ser interpretadas como “teorias cibernéticas embrionárias”. (Ibid.)

Pask concorda com a ideia funcionalista de que um edifício existe para “performar certas funções”, mas propõe que essa visão seja rearticulada numa direção humanista. Isso significa que, ao contrário dos praticantes de design nos moldes da ciência moderna, ele considerava impossível enxergar um edifício isoladamente, sem considerar o contexto em que o projeto se insere. Essa visão de Pask em relação ao design é resultante de suas contribuições à cibernética de segunda ordem, em que sistemas não podem ser vistos isoladamente, mas sempre como uma relação entre o contexto do observador e o sistema observado⁵. Ele diz que

As funções, no fim das contas, são performadas *para* seres humanos ou sociedades humanas. Segue que um edifício não pode ser visto de maneira isolada. Ele só tem significado como um ambiente humano. Ele interage perpetuamente com seus habitantes, por um lado servindo a eles, e por outro lado controlando seu comportamento. Em outras palavras estruturas fazem parte de sistemas maiores que incluem componentes humanos e o arquiteto está primariamente ocupado com esses sistemas maiores; *eles* (e não apenas a parte dos tijolos e argamassa) são o que os arquitetos desenham. Eu devo chamar essa noção de mutualismo arquitetônico, significando mutualismo entre estruturas e humanos ou sociedades.

³ Do original: “[. . .] seeing the required building as a part of the ecosystem of a human society”.

⁴ Do original: “[. . .] architects are first and foremost system designers who have been forced, over the last 100 years or so, to take an increasing interest in the organisational (ie, nontangible) system properties of development, communication and control.”

⁵ Para maiores informações sobre a cibernética de segunda ordem, consultar (SCOTT, 2004; HEYLIGHEN; JOSLYN, 2003; GLANVILLE, 2003; GLANVILLE, 2004; CABRAL FILHO, 2009).

Ibid.⁶

Mais do que “máquinas de viver” modernistas, como objetos que servem aos seres humanos, essas arquiteturas mutualistas conseguiriam incorporar de maneira mais enfática a dinâmica adaptativa dos seres humanos que abrigam. Atuando a partir dessa perspectiva, arquitetas e arquitetos se tornam programadores de sistemas sociais dinâmicos, e procuram produzir certos comportamentos desejados (*outputs* do sistema), que podem ou não se confirmar na realidade.

A arquitetura mutualista é uma abordagem que enfatiza a interação entre o ambiente construído e seus usuários, entendendo que eles co-criam e influenciam mutuamente. Essa abordagem foi desenvolvida por Gordon Pask, que acreditava que o ambiente construído deve ser projetado para ser adaptável e responsivo às necessidades dos usuários. Essa abordagem inspirou muitos arquitetos a seguir suas ideias e desenvolver projetos que priorizam a participação ativa dos usuários e a flexibilidade dos ambientes.

Entre os arquitetos que podem ser considerados influenciados pelas ideias de Pask, destacam-se Christopher Alexander, Cedric Price, John Habraken, Richard Sennett e Bernard Tschumi. Alexander é conhecido por suas ideias sobre arquitetura “orgânica” e “viva” (ALEXANDER, 1979), enquanto Price desenvolveu projetos que incorporavam a ideia de “não terminado” e que permitiam a adaptação contínua dos ambientes pelos usuários (Price, 2003). Habraken, por sua vez, enfatiza a importância da flexibilidade e adaptabilidade dos ambientes às necessidades dos usuários (HABRAKEN, 1972), enquanto Sennett escreveu extensivamente sobre as interações entre as pessoas e o ambiente construído (SENNETT, 1990). Tschumi, por fim, desenvolveu uma abordagem de projeto que enfatiza a importância do movimento e da experiência dos usuários em seus ambientes (TSCHUMI, 1994).

É importante ressaltar que a abordagem mutualista é uma abordagem mais ampla e pode ser aplicada em vários campos além da arquitetura, como a educação, a psicologia e a inteligência artificial (PASK, 1971). Portanto, compreender essa abordagem pode ser útil não apenas para arquitetos, mas também para profissionais de outras áreas que buscam projetar ambientes adaptáveis e responsivos às necessidades dos usuários.

Portanto, o cerne das discussões que seguem é o entendimento de arquiteturas como sistemas dinâmicos relacionais, tangíveis e intangíveis. Entendemos que para que esses sistemas sejam viáveis, isto é, para que eles sirvam aos objetivos aos quais são designados, eles devem conseguir performar um “truque chamado de adaptação” (BEER, 1994), como uma abertura a reprogramações internas. Dessa forma, a cibernética organizacional de Stafford Beer e a centralidade da variedade para o seu discurso, serão discutidas por seus

⁶ Do original: “The functions, after all, are performed for human beings or human societies. It follows that a building cannot be viewed simply in isolation. It is only meaningful as a human environment. It perpetually interacts with its inhabitants, on the one hand serving them and on the other hand controlling their behaviour. In other words structures make sense as parts of larger systems that include human components and the architect is primarily concerned with these larger systems; they (not just the bricks and mortar part) are what architects design. I shall dub this notion architectural ‘mutualism’ meaning mutualism between structures and men or societies.”

paralelos com a arquitetura, indicando possíveis ferramentas teóricas e práticas para lidar com a atual complexidade das questões deste campo profissional.

Como será descrito, o método moderno de projetar perde relevância no contexto cibernético, uma vez que o objeto não pode mais ser visto de forma isolada, mas como parte de um sistema mais amplo. Se por um lado um objeto de uso tem uma função muito bem definida, servindo a humanos, por outro eles controlam o comportamento de seus usuários. Esse caráter dialético do objeto constitui uma interação contínua entre indivíduos e seu ambiente, que pode ser definido como um sistema de segunda ordem. Isso porque nesse sistema relacional tanto o objeto quanto a parte humana devem dispor de formas de aprendizagem sobre essas interações, ajustando suas ações através de uma forma de feedback chamada de conversação.

2.2.2 Variedade

Embora o campo do design tenha se tornado mais sistêmico, conforme apontado por Pask, ainda há uma necessidade de reconhecer objetos como sistemas dinâmicos em vez de entidades estáticas associadas aos métodos modernos. Nesse sentido, a cibernética oferece uma perspectiva ao design que considera os objetos configurados com base em princípios evolutivos, possibilitando sua adaptação ao longo do tempo por meio da manipulação humana. Essa abordagem valoriza a adaptabilidade dos objetos de design, permitindo a criação de produtos capazes de se adaptar às necessidades em constante evolução dos usuários e do contexto.

A limitação dos objetos de design é explicada pela falta de dinamismo entre os objetos criados pelos arquitetos que compõem o espaço. Em contrapartida, a cibernética oferece uma abordagem mais holística e adaptativa para o design, permitindo que os objetos sejam vistos como sistemas dinâmicos que podem evoluir e se adaptar a curto e longo prazo. A partir dessa perspectiva, os objetos de design podem ser projetados para serem interconectados e colaborativos, facilitando o agenciamento humano para a adaptação dos objetos às necessidades em constante evolução dos usuários e do contexto. Além disso, os objetos de design adaptativos podem permitir a criação de ambientes mais inclusivos e acessíveis, que levem em consideração as diferenças individuais dos usuários e suas necessidades específicas.

Mesmo que seja importante dar menos ênfase à definição de formas e estruturas rígidas que se correspondam precisamente para criar comportamentos desejáveis, algumas estruturas rígidas podem ser adaptativas a curto prazo, permitindo sua modificação por meio do agenciamento de atividades por humanos. Por exemplo, a arquitetura de uma casa pode ser projetada com paredes fixas, mas também com divisórias móveis que possam ser movidas para criar diferentes configurações de espaço, conforme as necessidades dos usuários.

Existem também exemplos de adaptações a longo prazo de estruturas rígidas, como é o caso de alguns edifícios históricos que foram adaptados ao longo do tempo para novos usos, sem perder sua identidade e funcionalidade original. Um exemplo notável é o edifício da *Tate Modern*, em Londres, que foi convertido de uma antiga usina elétrica em um dos principais museus de arte contemporânea do mundo. Entretanto, é importante lembrar que a adaptação de estruturas rígidas não deve ser vista como uma solução fácil ou barata para os desafios da adaptação de objetos de design ao longo do tempo.

A implementação de objetos cibernéticos requer um ambiente propício para sua adaptação, o que significa que relações sociais na produção do espaço são fundamentais. A cibernética pode oferecer um potencial significativo para objetos de design mais adaptáveis, mas apenas se houver um reconhecimento e uma valorização da agência da manipulação do espaço por parte dos usuários e participantes do processo de design. Além disso, é preciso considerar que nem todos os objetos de design precisam ser altamente adaptáveis ou flexíveis, dependendo das necessidades específicas do usuário e do contexto em que estão inseridos.

Se tomarmos as representações cartesianas, especialmente sua instrumentalização modernista, é possível reconhecê-las como sistemas. Isso porque estabelecem a relação esperada entre os elementos construtivos de uma edificação, indicando ações para estabelecer essas relações. Entretanto, quando construídas, essas edificações geralmente configuram sistemas estáticos: independentemente das condições do ambiente nos quais estão inseridos, a organização entre suas partes permanece a mesma. Por isso, quando as condições ambientais desses sistemas apresentam comportamentos não esperados no momento de sua concepção, a tendência é que sua estrutura seja comprometida de forma irreversível.

É claro que os objetos de uso são desenhados sempre com algum dinamismo, conseguindo comportar a variação de certos parâmetros externos a eles. Não faria sentido, por exemplo, que o sistema estrutural de uma edificação fosse desenhado para condições climáticas e níveis de carga muito limitados. Mas quando as condições ambientais desses sistemas apresentam comportamentos não esperados, a tendência é que sua estrutura seja comprometida de forma irreversível. Assim, espaços e objetos dinâmicos podem ter sua organização entre seus elementos modificada ou reinterpretada, permitindo uma maior adaptabilidade e flexibilidade.

Em termos arquitetônicos, janelas, portas e luminárias são elementos dinâmicos que amplificam significativamente o número de estados possíveis de um espaço construído. Embora inicialmente possam ser considerados como elementos binários com comportamentos abertos ou fechados, ligados ou desligados, eles, na verdade, possuem múltiplas possibilidades de angulação que geram uma infinidade de estados possíveis. Quando organizados em um único sistema, como em um cômodo, a combinação desses três elementos pode gerar uma ampla variedade de atmosferas e funcionalidades. As diversas opções de posici-

ornamento e angulação desses elementos podem definir sutilezas na arquitetura, como a incidência de luz, a ventilação, a acústica, a privacidade e a relação entre espaços interiores e exteriores. Portanto, a disposição estratégica desses elementos é uma das principais ferramentas à disposição de arquitetos e arquitetas para criar espaços arquitetônicos que sejam esteticamente agradáveis e funcionalmente eficientes.

Essa medida do número de organizações possíveis a partir de uma mesma estrutura é chamada de variedade, sendo precisamente a medida da complexidade dos sistemas. (BEER, op. cit.) Esse entendimento é de fundamental importância para desconstruir a ideia da complexidade como o nível de refinamento ou detalhamento de um objeto. No campo da arquitetura, é muito comum se deparar com discursos que definem a complexidade de elementos arquitetônicos com base na dificuldade de sua execução, quantidade de elementos ou até mesmo grau de ineditismo da forma. Entretanto, o fato observado é que geralmente essas análises se pautam principalmente em aspectos relacionados com a produção do objeto, relevantes principalmente aos profissionais do campo da arquitetura.

Do ponto de vista do uso, é preciso destacar que a transição entre estados de elementos arquitetônicos depende de sua manipulação por seres-humanos. Por isso, entendemos que a medida da variedade de sistemas arquitetônicos deve ser realizada com base na relevância das configurações formais e físicas dos espaços construídos relativamente aos objetivos de seus habitantes. Assim, para além de sua constituição material e formal, espaços devem ser pensados e projetados como sistemas relacionais entre indivíduos e objetos.

Qualquer pessoa, por ser capaz de se adaptar e performar diversos comportamentos, possui um certo número de estados possíveis limitado pela complexidade que o cérebro humano pode performar. Ao interagir com outros indivíduos, formando os referidos agrupamentos, o que se resulta é um sistema com complexidade superior, calculado pela análise combinatória da variedade de todas as suas partes. Por isso, a compreensão acerca da experiência do espaço depende de sua análise em múltiplos níveis. Isso significa que dinâmicas espaciais devem ser analisadas tanto pela perspectiva da interação local e subjetiva dos indivíduos com seu ambiente imediato, quanto pelos comportamentos emergidos de sua interação coletiva em grupos sociais.

2.2.3 Controle

Um objeto cibernético, compreendido como um sistema dinâmico, deve possuir a capacidade de se adaptar e responder a perturbações externas e às mudanças de objetivos de seus observadores. Mesmo possuindo uma estrutura fechada, conservando um conjunto de partes que constitui sua materialidade, esses sistemas podem ter organização aberta, permitindo que se estabeleça diferentes relações entre suas partes. Esse processo de rearticulação interna de um sistema define o conceito de adaptação, ocorrendo por ciclos

de feedback que caracterizam a inteligência cibernética. (PANGARO, 2012)

Essa percepção tem grande valor para o campo da cibernética, sendo um de seus principais pilares para a estruturação relativa à viabilidade de sistemas dinâmicos. A descrição desses processos foi feita pela primeira vez por (ASHBY, 1956), um ciberneticista britânico interessado na forma como sistemas complexos se mantêm estáveis, nomeando esse processo adaptativo de Lei da Variedade Requerida. O enunciado dessa lei cibernética define que para que o controle ocorra, “a variedade no sistema de controle deve ser igual ou maior que a variedade das perturbações”⁷. Além disso, o autor constatou que para estabelecer controle, sistemas viáveis possuem mecanismos de percepção e ação para realizar mudanças na sua organização interna, ampliando ou reduzindo o número de estados que podem obter. Este processo corresponde ao conceito cibernético de controle.

Nesse sentido, a instabilidade é definida como uma situação em que um sistema sofre novas perturbação antes que ele consiga se reorganizar para responder aos desequilíbrios anteriores. Por outro lado, o conceito de estabilidade não deve ser entendido como a ausência de desequilíbrios de variedade entre sistemas. Isto dependeria da constante ausência de erros, uma situação em que haveria sempre a correspondência entre os objetivos e estados percebidos dos sistemas. Ao contrário disso, sistemas são estáveis quando conseguem detectar erros por seus mecanismos de feedback, produzir equilíbrio de variedade com seu ambiente antes que novas perturbações ocorram.

Nas duas próximas sub-seções, serão descritas as formas como o controle cibernético pode ocorrer na ausência de variedade requisitada, por meio da atenuação e amplificação de sistêmica, com exemplos de sua aplicação na prática arquitetônica. A sub-seção posterior indica a perspectiva do não-controle como estratégia possível em relações sistêmicas em que a formulação de modelos se mostra pouco efetiva. Por fim, será indicada a possibilidade e efetividade de um mesmo sistema atuar por múltiplas formas de controle, assumido simultaneamente as posições de controlador/controlado a depender do contexto em que se inserem. Essa articulação teórica permite revelar a necessidade de se estabelecer novos paradigmas de projeto para o campo arquitetônico, que se diferem sensivelmente daqueles que se tornaram mais usuais no contexto da modernidade.

2.2.3.1 Controle por atenuação de variedade

Projetistas convencionais, empenhados em isolar seus objetos do mundo e acostumados com uma posição de superioridade intelectual historicamente construída, assumiam a posição de controlador na equação da variedade. Eles entendiam como sistema controlado a relação entre indivíduos e objetos. Enquanto os projetos de design eram produzidos de maneira personalizada, os especialistas conseguiam construir modelos formalizados

⁷ Do original: “the variety in the control system must be equal to or larger than the variety of the perturbations in order to achieve control”.

das demandas de seus clientes, lançando ao mundo sistemas de objetos capazes de produzir respostas precisas para cada uma dessas demandas. Essa abordagem era viável graças à dinâmica social relativamente tranquila da época, que permitia que os projetos personalizados fossem executados com mais eficiência.

Entretanto, o aumento da complexidade social, alinhado com a tendência de padronização industrial e um desejo de controle social por parte dos governos do século XX, provocou um deslocamento significativo à prática de design. No contexto do funcionalismo, inaugurou-se uma tendência de se elaborar projetos partindo de um modelo de comportamento generalizado, propondo objetos para um público alvo despersonalizado. Designers, muitas vezes de forma inconsciente, passaram a utilizar o projeto arquitetônico para limitar a variedade de comportamentos de seu público-alvo.

Isso pode ter como consequência a redução da possibilidade de indivíduos atingirem o máximo de sua complexidade potencial no uso do espaço. Por isso, é possível argumentar que o paradigma de controle modernista se dá pela eliminação de estados possíveis da sociedade. Fischer (2018) descreve essa restrição de estados comportamentais possíveis para sistemas sociais como uma “estratégia com impacto empobrecedor”. Glanville (2002) define essa postura como uma “relação de poder” não-cibernética, se referindo ao fato de que o controlador limita as ações de outros sistemas com os quais se relaciona. Os argumentos desses autores, ligando ações restritivas a um dilema ético de falta de liberdade individual em sistemas sociais, não devem ser interpretados como uma crítica irrestrita do controle atenuador.

Apesar disso, é importante destacar que a limitação de variedade também pode ser positiva, contribuindo para a segurança, conforto e funcionalidade dos espaços arquitetônicos. O desafio dos designers é encontrar um equilíbrio adequado entre limitação e liberdade de uso, a fim de criar espaços que promovam o bem-estar e a satisfação dos usuários. A partir da equação da variedade, podemos identificar diversos elementos que atuam como limitadores de variedade em um espaço arquitetônico.

Cortinas e portas, por exemplo, restringem a entrada de luz e ar, além de controlarem o acesso e a privacidade dos espaços. Outros exemplos de limitadores de variedade comuns em projetos arquitetônicos incluem escadas, paredes, janelas e divisórias, que definem as possibilidades de movimento, interação e uso do espaço pelos usuários. Esses limitadores de variedade proporcionam maior liberdade ao usuário, permitindo que ele utilize o espaço de maneira mais flexível dentro dos limites definidos pelo projeto.

Essa percepção de limitação da variedade também foi identificada por Ashby em relação à capacidade do cérebro humano, levando-o a propor a ideia de que a eficácia na resolução de problemas só pode ser alcançada através da restrição da área do problema. Glanville (2007) nota que as elaborações de Ashby relativas à variedade foram feitas a partir de investigações sobre a emergência da inteligência e amplificação da capacidade de ação humanas. O autor diz que

Ashby aplicou sua compreensão da variedade à ampliação da inteligência. Como o cérebro tem uma variedade limitada (embora grande), ele argumenta, sua eficácia na resolução de problemas (pois é assim que Ashby discutia o comportamento inteligente) só pode ser melhorada restringindo a área do problema. Ele não quis dizer na forma de algoritmos de otimização etc, mas no sentido de que as distrações seriam removidas – distrações variando de trilhas falsas a interrupções. Assim, mais da variedade do cérebro pode ser focada no problema em questão, levando a um melhor resultado. Inteligência amplificada.⁸

Esse trecho demonstra a percepção de Ashby de que o cérebro humano possui um limite de variedade, menor que a variedade do universo, do mundo, e mesmo dos sistemas sociais dos quais fazemos parte. Por isso, toda cognição humana a respeito desses sistemas de maior complexidade opera basicamente pela atenuação de sua variedade pela formulação de modelos, como mapas que nos ajudam a formular e alcançar nossos objetivos. Assim, a limitação do cérebro humano torna o modelo necessário para a adaptação: sem eles nós não teríamos variedade suficiente para lidar com a complexidade do mundo.

Partindo dessas constatações, Beer propõem uma espécie de expansão da lei da variedade requisitada. O ciberneticista diz que, para além de possuir pelo menos o mesmo número de estados possíveis do seu ambiente, um sistema dinâmico deve dispor também “o padrão através do qual a variedade no sistema é implantada”. Apenas a partir desse padrão um sistema pode identificar um problema, sendo a “discrepância entre um estado desejado e o estado atual de qualquer sistema” (PASK, 1969 apud JONASSEN; DRISCOLL, 2004). Esse padrão de comportamento esperado para um sistema, independentemente de sua forma, meio e estruturação, constitui o conceito de modelo cibernético.

Como descrito, no âmbito da produção arquitetônica, a ideia de modelo está tradicionalmente ligada à representação cartesiana de objetos. No entanto, a conceituação cibernética de modelo é descrita como uma ferramenta de diagnóstico que permite que a “lei da variedade necessária seja manipulada de forma inteligente” (ASHBY, 1956). Fica assim evidente que a formulação de modelos tem papel crucial no controle cibernético da interação entre indivíduos e os sistemas socio-espaciais de que fazem parte. As modificações do espaço são sempre regidas por um estado ideal capazes de dar suporte aos objetivos de indivíduos e grupos sociais.

A ausência de uma estrutura de mapeamento da realidade em um sistema dinâmico, compromete de modo incontornável a sua capacidade de ação circular. Isso porque o modelo serve de baliza no exercício de comparação entre estados sistêmicos ideais e atuais, sendo, portanto, uma ferramenta de identificação de erros. Se um sistema não consegue regular as suas ações tendo clareza desses erros, a operação de sua estrutura de atuação é totalmente desconectada da realidade. Nessa situação, a estabilidade de um

⁸ Do original: “Ashby applied his understanding of variety to the amplification of intelligence. Since, he argued, the brain has limited (albeit large) variety, its effectiveness in solving problems (for that is how Ashby discussed behaving intelligently) can only be improved by restricting the problem area. He did not mean in the manner of optimization algorithms etc, but in the sense that distractions would be removed—distractions ranging from false trails to interruptions. Thus, more of the brain’s variety could be focussed on the problem in hand, leading to a better outcome. Intelligence amplified. “

sistema fica submetida à correspondência entre uma de suas organizações aleatoriamente assumidas, e à variedade requisitada pelo seu ambiente. Assim, a catástrofe é definida como o estado de um sistema dinâmico no qual ele não consegue mais reconhecer qual de suas organização internas poderiam gerar estados estáveis. (BEER, op. cit.)

Por essa perspectiva, o que se nota é que o problema ético identificado em modelos arquitetônicos modernos, não diz respeito simplesmente à sua natureza atenuadora. O que é crucial na sua crítica é que as simplificações da realidade são exclusivamente geridas por profissionais da arquitetura, estando construtores e habitantes excluídos de sua elaboração. Se por um lado arquitetas e arquitetos foram historicamente eleitos como os profissionais mais aptos a realizar modelagens de sistemas socioespaciais complexos, por outro a construção e o uso de espaços raramente envolve a reformulação desses modelos.

Desse modo, construtores e usuários ficam submetidos a operações atenuadoras alheias, realizadas por indivíduos supostamente mais bem capacitados, mas que respondem a objetivos que não dizem respeito à construção e ao uso dos espaços. Desse modo, é possível entender o projeto convencional como um tipo de modelo intrinsecamente catastrófico. Enquanto organizações espaciais previstas em projeto devem persistir ao longo do tempo, independentemente do equilíbrio de variedade resultante de sua relação com seus habitantes, situações de instabilidade podem ser perpetuadas, tornando o objeto arquitetônico uma entidade estática. Mais além, enquanto usuários de espaços são alienados de sua capacidade de formular modelos de estabilidade para a sua relação com o espaço, o argumento se confirma. Em outros termos, o que se observa é o conflito ético relativo à prática arquitetônica por planejamentos e representações geométricas, resulta do fato que as pessoas não são perguntadas sobre o modo como elas gostariam que sua variedade fosse atenuada. (BEER, op. cit.)

Quando a redução de variedade é realizada com a participação de indivíduos não pertencentes ao campo arquitetônico, sua utilização pode representar uma qualidade significativa na produção do espaço. O que se nota, é que esse artifício de controle pode ser realizado por uma perspectiva humanista, visando liberar indivíduos e grupos sociais de tarefas objetivas e não dialógicas. Na prática, isso pode se dar pela automatização, por meios digitais, de processos e elaborações repetitivas, que poderiam dar lugar a outras atividades mais próximas da própria circularidade.

Os exemplos mais óbvios disso são as aplicações de controladores eletrônicos na automatização de elementos dinâmicos de edificações, como portas, janelas, luminárias, persianas, sistemas de condicionamento térmico etc. Nesse tipo de sistema, é oferecida a usuários a possibilidade construir espécies de modelos cibernéticos de espaço, indicando as suas propriedades preferidas para suas ações e comportamentos mais usuais. O humanismo está presente na ideia de que o espaço arquitetônico deve ser projetado para atender às necessidades dos usuários e proporcionar uma experiência satisfatória e enriquecedora. Assim, a partir de mecanismos de feedback, podem ser atribuídos ao espaço construído

princípios evolutivos focados no comportamento dos indivíduos que os habitam, de modo a satisfazer suas necessidades. A tecnologia pode ser uma ferramenta útil para alcançar esses objetivos, desde que utilizada com um propósito humanístico e em benefício dos usuários. Esses indivíduos, tendo que lidar com menos fatores relativos ao uso pragmático de arquiteturas, podem dedicar mais de sua complexidade à interação dialógica com seu ambiente e seus pares, o que pode enriquecer a sua experiência e torná-la mais satisfatória.

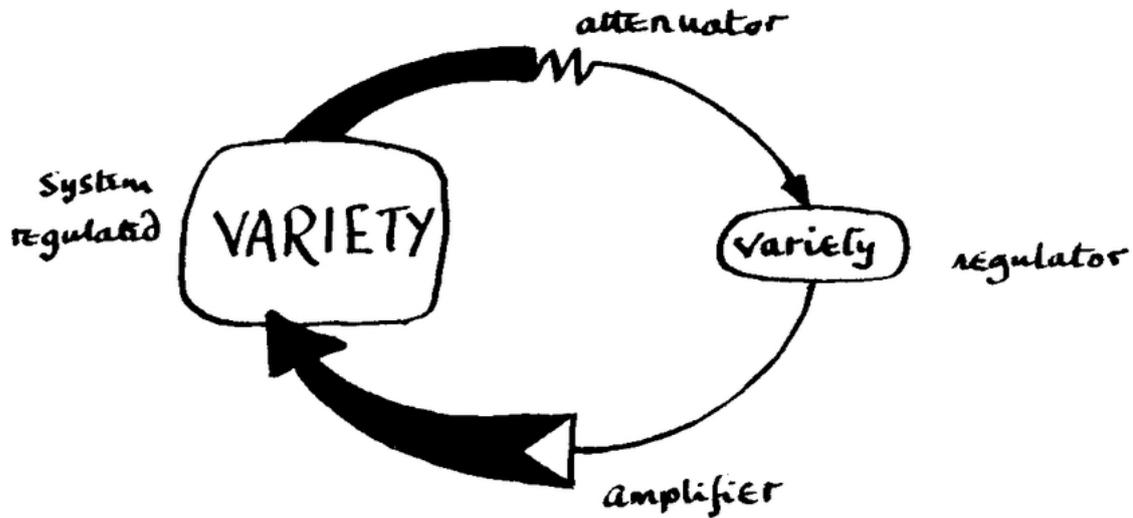
2.2.3.2 Controle por amplificação de variedade

Em geral, as referências ao termo variedade no campo do design não se mostram totalmente incompatíveis com a referida definição cibernética. Apesar disso, é preciso notar que a forma de controle própria dos métodos científicos é apenas uma das modalidades de equilíbrio de variedade possíveis na modificação de espaços.

Na seção 2.1, quando foram apresentadas as implicações éticas do projeto arquitetônico tradicional, o controle foi implicitamente definido como a determinação dos acontecimentos futuros na produção arquitetônica, elaborada principalmente a partir da representação prescritiva de seus objetos e espacialidades. Esse tipo de controle se dá pela alienação da variedade proliferante dos habitantes de arquiteturas formalmente produzidas, resultando no cerceamento de sua liberdade. O controle cibernético, por outro lado, não é necessariamente esse controle coercitivo, mas uma operação de equilíbrio de variedade entre sistemas.

Qualquer sistema adaptativo, ao observar e realizar ações sobre seu ambiente, o controla. Mas também é verdade que o ambiente possui mecanismos para perceber essas ações de controle e produzir reorganizações internas imprevisíveis, modificando o que o controlador percebe, e finalizando a retroalimentação informacional dessa interação. Portanto, a estabilidade de um sistema dinâmico depende da correspondência, por um período finito, da sua complexidade em relação ao ambiente em que ele está inserido, ou com outros sistemas com os quais tal sistema interaja.

Figura 3 – Diagrama representando a dinâmica de controle organizacional, por Stafford Beer



Fonte: Beer, 1974

Nesse sentido, há uma simetria e intercambialidade de papéis no controle. Por esse motivo, Glanville (2009) indica modificação ao enunciado da Lei de Ashby com ênfase na simetria das interações entre sistemas, propondo que “a variedade do controlador e do controlado deve, para que o controle efetivo ocorra, ser o mesmo”⁹. A partir disso, a amplificação de variedade nos sistemas menos complexos se coloca como alternativa para evitar a adoção da atenuação de variedade como principal estratégia de controle (FIGURA 3). Isso significa a criação de novos estados possíveis para os sistemas, algo que no caso das relações humanas é praticável pela capacidade de indivíduos e grupos sociais crescerem, aprenderem e inovarem.

Para garantir sua sobrevivência e a manutenção de suas características distintivas, sistemas que interagem entre si devem trabalhar para equilibrar a variedade, de acordo com a Lei de Ashby (ASHBY, 1956). Isso significa que ambos os sistemas envolvidos na interação devem agir para equilibrar a variedade, a fim de permanecerem viáveis e continuarem a existir no mundo. Allena Leonard, oferecendo sua definição de controle escreve que o controle cibernético é

o controle de um esquiador descendo uma montanha, de balançar para lá e para cá. Ou é o controle do timoneiro esterçando uma embarcação. O que as pessoas não percebem é que o controle está em cada função, não de cima para baixo [...] Isso torna a cibernética mais uma ciência do equilíbrio do que uma ciência do controle.¹⁰

⁹ Do original: “The variety of the controller and the controlled must, for effective control to take place, be the same”.

¹⁰ LEONARD (2013) como citada em (SWANN, 2018)

Do original: “[...] the control of a skier going down a hill, of balancing this way and that. Or it is the control of a helmsman steering a ship. The one thing that people do not realize about [cybernetics] is that the control is in each function, not top-down [...] That makes cybernetics more of a science of balancing than a science of control”.

O que se pode inferir é que o controle cibernético efetivo presume algum grau de autonomia das partes do sistema, como estratégia para a adaptação. Quando todas as ações e tomadas de decisão de um sistema são exercidas por um controlador central, uma única parte do sistema acumula para si a responsabilidade de lidar com toda a variedade proliferante de seu ambiente. Nesse caso, a tendência é que novas perturbações surjam no sistema antes mesmo que ele tenha se adaptado à perturbação anterior, caracterizando uma situação de instabilidade. A razão disso é que um controlador central, como uma parte abstraída de seu conjunto sistêmico, possui muito menos variedade que o conjunto em sua totalidade. Por outro lado, quando o exercício de controle se distribui por todo o sistema, ações locais de baixa complexidade podem produzir comportamentos globais de grande variedade. Isso torna os processos adaptativos mais eficientes, gerando um tempo de resposta muito mais curto do que se as decisões de controle fossem centralizadas.

Esse processo de amplificação de variedade pela interação de partes de sistemas, foi trabalhada pelo ciberneticista Robinson (1979). O autor toma os princípios observados por Ashby para a análise da complexidade relativa a uma sala de aula, como um sistema formado por 30 alunos a ser controlada por um único professor. Nesse caso, se estabelece que esse sistema educacional se encontra em um estado de estabilidade quando o professor é capaz de absorver a variedade de seus alunos, indicando a cada um deles processos adequados para a aprendizagem acerca de certos tópicos. Como notado repetidas vezes por Glanville (GLANVILLE, 2007; GLANVILLE, 2008; GLANVILLE, 1998), é possível estabelecer paralelos entre a situação da sala de aula e a prática convencional de design.

Em primeiro lugar, Robinson estabelece que, na média, cérebros humanos possuem variedade equivalente entre si, implicando que a variedade de um aluno pode ser equiparada a variedade de seu mestre. Nesse ponto, fica evidente a diferenciação entre o mais alto acúmulo de informações do professor em relação a seus pupilos, algo natural, e o nível de complexidade desses indivíduos. Além disso, outro princípio preliminar para a análise do autor tem a ver com a precisão do cálculo da variedade. Para o autor, independentemente do real número de estados possíveis dos seres humanos, pode-se usar escalas arbitrárias para a verificação da equação de Ashby. Isso significa que análises simplificadas, em que se atribui, por exemplo, uma variedade de 100 estados possíveis ao cérebro humano, conseguem produzir resultados que podem ser transferidos para a realidade. (ROBINSON, *op. cit.*)

O autor então analisa a situação mais simples de aprendizagem, em que um professor possui apenas um aluno. Nessa situação, o sistema tende a se manter estável, uma vez que o mestre possui a mesma variedade que o sistema que pretende controlar (100 estados possíveis), conseguindo identificar erros com clareza, indicando ações para aprendizagem do aluno. Essa descrição é análoga ao processo de personalização de projetos da moradia burguesa oitocentista, descrita na primeira seção deste capítulo como a precisa prescrição de espaços para usos muito bem definidos. (*Ibid.*)

No caso da inclusão de mais um aluno ao sistema, é provável que se tenda a dizer que a variedade do sistema controlado dobra, já que 100 novos estados foram incluídos. Entretanto, na prática, a variedade se prolifera pelo cálculo de todas as combinações possíveis entre os estados dos dois alunos, resultando em um sistema de complexidade 10.000 estados possíveis. Simultaneamente, a variedade do professor se mantém estável, permanecendo com 100 estados disponíveis. Nesse sentido, pode-se dizer que o sistema se encontra numa dinâmica de provável instabilidade, já que o sistema controlado se tornou 100 vezes mais complexo do que aquele tido como o regulador. (Ibid.)

Finalmente, se 30 alunos devem ser controlados pelo professor, a sua variedade resultante é de 10^{60} , uma complexidade ainda mais distante daquela de seu mestre. Apesar disso, é necessário destacar que mesmo com essa alta discrepância de variedade sistêmica, essa situação não implica na impossibilidade de equilíbrio sistêmico, conforme a Lei de Ashby. Como não é possível ampliar a variedade do cérebro humano, o controle do sistema sala de aula só é possível porque geralmente professores dispõem de mecanismos de atenuação de variedade. Esses mecanismos, que podem variar desde a disposição espacial da sala de aula, o uso de uniformes, a hierarquia de poder de fala, e o compartilhamento dos mesmos livros didáticos etc, são aplicados para impedir os alunos de manifestar o potencial de sua variedade. (Ibid.)

Em relação a isso, Beer argumenta que essa dinâmica, apesar de funcionar muito bem em relação a tópicos em que é possível estabelecer respostas exatas, representa uma limitação quando se pretende trabalhar conteúdos de caráter criativo. O autor diz que

Todo aluno é um organismo de alta variedade, e o processo de educação essencialmente constrange variedade. Em outras palavras, o aluno consegue gerar várias respostas para a pergunta: 'quanto é seis vezes sete?'; o educador vai tentar atenuar essa variedade potencial para a única resposta: quarenta e dois. Mas se tomarmos um tipo diferente de exemplo, nós podemos nos encontrar falando algo significativamente diferente. O aluno consegue gerar várias respostas para a questão: como um serviço nacional de saúde deveria ser organizado? Desta vez, entretanto, nós podemos esperar que o educador não irá atenuar variedade potencial a uma resposta única: desse jeito. Não, nós dizemos; educação é uma palavra que vem do latim: e-ducere, "liderar". Não significa "forçar". E ainda assim continua sendo verdade que em todo caso o processo de educação constrange variedade.¹¹ (BEER, 1994)

Nesta passagem de Beer, fica evidente a distinção do tipo de controle de variedade praticado nas cibernéticas de primeira e segunda ordem. A cibernética de primeira ordem geralmente estabelece modelos de sistemas fechados que presumem ciclos adaptativos

¹¹ Do original: "[. . .] Every pupil is a high-variety organism, and the process of education essentially constrains variety. In other words, the pupil is capable of generating many responses to the question: what is six multiplied by seven; the educator will seek to attenuate this potential variety to the single answer: forty-two. But if we take a different kind of example, we may find ourselves saying something significantly different. The pupil is capable of generating many responses to the question: how should a national health service be organized? This time, however, we may hope that the educator will not attenuate potential variety to the single answer: like this. No, we say; education is a word coming from the Latin: educere, "to lead out". It does not mean "to push in". And yet it remains true that in any case the process of education constrains variety."

operando em direção a um objetivo inalterável. Essa abordagem é criticada por alguns ciberneticistas de segunda ordem, que propõem modelos de sistemas abertos e adaptáveis, capazes de se ajustar à variedade de estímulos externos. Como afirma Maturana e Varela (1980), um sistema fechado é um sistema que não troca informações com seu meio ambiente e que não é afetado por ele, o que não é condizente com a complexidade dos sistemas vivos e sua interação com o ambiente.

Já a segunda ordem cibernética tem como enfoque a relação entre sistemas de primeira ordem e seus observadores, formando um sistema relacional mais amplo. Por isso, na segunda ordem o controle cibernético corresponde à capacidade de adaptação sistêmica relativa a objetivos que se alteram ao longo do tempo. Nesse caso, a estabilidade não depende de uma estrutura sistêmica fechada, mas da capacidade do sistema se adaptar a perturbações que não eram esperadas em sua organização inicial.

Como destaca Beer (1995b), a auto-regulação um sistema implica uma estrutura dinâmica, em constante mudança e evolução, que tem a capacidade de produzir a ordem a partir do caos, ao invés de tentar evitá-lo. Aqui, os ciclos de feedback servem não apenas para a percepção e ação de um sistema em relação a seu ambiente, mas também para a construção de modelos de estados sistêmicos não previstos inicialmente. Beer chama esse tipo de capacidade de adaptação de ultra estabilidade, ou homeostase (BEER, 1995b; BEER, 1994).

Na prática arquitetônica, é possível identificar ao longo da história moderna diferentes estratégias através das quais se buscou ampliar a variedade de sistemas arquitetônicos, visando uma correspondência de complexidade entre espaços construídos e seus habitantes. Considerando a equação da variedade proposta por Ashby e seus refinamentos relativos à circularidade do controle, é possível analisar essas estratégias com base no tipo de papel assumido por profissionais da arquitetura na elaboração do objeto arquitetônico. Isso significa diferenciar arquiteturas em que o aumento de variedade é realizado apenas no processo de projeto, conformando um sistema de estrutura e organização fechadas, e aqueles elaborados como um processo contínuo de geração de variedade, no sentido de sua ultraestabilidade.

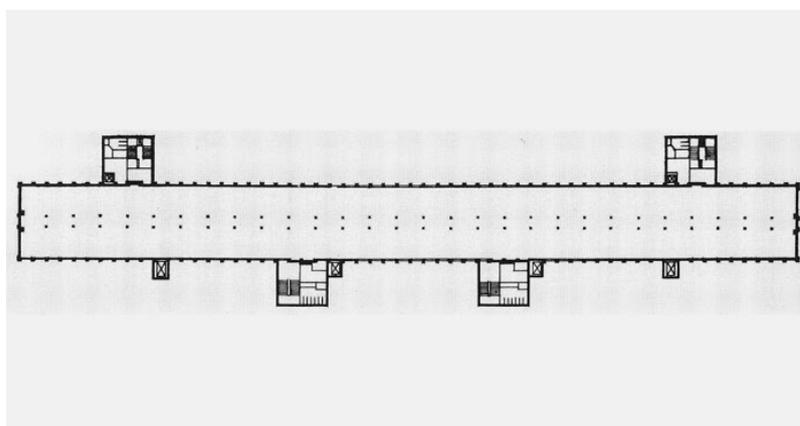
Um sistema arquitetônico pode ter sua complexidade aumentada pela configuração e combinação de elementos físicos dinâmicos que ampliam o número de articulações possíveis para o objeto. Esse é o caso da própria residência Rietveld-Schdrer, em que elementos de baixa complexidade são configurados no intuito de comportar mais usos a partir do mesmo espaço. Esse tipo de projeto parece presumir um tipo de amplificação de variedade arquitetônica muito bem definida, em que há uma complexidade máxima, passível de ser calculado com precisão. Nesse caso, arquitetos ainda acumulam para si a função de controladores de sistemas socio-espaciais, restando aos usuários apenas a possibilidade de atuar dentro de certos limites estabelecidos em projeto. Isso indica que, nesse caso, o exercício de ampliação de variedade é encerrado a partir do momento em que a construção

do objeto arquitetônico é finalizada, não havendo margem para criatividade a partir de seu uso.

Por outro lado, existem exemplos de arquiteturas que não oferecem a possibilidade de rearticulação de seus elementos, mas podem também ser consideradas exemplos de amplificação de variedade mais ou menos eficientes. O que se nota, é que mesmo no período arquitetura funcionalista a atenuação de variedade foi utilizada no intuito de se obter mais funções a partir de um único espaço ou estrutura física. Como descrito anteriormente, o principal problema disso, é que os habitantes das arquiteturas permanecem alheios à dinâmica circular à qual seus projetistas se dedicam.

Na prática da formulação de modelos, os designers funcionalistas muitas vezes se colocaram como proponentes de sistemas dinâmicos adaptativos apenas em relação à representação de sua obra e aos processos construtivos. Nesse processo, a variedade dos usuários é retirada da equação da variedade requisitada, como se sua interação com os espaços construídos não constituísse sistemas dinâmicos em adaptação contínua. No entanto, a variedade dos usuários se relaciona com os comportamentos e atividades que o espaço construído propicia. O resultado é que a edificação se constitui como uma entidade estática, enquanto a dinâmica da variedade permanece inexorável ao sistema social formado por seus habitantes. Assim, grande parte da variedade de usuários é impedida de se manifestar, já que sua complexidade deve ser igualada à de seu ambiente.

Figura 4 – Planta baixa de um pavimento tipo do edifício Schaltwerk Hochhaus



Fonte: <http://hiddenarchitecture.net/schaltwerk-hochhaus/>

Diferentemente desse processo de constrangimento de estados sistêmicos não planejados, diversos arquitetos e arquitetas estabeleceram em seus projetos um tipo de abertura de espaços relacionado a radical permeabilidade física e visual interna de edifícios. O intuito disso é liberar o espaço construído para modificações posteriores à construção, dando lugar a outros tipos de organização espacial. A fábrica da empresa de telecomunicações Siemens, desenhada por Hans Hertlein em 1927, é um dos primeiros exemplos desse tipo de estratégia (STRALEN, 2017). Na edificação, seus pavimentos foram desenhados

para não possuir divisórias internas, o que foi possibilitado pelo deslocamento de espaços com funções bem definidas para a lateral do prédio, como salas anexas a um grande vão central (FIGURA 4).

Na atualidade, o rótulo da multifuncionalidade tem sido frequente mente aplicado a arenas esportivas, visando a viabilidade econômica desses empreendimentos. Em Belo Horizonte, tanto o Estádio Governador Magalhães Pinto, reinaugurado em 2013 para a Copa do Mundo do Brasil, quanto a Arena MRV, a ser inaugurada em 2023, foram projetados com grandes esplanadas exteriores (FIGURA 5). Esses espaços são grandes lajes de concreto praticamente livres de qualquer outro elemento, a não ser pela infraestrutura básica de bares, restaurantes, banheiros e acessos inferiores. Em termos da experiência real desses espaços, o que se nota é que tais elementos acabam por reduzir sensivelmente a diversidade de usos no entorno de estádios em relação a décadas anteriores. A razão disso é que esses espaços são cercados e controlados pelas empresas administradoras dos locais. Assim, a emergência de qualquer uso não premeditado fica submetida a uma análise de sua viabilidade econômica, limitando sensivelmente o tipo de variedade que pode emergir nesses locais.

Figura 5 – Construção da esplanada da Arena MRV



Fonte: <https://www.arenamrv.com.br/>

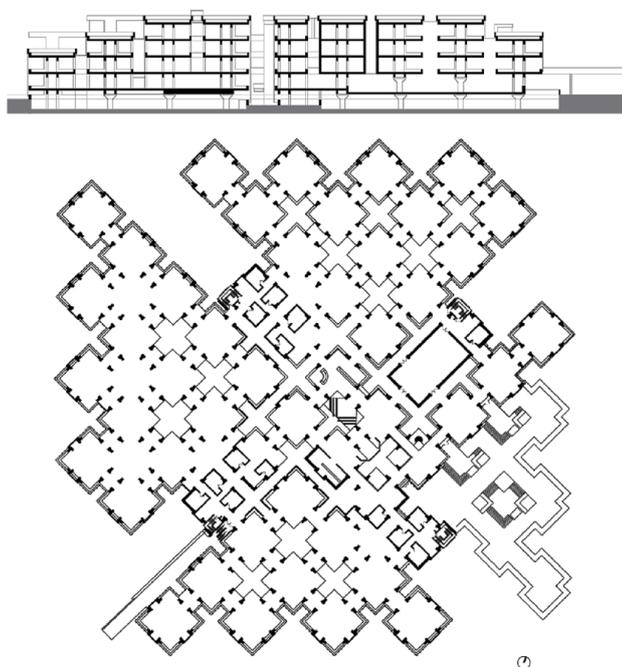
Esse tipo de multifuncionalidade arquitetônica, relativa à completa remoção de elementos fixos e divisões rígidas do espaço, é criticada por Herman Hertzberger. O autor rejeita a hipótese de que a melhor forma de combater o caráter restritivo do funcionalismo é a remoção de qualquer qualidade e significado de arquiteturas, as deixando como um “quadro em branco”. Para o arquiteto, são precisamente essas qualidades e significados que constituem a principal competência do espaço construído. Em face da questão de como gerar espaços abertos a usos não planejados, ele argumenta que as qualidades formais e significados arquitetônicos devem ser atribuídos às arquiteturas com um “encargo inerente que pode gerar respostas específicas para cada nova situação”. (HERTZBERGER, 2014)

Desse modo, no sentido da superação da passividade de indivíduos em relação à ampliação de usos de forma predeterminada, Hertzberger apresenta uma instância projetiva à qual ele denominou “polivalência”. Diferentemente das arquiteturas multi-uso genéricas,

nesse caso o projetista não predetermina uma relação direta entre os elementos dos quais lança mão e dos usos que se pretende estabelecer. Segundo o autor, isso é possível pela “introdução do maior número de condições espaciais que possam ser designadas em qualquer situação independentemente da função, e que pode ser simplesmente colocada em uso a cada nova ocasião” (Ibid.).¹² Além de se capaz de dar suporte à múltiplos usos pragmáticos já conhecidos, projetos desse tipo devem incitar a criatividade de seus habitantes, estabelecendo-se como o desenvolvimento de “formas convidativas”, propositivas de um uso mais intensivo do espaço por não especialistas. (Ibid.)

Uma estratégia utilizada por Hertzberger para a conformação desse tipo de espaço, é a articulação de pavimentos de edificações pela repetição de um espaço modular, também passível de ser dividido internamente. Isso foi feito no edifício Centraal Beheer, construído em 1972 na cidade de Apeldoorn. No projeto, proposto como um edifício corporativo, são dispostos módulos de 9 x 9 metros, dentro dos quais podem ser realizadas divisões em até quatro diferentes “ilhas” de 3 x 3 metros com diferentes funções (FIGURA 6). Entre essas ilhas, se formam espaços de circulação que também podem ser apropriados por usuários de diferentes maneiras. Desse modo, o arquiteto argumenta que as unidades espaciais propostas, apesar de possuir dimensões análogas entre si, são “independentes de função e interpretáveis”, permanecendo passíveis de serem alteradas conforme a emergência de novas demandas.

Figura 6 – Planta baixa do edifício Centraal Beheer Headquarters



Fonte: GOU, Z. Workplace Design Revolution: The Inside-Out Urbanism In: CRESPI, L. Design Innovations for Contemporary Interiors and Civic Art. IGI Global, 2016. cap. 12.

¹² Do original: “[. . .] introducing the greatest number of spatial conditions that can play a part in every situation whatever the function, and can simply be put to use on each new occasion.”

Em termos cibernéticos, um dos aspectos fundamentais das discussões de Hertzberger é a centralidade que o arquiteto dá à perspectiva de usuários no controle do espaço que ocupam. Ao invés de ficarem restringidos a organizações definidas pelas formas e funções de um projeto, os habitantes de edificações são entendidos como parte ativa da equação de variedade, podendo amplificar ou atenuar a variedade do ambiente arquitetônico para atender a seus objetivos temporários. Portanto, as relações entre indivíduos e objetos é colocada como um sistema dinâmico em constante transformação. Por isso, essa visão parece corresponder a uma forma de amplificação de variedade, pois propõe que elementos de ambientes construídos podem dar suporte a diferentes objetivos, definidos autonomamente por não-especialistas.

2.2.3.3 Não-controle

A instantaneidade e permeabilidade da informação, bem como o aumento da frequência de interação entre indivíduos e grupos sociais, aceleraram a taxa de mutação sistêmica das sociedades contemporâneas. Embora essas características representem um salto fundamental para a democratização do conhecimento, elas também geram situações de complexidade incalculável que o método científico tradicional não consegue lidar com eficácia. O maior fluxo informacional entre as partes de um amplo sistema social global aumenta a complexidade desse sistema, uma vez que o acesso à informação tende a permitir que indivíduos e instituições assumam um número maior de estados possíveis (BEER, 1995b).

Na perspectiva do profissional de design, esse processo de “proliferação de variedade” pode muitas vezes se tornar uma ameaça. Ao assumir a posição de controlador do sistema, os projetistas tendem a ver seu trabalho como um exercício de absorção da variedade dos sistemas sociais em que se inserem. Isso pode ocorrer tanto por meio da correspondência “um-para-um” entre objetos, demandas e usos, quanto pela atenuação da variedade de ordem restritiva. Como resultado, ao recorrerem ao método científico moderno e atenuarem a variedade societária por meio de modelos estáticos, os designers produzem respostas congeladas que se mostram pouco efetivas para lidar com essa complexa configuração social.

O esforço de cientifização da prática de design, “pela definição de problemas a partir de medição e método”, revela a impossibilidade de enquadramentos de sistemas sociais de forma tão precisa. Sistemas que envolvem propósitos e ações humanas, ou que apresentem variedade muito grande, não são passíveis de ser modelados por métodos convencionais. Isso porque os comportamentos dessa categoria de sistemas não permite a sua explicação como uma conexão lógica e irreduzível. (GLANVILLE, 2012)

Na ausência de um modelo efetivo para descrever essas situações, nos vemos impotentes diante de sua imprevisibilidade, levando à sua naturalização. Nesses casos, as

instabilidades de sistemas sociais podem ainda ser agravadas à cada ciclo de feedback, porque insistimos muitas vezes em estratégias que constituem precisamente a origem do que se pretende corrigir. Para Glanville (2012), essa persistência dos métodos da ciência moderna em um contexto de variedade proliferante pode ser vista como uma “resposta a um otimismo pós-guerra a respeito da ciência e tecnologia, que sugeria que a ciência, unicamente, iria prover todas as respostas, e que o poder da tecnologia era ilimitado”.¹³ Nesse contexto, é possível discutir a objetividade e linearidade da ciência moderna como uma forma de ação contraprodutiva e anti-cibernética.

Beer, partindo da alta complexidade dos problemas de desigualdade social na Inglaterra e nos Estados Unidos, argumenta que muito mais útil do que o desenvolvimento de ações para a resolução de problemas, seria a modificação dos próprios parâmetros da organização societária desses países, que seriam ela mesma a origem de suas mazelas. Para o autor, falhamos em produzir ações efetivas em relação a problemas sociais de alta complexidade “porque estruturamos o sistema não entendendo o princípio da variedade requisitada, não entendendo esse fenômeno de feedback, dedicado a produzir esse efeito”¹⁴. (BEER, 1995a apud AMERICAN SOCIETY FOR CYBERNETICS, 2021)

Mary Catherine Bateson, no que lhe concerne, indica a relação entre a dificuldade de se pensar de forma sistêmica dentro da atual conformação social e cultural, essencialmente restritiva:

Não surpreende que tantas pessoas entendam a cibernética e a teoria de sistemas ininteligível. Somos uma sociedade que é, para colocar de forma simples, contra-cibernética. Que está constantemente nos mandando a mensagem: 'Não olhe para todo o sistema. Não note o contexto. Não olhe para as relações e interações mais amplas. Não pense sobre si mesmo como parte do mundo natural. Pense nos humanos como diferentes e dominantes sobre a natureza. (BATESON, 2011 apud AMERICAN SOCIETY FOR CYBERNETICS, 2021)¹⁵

Portanto, se por um lado as culturas das sociedades contemporâneas se tornaram mais complexas graças ao controle via restrição e correspondência precisa, por outro, produziram consequências às quais os próprios métodos convencionais de pesquisa e projeto não mais podem suprir. Em outras palavras a precisão da transmissão da informação em sistemas puramente técnicos, nos quais os erros e ambiguidades devem ser evitados, conseguiu produzir e amplificar sistemas sociais de alta complexidade. Essa mesma precisão, entretanto, é extremamente limitada para se lidar com situações imprevisíveis, em que sistemas performam comportamentos ambíguos. Nesse caso, a adaptação dos sistemas depende da criatividade, isto é, da emergência de novos estados sistêmicos pela interação

¹³ Do original: “as a response to postwar science and technology optimism suggested science, uniquely, would provide all the answers, and that the power of technology was unlimited”.

¹⁴ Do original: “because we have structured a system not understanding the principle of requisite variety, not understanding this feedback phenomenon which is dedicated to producing this effect”.

¹⁵ Do original: “No wonder so many people found cybernetics and systems theory unintelligible. We are a society that is to put simply counter cybernetic. That is constantly sending us the message: 'Don't look at the whole system. Don't notice the context. Don't look at the broader relationships and interactions. Don't think of yourself as part of the natural world. think of humans as different from and against or ruling over nature'.”

entre as suas partes.

Em resposta ao controle restritivo, Glanville (2002) oferece a sua visão de que o não-controle, como o aumento irrestrito de variedade, constitui uma forma de ação cibernética muito mais compatível com a centralidade das interações humanas para a emergência da consciência e experiência de indivíduos em relação ao espaço que habitam. Sua percepção é de que, em situações ultracomplexas, nas quais há desequilíbrio incontornável de variedade, mais efetivo que atenuação de variedade sistêmica pela formulação de modelos bem definidos, é o uso da própria proliferação de complexidade de sistemas sociais para a emergência de ações que designers não conseguiriam propor individualmente.

Desse modo, uma aproximação ao tema do controle mais adequado à prática de design pode ser feita pelo deslocamento da função dos profissionais da área. Por uma perspectiva cibernética, o projetista deve conseguir configurar sistemas dinâmicos sem prever exatamente suas configurações, não estabelecendo relação direta entre sua estrutura e organização. (BALTAZAR, 2021) Caberia, portanto, aos indivíduos que interajam com essa estrutura, alterar a relação entre suas partes, satisfazendo suas necessidades específicas sem comprometer ou limitar a ação de seus pares.

Para além de resolver o conflito ético referente à falta de liberdade dos usuários, intrínseca aos métodos de projeto convencionais, a autonomia das partes de sistemas de design complexos implica na maior efetividade do controle. Quando usuários tem a oportunidade de atribuir organizações próprias a seus objetos, as ações de controle são dissolvidas através de todo o sistema. (SWANN, 2018) Dessa forma, os profissionais especializados do design não mais precisam recorrer às estratégias coercitivas para lidar com a alta complexidade dos grupos sociais para os quais projeta. Ao contrário, eles se tornam responsáveis pelo desenvolvimento de processos a partir dos quais grupos sociais assumem simultaneamente a função de “controlador” e sistema “controlado”.

2.2.3.4 Controle misto: atenuação + amplificação de variedade

Entre as referidas reflexões teóricas e elaborações práticas do modernismo tardio, há em comum a tentativa de responder à demanda por edifícios residenciais e espaços públicos de larga escala, sem tolher completamente a liberdade de indivíduos não-especialistas na organização dos espaços. Essas investigações tiveram como tema recorrente a possibilidades de equilíbrio entre a centralização de algumas tomadas de decisão na figura de especialistas, mais bem capacitados para o desenvolvimento do que Habraken chamou de “suportes”, e o aumento da liberdade do usuário final na concepção do espaço que habita.

Para os referidos grupos de profissionais, a abertura do objeto arquitetônico não representa apenas uma qualidade a ser vislumbrada por profissionais em seus projetos. Ao contrário, a exploração da ideia de usuários e habitantes como indivíduos com capacidade criativa própria, era encarada como uma poderosa ferramenta para lidar com a complexidade

de espacialidades de uso coletivo. Nesse sentido, esse aspecto do planejamento, referente a uma tentativa de equilíbrio entre a objetividade pragmática do planejamento e sua abertura para uso, pode ser discutido através de uma elaboração teórica de Vilém Flusser. Em seu texto “Design: obstáculo para a remoção de obstáculos”, o autor oferece uma perspectiva capaz de ampliar essa discussão em termos filosóficos, servindo como base argumentativa para uma ideia de controle

Para o autor, todo objeto é um problema, um obstáculo a ser superado por outros seres-humanos que se deparem com ele. Ao mesmo tempo, os objetos de uso são criados exatamente com o intuito de remover problemas estabelecidos na criação de outros objetos. Desse modo, todo projeto, ao ser lançado ao mundo como um objeto, tem a dupla característica de superação e criação de obstáculos, o que Flusser caracteriza como a “dialética interna da cultura”. (FLUSSER, 2007)

O autor, entretanto, reconhece que os objetos de uso, por serem desenvolvidos por outros indivíduos, são também a mediação entre os seus usuários e aqueles que os criaram. Em outras palavras, para além de sua materialidade e de seu caráter obstacularizante, objetos são como uma interface intersubjetiva, estabelecendo diálogos entre indivíduos. Esses dois aspectos, objetivo e dialógico, estariam, portanto, presentes em todo tipo de objeto, de modo que a superação do cerceamento de liberdade do planejamento deve ser abordado no sentido da dualidade de controles por restrição e amplificação.

Se todo objeto de uso é necessariamente um empecilho à liberdade daqueles e daquelas que o utilizam, não há como eliminar totalmente esse problema, de modo que proporcionem liberdade absoluta. Desse modo, o autor discute a responsabilidade na atividade de projeto a partir da constatação de que esta envolve a capacidade do designer de enfatizar o caráter dialógico de seus objetos e minimizar suas interferências em relação aos usuários, tornando-os mais participativos e autônomos em relação ao espaço construído.

Por essa aproximação, o problema central da produção arquitetônica, relativo à liberdade de seus usuários e usuárias, não se localiza no fato de que o espaço construído é elaborado a partir de estruturas de planejamento. Indo mais além, o que Flusser indica é que designers, ao dedicarem sua atividade de planejamento exclusivamente aos aspectos materiais dos objetos, abstraindo deles seu caráter intersubjetivo, acabam por “encolher o espaço da liberdade na cultura”. (FLUSSER, 2007)

O resultado da centralização do projeto na dinâmica de produção do espaço é o enfoque nos aspectos objetivos de arquiteturas, algo que não condiz com a dinâmica dialógica das ações e interações humanas às quais elas dão suporte. Os atos de pensar sobre o espaço, conceber sua forma desejada, constituir essa forma materialmente e viver em meio a esse ambiente construído, ficam radicalmente rompidos e separados no espaço e no tempo. Contudo, na prática esses quatro atos constituem processos extremamente complexos que se sobrepõem em um continuum de criatividade absolutamente natural do

ser-humano.

Kapp (2020) chama a atenção para que na maior parte das sociedades não inscritas no circuito mundial do capitalismo, é possível observar a sobreposição entre pensar, construir e habitar, onde “espaços são produzidos continuamente: pela ocupação, pelos significados sociais e culturais a eles atribuídos e por intervenções na substância física que os define”. Assim, o que se observa é que os experimentos participativos podem ser efetivos quando dão enfoque à relação mutualista e simétrica entre usuários e objetos, com os primeiros se colocando alternadamente na posição de controladores e sistemas controlados.

A simultaneidade de papéis do controle misto pode ser exemplificado através do Modelo de Sistema Viável, elaborado por Stafford Beer. Em especial, serão feitas considerações da aplicação desse modelo no *Cybersyn* (ou *Proyecto Synco*, em espanhol), desenvolvido pelo governo chileno de Salvador Allende através da contratação do ciberneticista britânico. O sistema, elaborado para o controle de setores da economia chilena, indicava um processo circular em que os próprios trabalhadores chilenos, organizados em sindicatos, desenhariam modelos organizacionais da indústria do país para o controle da própria dinâmica de trabalho.

Modelo de Sistema Viável

Como comentado por Pickering (2011), os conceitos de variedade e controle cibernético, como descritos anteriormente, foram desenvolvidos na década de 50, principalmente a partir dos trabalhos de Grey Walter, Ross Ashby e Gregory Bateson. O autor se refere a esses pesquisadores como parte de uma primeira geração de ciberneticistas britânicos que, interessados em entender melhor o funcionamento do cérebro, criavam aparatos como computadores químicos e biológicos com o de auxiliá-los nessa investigação. Gordon Pask e Stafford Beer são indicados pelo autor como os mais proeminentes nomes de uma segunda geração de ciberneticista que compartilhavam com seus antecessores o interesse no funcionamento do cérebro.

O interesse de Beer pela cibernética começa a surgir quando ele interrompe seus estudos em psicologia e filosofia para se juntar ao exército britânico na Índia, onde teve o primeiro contato com a pesquisa operacional voltada a estratégias militares. Ao sair do exército, Beer foi contratado pela United Steel, onde fundou um grupo de pesquisa operacional. Foi nesse esse contexto que ele então começou a rearticular as pesquisas cibernéticas sobre a adaptação do cérebro, utilizando as observações feitas por Ashby duas décadas antes, investigando a questão da variedade requisitada “como uma ferramenta para pensar pragmaticamente sobre as possibilidades do controle adaptativo”¹⁶. Ibid.

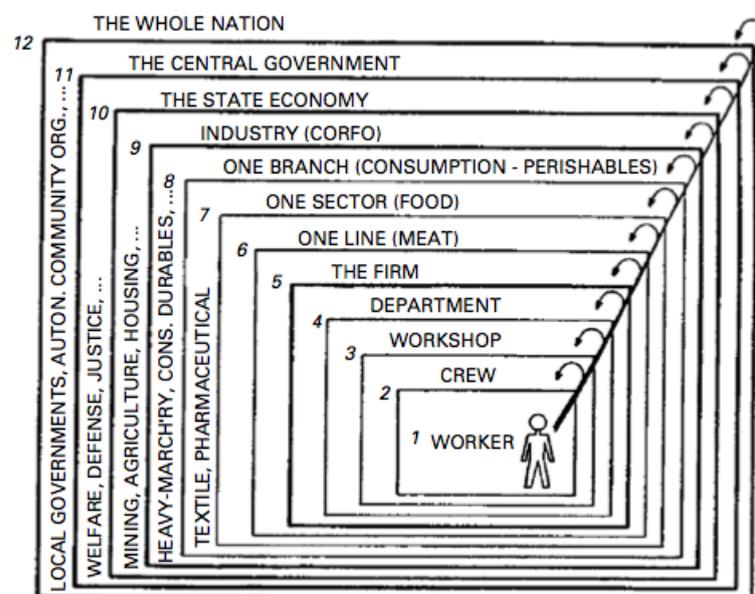
Assim, ao fazer esse exercício de transposição dos estudos de sistemas neurais e questões psiquiátricas para a administração de empresas, Beer desenvolveu um tipo de

¹⁶ Do original: “as a tool for thinking realistically about possibilities for adaptive control”.

modelo cibernético universal, chamado de Modelo de Sistema Viável (*Viable System Model* - VSM), voltado ao entendimento sobre o controle organizacional de instituições públicas e privadas, como sistemas dinâmicos.

Ao contrário dos gráficos organizacionais tradicionais, que descrevem cargos, funções e um tipo de hierarquia coercitiva estabelecida entre os funcionários de uma empresa, o que o VSM se propõe é estabelecer níveis de recursividade da sua organização administrativa, como subsistemas, atuando para o equilíbrio de variedade entre esses níveis e internamente a eles. A hierarquia, nesse caso, é uma de ordem funcional, significando que níveis superiores não comandam os níveis inferiores, mas estabelecem uma metalinguagem para discutir sobre eles e determinar seus limites de atuação autônoma conforme certos objetivos desse nível superior. (SWANN, 2018)

Figura 7 – Representação dos níveis de recursividade do VSM, por Stafford Beer



Fonte: BEER, 1995

O VSM começou a ser elaborado dentro de uma obra de Beer chamada *Brain of the Firm* (BEER, 1995b). O livro foi publicado logo antes de o ciberneticista ser contactado por Fernando Flores, ministro da Fazenda e secretário-geral do governo socialista de Salvador Allende, para a aplicação do VSM no como ferramenta de regulação democrática da economia chilena. Essa aplicação, chamada de *Cybersyn*, é descrita por Beer em uma analogia ao corpo humano.

Ele diz que nosso corpo é composto por diversos tipos de sensores capazes de capturar todo tipo de informação relevante para a sua estabilidade, de modo que, a partir de um modelo, somos capazes de nos adaptar continuamente. Por conta da alta complexidade desses dados coletados, o nosso cérebro realizar operações de atenuação de variedade,

renunciando a todo tipo de informação que não seja relevante para os nossos objetivos em determinado momento. Além disso, vários dos nossos processos corporais são regulados pelo nosso cérebro em áreas autônomas, que operam sem que tenhamos consciência. Haveria no corpo humano, portanto, um equilíbrio entre centralização e descentralização do controle, fundamental para a viabilidade desse sistema dinâmico.

O *Cybersyn*, como um sistema dinâmico espalhado por todo o território chileno, guarda semelhança com essa descrição na medida em que foi idealizado para que os trabalhadores desenvolvessem um modelo das indústrias, como o padrão do seu comportamento ideal, e fossem capazes de, com o auxílio de um sistema digital, perceber pontos de instabilidade no sistema e atuar, por simulações, para correção de possíveis problemas. Conjuntos de dados de alta variedade eram coletados nas indústrias do país, enviados diariamente para uma sala de controle em Santiago. Na central, os dados eram processados por um computador compartilhado com outros ministérios do governo, cuja função era atenuar a complexidade desse imenso volume de dados a partir de cálculos complexos. A partir disso, trabalhadores eram informados em tempo real sobre discrepâncias entre o estado de estabilidade por eles modelado e a atualidade dos resultados obtidos por diversos setores da indústria.

Fundamental para essa discussão é a diferenciação, em termos éticos, do modelo proposto por Beer em relação ao modelo organizacional tradicional ou, no caso da arquitetura, em relação ao modelo de descrições geométricas de um edifício. O VSM deve ser entendido como uma ferramenta de diagnóstico, e não como a prescrição de ações adaptativas rígidas, de modo a auxiliar humanos no entendimento pleno sobre todos os aspectos relevantes aos processos nos quais estão envolvidos. (SWANN, op. cit.)

O VSM não é um método, mas um instrumento para a formulação de outros métodos e estratégias adaptativas, uma vez que as próprias pessoas os concebem e os rearticulam continuamente por interfaces digitais. Há assim uma relação mutualística e dialógica entre indivíduos e aparatos computacionais que, aplicados ciberneticamente, os auxiliam na organização coletiva do sistema do qual fazem parte. Em outras palavras, o modelo informa as pessoas e, ao ser reelaborado, representa a elaboração contínua dos próprios objetivos do sistema.

Em termos de design, algo similar poderia ser feito pela intensificação da interação mutualista e simétrica entre usuários e objetos de uso, e também pela simultânea promoção da autorreflexão desses usuários acerca dessa interação. Essa observação sobre a sua própria ação possibilita a ampliação de objetivos e modelos operacionais possíveis para um mesmo sistema de objetos, indicando uma estratégia de amplificação de variedade do espaço, sem romper totalmente com o caráter atenuador próprio da prática de design. Desse modo, o próximo capítulo será elaborado como um argumento de que a Teoria da Conversação, desenvolvida por Gordon Pask, informa a prática arquitetônica no sentido de elaborações espaciais em que o controle de variedade sistêmica se dá de forma híbrida.

3 A emergência do espaço como diálogo

Este capítulo aborda a Teoria da Conversação (TC) de Gordon Pask, que se concentra em compreender a interação entre humanos e seu ambiente. A TC é baseada na premissa de que a inteligência só pode ser reconhecida por meio de um diálogo e que o conhecimento é construído a partir de relações entre elementos, não em uma estrutura estática pré-definida. O capítulo explora como os sistemas distintos podem convergir em direção à construção de um modelo útil a um objetivo comum, sem abrir mão de sua autonomia. Também são discutidas a Teoria dos Objetos de Ranulph Glanville e o “paradigma cibernético de design” de Pask como formas de consolidar práticas capazes de gerar arquiteturas digitais adaptativas e dialógicas.

Na seção 3.1, o texto explora a premissa básica da TC de que a inteligência é relacional e só pode ser reconhecida por meio de um diálogo. São discutidos os sistemas estáveis de M-indivíduos e P-indivíduos, que estabelecem conversações a partir de interfaces mecânicas e são o único ponto de contato entre eles. A seção explora o desafio de como esses sistemas distintos podem convergir em direção à construção de um modelo útil a um objetivo comum, sem abrir mão de sua autonomia.

A seção 3.2 concentra-se na aplicação das Redes de Implicações de Pask na tecnologia e apresenta a Teoria dos Objetos de Ranulph Glanville. Será destacado como as Redes de Implicações permitem medidas de valor duro de processos de interação ultracomplexos até então incomputáveis. Também é discutido como a Teoria dos Objetos busca estruturar sistemas de relações que permitem a compreensão e percepção de tópicos relativos ao espaço.

Na seção 3.3, o capítulo apresenta o “paradigma cibernético de design” de Pask como uma forma de consolidar práticas capazes de gerar arquiteturas digitais adaptativas e dialógicas. O capítulo se encerra com a discussão sobre como a configuração inicial de um espaço pode ser rearticulada pelos usuários, permitindo a evolução constante do espaço. Além disso, são destacados os diferentes tipos de interações entre humanos e máquinas na criação dessas arquiteturas digitais adaptativas e dialógicas.

3.1 Teoria da Conversação e a produção do espaço

A partir das elaborações da cibernética de segunda ordem em relação à circularidade dos sistemas e à inclusão dos observadores dos sistemas de primeira ordem, fica evidente o papel de cada observador na construção de sua própria realidade. Como colocado por Heylighen e Joslyn (2003), “todo conhecimento sobre um sistema é mediado por nossas representações – ou modelos - que fazemos deles”¹. Tais modelos são uma simplificação do sistema modelado, renunciando a seus aspectos irrelevantes para o objetivo do sistema

¹ Do original: “[. . .] all our knowledge of systems is mediated by our simplified representations—or models—of them”.

construtor do modelo. Entretanto, as considerações acerca da recursividade implicam que as partes de um sistema podem ser, elas mesmas, outros sistemas com objetivos distintos entre si, o que implica que suas abstrações da realidade não são iguais.

Com isso, surge a questão de como sistemas distintos, que se acoplam em sistemas mais amplos, podem convergir no sentido da construção de um modelo útil a um objetivo comum, sem abrir mão de sua autonomia. Em relação à produção arquitetônica, o desafio poderia ser colocado da seguinte forma: como a materialidade de um sistema de elementos que pode ser configurada para responder aos desejos e necessidades individuais de usuários e grupos sociais? Ao mesmo tempo, como é possível conformar esse tipo de adaptação a uma organização mais ampla, que frequentemente envolve outros indivíduos e grupos com objetivos e desejos discrepantes entre si?

Para endereçar essa questão, a Teoria da Conversação (TC) de Gordon Pask, desenvolvida com enfoque na aprendizagem de seres humanos através de mecanismos digitais, fornece as bases para uma investigação sobre interação entre humanos e seu ambiente. Uma das premissas da TC é que de que inteligência só existe como algo relacional, como um diálogo, sendo algo que só pode ser reconhecido por um observador externo. (PASK, 1975b) Esse observador externo desenvolve e utiliza uma meta linguagem para discutir sobre a conversação, e pode se deparar com sistemas estáveis de várias categorias, podendo-se destacar duas principais.

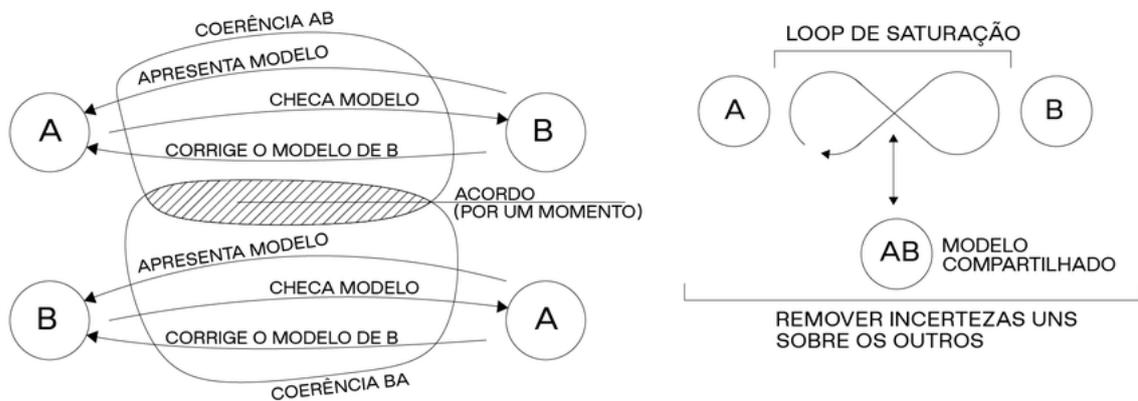
A primeira categoria é a dos indivíduos mecânicos (M-indivíduos), sendo um tipo de sistema com uma localização no espaço-tempo, como uma estrutura física que dá suporte a interações de caráter intangível. Assim, um computador (como uma máquina física), um ser-humano (como corpo biológico), uma colmeia (como um ecossistema dinâmico) ou um satélite (como aparato construído), são todos exemplos que pertencem à mesma categoria. Esses M-indivíduos em geral existem em um ambiente que é, ele mesmo, outro M-indivíduo, e que como tal pode ser descrito como estados e transições de estados. Para Pask, a palavra “estado” significa um valor resultante do conjunto de todos os atributos descritivos de um sistema, enquanto a transição de estado se refere às mudanças nos conjuntos de atributos que produzem estados distintos.

Já a segunda categoria, dos indivíduos psicológicos (P-indivíduos), agrupa sistemas estáveis que podem ser descritos como sua personalidade. Dessa forma, um mesmo M-indivíduo pode dar suporte a múltiplos P-indivíduos e, inversamente, um único P-indivíduo pode existir por múltiplos M-indivíduos. Pask cita exemplos de sistemas dessa ordem, como personagens sendo representados em peças (o vilão, o mocinho, o bobo, o corajoso), a performance de funções estáveis na sociedade (professores ensinando alunos, médicos tratando seus pacientes, um bombeiro lidando com algum perigo, etc) ou a organização em grupos coerentes (como governos, culturas, movimentos sociais, etc). (Ibid.)

Estes indivíduos psicológicos geralmente existem através de indivíduos mecânicos, e estabelecem conversações a partir de interfaces mecânicas que são o único ponto de

contato entre eles. Segundo Dubberly e Pangaro (2009), na ausência dessas interfaces, os diversos indivíduos mecânicos estão isolados entre si. Isso implicaria na impossibilidade de diálogo entre os indivíduos psicológicos aos quais eles dão suporte. Mais além, um só indivíduo mecânico pode dar suporte a diversos indivíduos psicológicos, que podem ser tratados como entidades conceituais que convergem ou divergem entre si, dentro de um mesmo suporte mecânico. (PASK, 1975a apud GREEN, 2004)

Figura 8 – Representação gráfica do processo de conversação



Fonte: Elaboração própria

Segundo Dubberly e Pangaro (2009), o processo de conversação (FIGURA 8) começa quando um P-indivíduo A propõe a outro P-indivíduo B um tópico para discussão, sobre o qual ambos concordem em se engajar. O P-indivíduo A se engaja na conversação tentando comunicar ao outro P-indivíduo B distinções e relações entre conceitos que constroem o significado de sua mensagem. O P-indivíduo B, por sua vez, constrói um modelo do que lhe foi comunicado, e tenta reproduzir os procedimentos realizados por A na intenção de compreender a mensagem anterior. Nesse ponto, B pode avaliar internamente se o modelo que A construiu se adequa ao por ele construído mentalmente um modelo suficientemente satisfatório do que o outro entende sobre o tópico de discussão.

Para que uma conversa seja efetiva, a modificação da forma como pelo menos uma das partes da interação compreende o mundo. Em outras palavras, uma conversação só se caracteriza como tal quando, a partir da construção de um modelo conjunto, as partes de um sistema dialógico rearticulam seus próprios modelos internos. Por isso, Pangaro e Dubberly (Ibid.) argumentam que a conversação é um tipo de ação no mundo que possibilita a aprendizagem, a coordenação de ações entre sistemas e colaboração entre indivíduos.

Quando os agentes de uma conversação se engajam nesse exercício de permutação de modelos, o que ocorre é a construção de um terceiro modelo. Constituído tanto a partir das semelhanças entre os agentes quanto por suas contradições e diferenças, esse modelo

representa um acordo temporário, chamado de *sprout* (broto, em português)(PASK, 1976). Ainda, a permanência do engajamento desses indivíduos na conversação pode ser descrito como um processo circular de “saturação” do *sprout* (PANGARO, 2000). Isso significa que as contradições entre os indivíduos vão, progressivamente, se tornando acordos entre eles, o que pode também ser descrito como a “remoção de incertezas” mútuas.

A partir dessas descrições, é possível compreender a conversação como uma forma de controle misto, na qual há a ocorrência simultânea de atenuação e amplificação de variedade. Como permite a convergência de modelos distintos em um modelo compartilhado, esse tipo de interação remove estados de incerteza do sistema. Porém, esse mesmo processo permite o aparecimento de estados sistêmicos que só são possíveis por conta da emergência de contradições produtivas. De outro modo, quando as diferenças entre indivíduos são solucionadas, e acordos são estabelecidos, há uma combinação da complexidade de ambos, capaz de gerar um tipo de inovação sistêmica impossível de ser construída sem a cooperação desses agentes.

Esse caráter produtivo da conversação, em que trocas de modelos conceituais geram novidade e inovação, indica a relação da TC com o design. Glanville (2003) argumenta que a conversação é um requerimento para a prática de design, mesmo quando ela ocorre a partir da interação de múltiplos P-indivíduos que constituem um único designer. Para o autor, pontos de vista distintos de um sujeito constituem indivíduos psicológicos também distintos. Assim, a atividade de projetar a partir de representações constitui uma interface dialógica, sendo os atos de desenhar e observar o desenho um processo autorreferencial que é a principal fonte de criatividade disponível para profissionais desse campo.

Para além da subjetividade e individualidade da prática isolada, a interação de múltiplos agentes na prática de design também consegue produzir efeitos semelhantes. Dessa forma muitos autores escreveram sobre o design como um processo essencialmente conversacional, servindo como uma discussão acerca de objetivos, e como um exercício de convergência em objetivos comuns. (RITTEL; WEBBER, 1973; BUCHANAN, 1985; NEGROPONTE, 1975; GLANVILLE, 1999; PASK, 1975b; DUBBERLY; PANGARO, 2007) Apesar disso, esses argumentos por vezes tomam essas interações dialógicas do design como formas de conhecimento subliminares e tácitas. Para Dubberly e Pangaro (2019), isso se confirma em processos de criação de formas nos quais há a possibilidade de se trabalhar sozinho. Entretanto, os autores pontuam que o design de sistemas muitas vezes está imbricado em amplos sistemas relacionais, sendo a coordenação de ações e a coerência de objetos dependentes de um esforço para tornar explícitos os conhecimentos aplicados na prática.

Em relação ao uso de objetos como sistemas, Dubberly e Pangaro (2009) destacam a importância da conversação para a experiência de usuários. Como a compreensão de objetos e espaços é de cunho relacional, os autores dizem que designers deveriam modelar não apenas produtos, mas as próprias conversações que os originam. Dessa

forma, eles fazem uma provocação para que o conhecimento aplicado na prática se torne explícito. Em termos práticos, isso significaria tomar a interação de usuários e objetos como “conversações para definir ou alcançar objetivos”, de modo a se utilizar modelos dessas interações para a adaptação contínua e descentralizada de arquiteturas.

Nesse sentido, a próxima sessão indica a criação de redes conceituais gráficas como uma forma de tornar explícitas as conversações relacionadas à conformação de objetos. Como modelos, essa estratégia consiste numa simplificação de complexos processos de interação entre indivíduos psicológicos, podendo servir como uma ferramenta de coordenação de objetivos e ações de design em grupos heterogêneos.

3.2 Redes de implicações

Na descrição cibernética da conversação, apresentada na última sessão, presume-se a troca de modelos entre P-indivíduos, cujos mecanismos Pask investigou exaustivamente. Em geral, agentes de conversações são compreendidos como pessoas em sua individualidade: um ecossistema mental de P-indivíduos que se manifestam através do M-Indivíduo “corporal”. Apesar de essa forma de interação ser de fato relevante para a emergência da consciência humana, é possível identificar várias outras ocorrências de processos semelhantes que tem como agentes outros tipos de sistemas.

É preciso relembra que sistemas sociais, formados por redes de comunicação entre pessoas, constituem um só indivíduo-P que permeia todo um agrupamento de corpos biológicos e os ambientes que estes ocupam. Atualmente, adiciona-se que é usual que os canais de comunicação entre os membros desses grupos sociais sejam computadores e aparatos digitais. Esses dispositivos, tendo sido desenhados para reter em sua estrutura informações e modelos que interferem nas relações humanas, também devem ser encarados como P-indivíduos. Pensando mais além, a interação entre entidades biológicas não-humanas de qualquer escala também constitui formas de conversação. Entidades como animais, plantas, florestas, biomas, planetas, etc., conseguem permutar modelos e informações através de diferentes meios. Esses sistemas são indivíduos-P porque exibem mecanismos de percepção e ação que produzem estabilidade para si mesmos mesmo em situações não-previstas nos modelos que retém. São, portanto, seres que dependem de processos inventivos para amplificar sua variedade sistêmica, o que já argumentamos que é possível através de conversações.

Todas essas observações indicam o que é definido por Pask na TC como os participantes de conversações. Esse agentes de interações são entendidos como um “conjunto de conceitos que se relacionam para gerar um produto” (PASK, 1995). Nesse caso, conceitos não são apenas definidos como compreensões de ordem linguística, devendo ser encarados como processos mais gerais do que a interpretação por meio da língua falada ou da escrita. Na TC, conceitos são, portanto, agrupamentos de procedimentos, definidos como a

“compilação de um programa em um meio de computação”. Esses meios de computação podem ser tanto cérebros, quanto artefatos e sistemas biológicos citados (PASK, 1979). Os produtos dessas computações, chamados de “tópicos”, são as “entidades conceituais” mínimas para a formação de modelos permutáveis.

Em resumo, tópicos são compilações de programas executados por meios diversos, que variam conforme o tipo de sistema em que ocorrem. Conjuntos dessas compilações formam conceitos que, quando agrupados formam relações conceituais que reconhecemos como um participante de uma conversação. Desse raciocínio, Pask cunhou sua célebre frase: “Não existe processo que não produza um produto. Não existe produto que não seja produzido por um processo” (PASK, 1995). Com isso, o autor indica o caráter circular da conversação, sendo participantes definidos tanto como o produto de relações entre tópicos, quanto o meio do processo em que essas relações se dão.

Os acordos entre participantes, descritos anteriormente como o principal efeito de seu engajamento, podem ser compreendidos agora como o “compartilhamento de um conceito comum, retido como estável ou memorável”². Isso significa que, apesar das diferenças das computações conceituais que os constitui, dois P-indivíduos podem reproduzir internamente processos semelhantes, gerando entendimento mútuo (PASK, 1979). Portanto, na TC a memória de indivíduos não é um “conjunto de estados mentais que são simplesmente acessados, mas processos relacionais entre conceitos reconstituídos o tempo todo” (PANGARO, 2001a).

Pask conseguiu formalizar seu argumento a partir da observação de processos de conversação, e da construção e análise de aparatos eletrônicos para a simulação dos processos descritos. Assim, um dos maiores feitos científicos do ciberneticista foi a consolidação de um modelo geral das interações entre entidades conceituais. Esse modelo, o qual Pask denominou de proto linguagem (Lp), descreve de maneira detalhada as computações e procedimento que originam qualquer tipo de consciência. Desse modo, essa proto lógica representa qualquer tipo de estrutura “capaz de acomodar uma ação observada e um tipo de pensamento razoavelmente geral” (PASK, 1979).

Dada a complexidade das suas elaborações referentes à Lp, Pask se empenhou no desenvolvimento de um método para a representação simplificada desses processos, o qual o ciberneticista denominou de Redes de Implicações (*Entailment Meshes*). Nessas redes conceituais, tópicos são apresentados como palavras ou frases dispostas graficamente, que a princípio não remetem a nenhum significado de forma isolada. Para representar as diferentes formas de interação entre esses tópicos dispostos, Pask propõe convenções gráficas que possibilitam um tipo de leitura visual capaz de reconstituir os processos conceituais descritos.

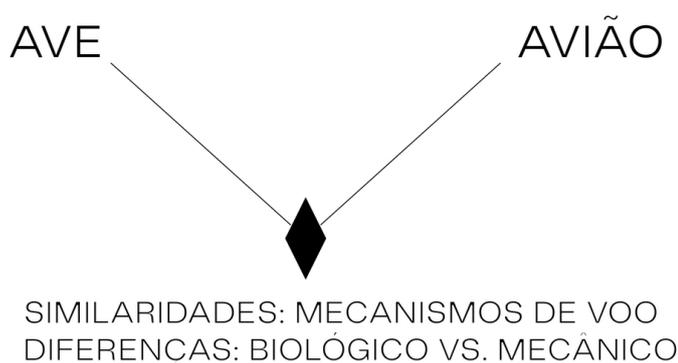
A construção dessas representações servem como a “exteriorização de um processo

² Do original: “[...] agreements signify the sharing of a common concept which is retained as stable or memorable”.

mental”, podendo ser aplicadas como um exercício fomentador de conversações. Nesse sentido, é preciso ter em mente que os gráficos propostos não implicam na representação de um conhecimento objetivo. Ao contrário, eles devem ser lidos como a destilação temporária de um conhecimento em permanente transformação e absolutamente imbricado na subjetividade de seu construtor. Por esse motivo, o pensamento de Pask se opõe frontalmente às “perspectivas realistas da filosofia”. (PANGARO, 2001b)

Em Lp, o primeiro tipo de relação possível entre tópicos ocorre quando pelo menos dois deles são conectados por suas similaridades e diferenças. Na figura 9, temos o exemplo da representação da analogia entre os tópicos “ave” e “avião”, unidos por um símbolo losangular que indica essa categoria de relação. Como uma convenção simbólica, utiliza-se Σ para indicar semelhanças e Δ para representar suas diferenças. Dessa forma, a analogia da figura é indicada como (ave Σ avião \rightarrow mecanismo de voo), (ave Δ avião \rightarrow biológico, mecânico). Esse tipo de interação conceitual pode ser feita sem grandes especificações de detalhes, o que a caracteriza como a relação mais fraca no esquema das Redes de Implicações. (PANGARO, 2001)

Figura 9 – Representação da analogia entre dois tópicos



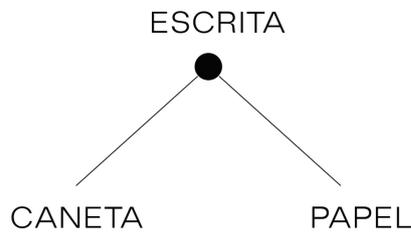
Fonte: Elaboração própria

Outro tipo de relação que se pode estabelecer entre tópicos é o de derivação. Na figura 10 temos um exemplo disso, no qual o conceito de “escrita” é construído a partir da conjunção dos tópicos “caneta” e “papel”. Desse modo, pode-se resumir esse processo pela equação (caneta + papel) \Rightarrow círculo. Em termos informais, isso é o mesmo que dizer que os dois primeiros tópicos são suficientes para explicar o terceiro, como um processo que gera um produto. A definição do que deve ou não ser incluído em uma derivação é inteiramente dependente da subjetividade do construtor dessa representação.

Uma derivação deve incluir dois tipos de explicações acerca da conjunção tópicos, uma explicação descritiva e uma prescritiva. A descrição da derivação tem a ver com o porquê da interrelação de tópicos em questão, indicando o objetivo do construtor de determinado conceito, e “orientando um observador em relação à intenção” em questão.

Em seguida, a prescrição da derivação é uma indicação do modo como essa relação se dá na prática, indicando procedimentos para se obter o objetivo descrito. (PANGARO, 2008)

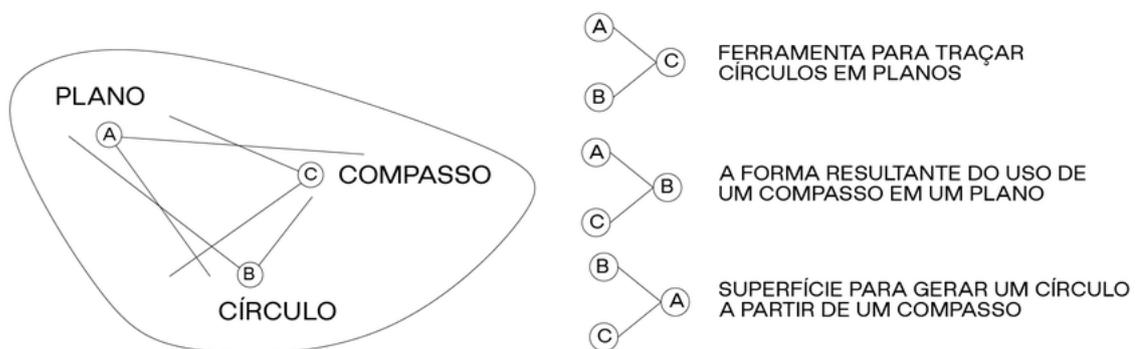
Figura 10 – Representação do processo de derivação conceitual



Fonte: Elaboração própria

A partir da indicação do processo de derivação entre tópicos, chegamos ao cerne da construção das Redes de Implicações, que é a criação de relações chamadas de coerência. Tomando conjunto de três ou mais tópicos, uma coerência existe quando todos eles podem ser suficientemente explicados pela conjunção de todos os outros. Essa derivação tripla é descrita por Pask como uma relação de circularidade produtiva, sendo a relação mais forte que se pode construir entre entidades conceituais. No exemplo da figura 11, temos três derivações mútuas entre os tópicos “plano”, “círculo” e “compasso”, com as suas respectivas explicações descritivas. Isso é demonstrado graficamente pela circunscrição das palavras e frases que representam tópicos com uma linha, que indica os limites do conceito formado. Também é possível descrever essa coerência como uma operação de adição entre os tópicos, da seguinte forma: (plano + círculo => compasso) AND (compasso + círculo => plano) AND (plano + compasso => círculo) THEN (compasso, plano, círculo). (PASK, 1979)

Figura 11 – Representação da formação de uma coerência conceitual

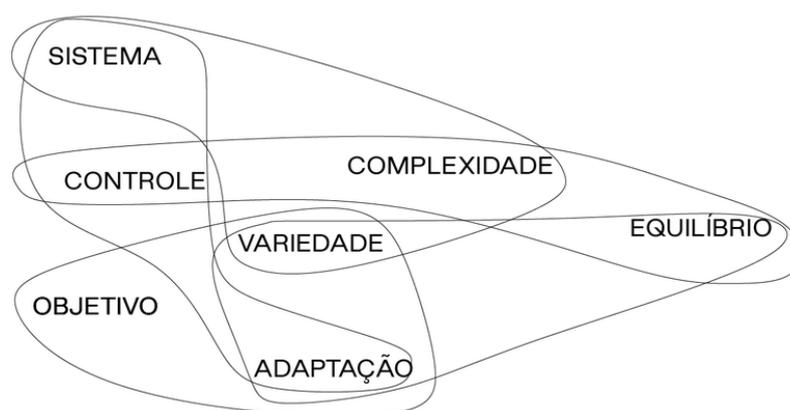


Fonte: Elaboração própria

Um só tópico pode ser incluído como parte de múltiplas trincas conceituais. Isso significa que diferentes conceitos Podem se sobrepor pelo compartilhamento de um mesmo

tópico. Desse modo, podem ser formadas redes conceituais gráficas como uma condensação simplificada dos procedimentos realizados pelos autores dessas redes (FIGURA 12). Um aspecto importante dessa forma de representar a consciência de indivíduos, é a sua capacidade de tornar explícitos os conhecimentos envolvidos em uma conversação através de uma interface física. A leitura não linear desses gráficos permite o compartilhamento de conceitos, ou a expressão das diferenças e semelhanças conceituais de diferentes participantes. A partir dessas percepções, esses indivíduos podem atuar tanto para a construção de modelos daquilo que os diferencia, ou permutar tópicos para convergir no sentido do compartilhamento de processos conceituais comuns. Esse ponto explicita a possibilidade de formalização de interações intangíveis próprias da prática de design, servindo para a convergência em objetivos.

Figura 12 – Representação de uma Rede de Implicações que descreve o campo da cibernética



Fonte: Elaboração própria

Na formação das Redes de Implicações, é possível que participantes acabem sobrepondo coerências de modo que dois conceitos distintos sejam produzidos por um só conjunto de tópicos. Por exemplo, se em uma rede temos simultaneamente as coerências (asa voo pássaro) e (asa voo avião). Neste caso, temos que a expressão (asa + voo) deriva tanto “pássaro” quanto “avião”, havendo uma ambiguidade entre essas duas expressões de coerências. Quando isso acontece, há a formação de uma analogia entre os tópicos que se distinguem, nos mesmos termos do que foi descrito anteriormente. Desse modo, é possível utilizar essas redes para a detecção de contradições nos modelos conceituais de indivíduos que as originam (HEYLIGHEN, 2001).

Uma coerência é processo “produtivo e reprodutivo que se mantém estável ao longo do tempo” (PANGARO, op. cit.)³. Por isso, quando essas contradições aparecem na

³ Do original: “[. . .] productive and re-productive processes that are stable over time”.

formação de Redes de Implicações, há uma instabilidade nesse sistema. Isso porque, em momentos distintos de sua leitura, participantes produzem produtos distintos a partir de um mesmo processo, o que não é possível. Para resolver essa relação de ambiguidade, e tornar o sistema estável, existem algumas estratégias possíveis:

- 1) **Combinação de tópicos:** pela análise das semelhanças e diferenças dos tópicos ambíguos, o autor da rede pode julgar que se trata de uma falsa distinção, atribuindo um novo tópico que os engloba de maneira satisfatória.
- 2) **Separação de tópicos:** é possível propor que um dos tópicos compartilhados nas duas coerências ambíguas não satisfaz a intenção do autor. No nosso exemplo, seria possível separar “asa” em dois tópicos: um para expressar o conceito de um membro biológico, e outro para expressar a noção de aparato mecânico.
- 3) **Adição de tópicos:** podem ser adicionados novos tópicos à pelo menos uma das coerências, o que formando uma distinção que desfaz a ambiguidade formada anteriormente.

A partir dessas operações de desambiguação, é possível afirmar que a percepção de contradições é o primeiro passo para enriquecer as informações dispostas em uma rede de implicação. As contradições não devem ser compreendidas como problemas a serem evitados, mas como a verdadeira origem do caráter criativo das conversações. Assim, esse tipo de relação entre entidades conceituais estimula autores e participantes a manipular tópicos e “aumentar a coerência do todo”⁴. (PANGARO, op. cit.)

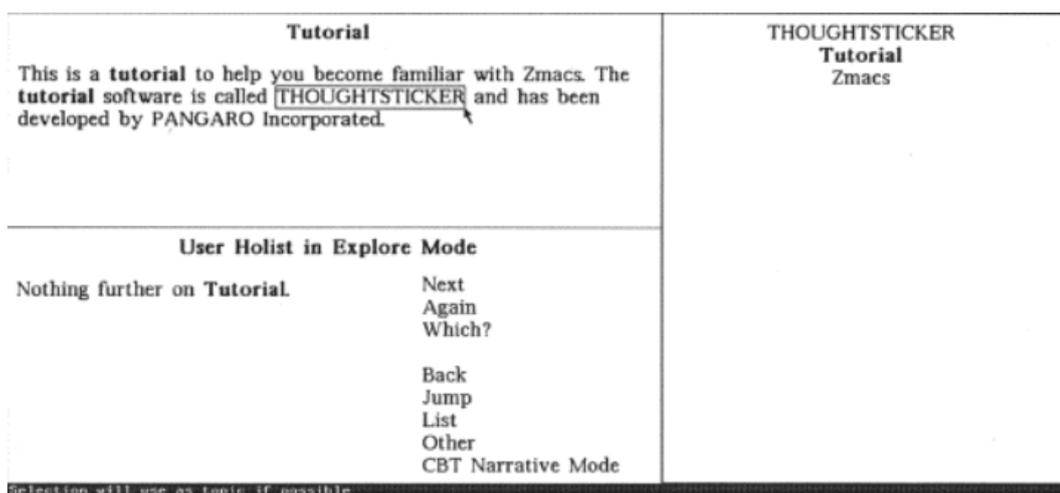
As relações e operações descritas se baseiam somente em “relações estruturais” entre tópicos. Isso significa que a semântica das palavras dispostas não têm nenhuma relevância para os procedimentos dispostos. Em todo caso, o sentido linguístico das palavras permanece imbricado na subjetividade dos leitores, que reproduzem novos conceitos a partir dos próprios modelos conceituais produzidos em suas experiências prévias. A relevância disso se localiza no fato de que contradições podem ser calculadas a partir de linguagens de programação, pela checagem da sobreposição estruturas de dados compostas pelos agrupamentos de termos em coerências. (PANGARO, 1987)

As Redes de Implicações foram desenvolvidas no intuito de serem aplicadas em processos de aprendizagem, considerados por Pask como conversações. Na perspectiva de alunos, essas estruturas sevem como um catalisador de interações entre conceitos que esses indivíduos possuem inicialmente, e aqueles que eles devem incorporar em seu repertório conceitual. Essa visão parte do princípio de que práticas de ensino não são efetivas quando pressupõem o engajamento de alunos a partir dos mesmos processos. Isso porque, na prática, esses indivíduos produzem conceitos de modos diferentes, significando que formam coerências a partir de diferentes tópicos e intenções.

⁴ Do original: “[...] increase the coherence of the whole”.

Na perspectiva do professor, essas redes servem como um modelo da experiência de aprendizagem descentralizada de seus alunos. Pela observação das coerências e contradições presentes nas estruturas conceituais de seus alunos, é possível utilizar as Redes de Implicações como a demonstração do que foi aprendido. Isso possibilita a indicação, por parte do mestre, de caminhos de aprendizagem possíveis para seus pupilos a partir da própria experiência subjetividade dos mesmos. Dessa forma, Pask utiliza do potencial computacional dessas estruturas para a criação de um ambiente de software chamado de THOUGHTSTICKER⁵, voltado à aprendizagem de cunho construtivista. O seu objetivo era estabelecer um ambiente de aprendizagem capaz de oferecer múltiplas forma de se navegar através de um assunto.

Figura 13 – Frame do software THOUGHTSTICKER



Fonte: PANGARO, 2001

Em resumo, esse sistema consiste em uma tela em que são dispostas três janelas de informações (FIGURA 13). Na primeira tela, os assuntos de uma determinada disciplina são expostos por textos em que estão presentes tópicos de Redes de Implicações. Dessa forma, os textos apresentados em linguagem natural constituem coerências de Lp. Os tópicos dispostos são hiperlinks que, quando acessados, modificam as informações presentes na tela. Essa lógica de navegação remete aos sistemas de navegação na internet da atualidade, mas possuem a diferença fundamental de que não têm correspondência direta com uma página posterior única. Ao contrário, a modificação dos gráficos digitais são determinadas pela “vizinhança conceitual” do tópico clicado em relação ao que já foi absorvido pelo usuário. Por isso, o THOUGHTSTICKER pode ser entendido como uma estratégia de personalização da experiência digital.

Na janela lateral do software, todas as coerências já exploradas eram listadas, possibilitando uma navegação não linear em que usuários poderiam investigar a matéria

⁵ O THOUGHTSTICKER foi idealizado por Pask, mas desenvolvido com a participação de Paul Pangaro, que publicou diversas versões do software através de múltiplas plataformas.

em questão a partir do que era de seu interesse em determinado momento. Por fim, na janela inferior, eram dispostos botões de navegação que serviam para a exploração de todos os conceitos já apresentados. Para além de se mover entre páginas, era possível que usuários solicitassem mais informações sobre um tópico ou diferentes coerências capazes de explicar este tópico. Além disso, o botão *Jump* possibilitava que usuários informassem ao sistema que desejam mover para conceitos ainda não apresentados. Nesse caso, o sistema analisava estruturas “vizinhas” as apresentadas, e propunha domínios conceituais conectados ao atual, mas com suficientes diferenças para reengajar os indivíduos em sua aprendizagem.

Essa realização tecnológica tem grande relevância para a história da computação, pois inaugura a possibilidade de medidas de valor duro de processos de interação ultra-complexos até então incomputáveis. Assim, esse desenvolvimento prova a aplicabilidade da TC na prática, e dá suporte aos argumentos paskianos como uma linguagem para observadores em relação à sua própria experiência diária.

Aqui é preciso destacar que as aplicações computacionais das Redes de Implicações exibem diferenças fundamentais em relação às redes neurais, frequentemente utilizadas na atualidade para a simulação de inteligência em meios digitais. Isso se deve ao fato de que programas baseados na protológica Lp não se propõem à geração autônoma de inteligência. Como descrito, as coerências formadas nesses softwares existem sempre em relação a seus criadores, enfocando os aspectos relacionais do conhecimento. (PASK, 1995) Diante das considerações feitas nesta seção, o fato observado é de que Lp e suas formas de representação podem ser utilizadas para explicitar os conhecimentos envolvidos em práticas criativas, utilizando as contradições de sistemas de design para a emergência de novidade. Como foi explicitado no capítulo anterior, isso implica em um aumento de variedade indispensável para o controle de sistemas que apresentam comportamentos ambíguos e imprevisíveis.

No início deste capítulo, ao contextualizar a Teoria da Conversação neste trabalho, foi colocado o problema do acoplamento de sistemas com objetivos distintos como parte de sistemas mais amplos. Os processos de conversação e Lp foram apresentados como a forma através da qual indivíduos psicológicos são formados. Foi demonstrada a capacidade dessa forma de interação de promover a convergência de participantes de conversações em objetivos comuns, mesmo exibindo diferenças conceituais. Por isso, é possível argumentar que a tomada de processos de design como conversações de forma explícita indica possíveis caminhos para responder ao problema do equilíbrio entre a centralização e descentralização do projeto.

Ranulph Glanville, aluno de Pask em seu PhD após se formar em arquitetura, toma essas considerações e desenvolve sua Teoria dos Objetos (TO), que será descrita em termos gerais. Em seu trabalho, Glanville parte da pergunta de como observadores, ao compartilhar uma mesma experiência, podem se comportar como se estivessem na mesma

situação, mesmo possuindo entre si conceitos distintos na construção de suas observações (GLANVILLE, 2013). Investigando a relação entre arquitetura e linguagem para a percepção de tópicos relativos ao espaço, o ciberneticista busca estruturar sistemas de relações que permitem a expressão simultânea de dois observadores distintos, com descrições distintas e contraditórias sobre um tópico. (GLANVILLE, 1975)

Assim como na Lp de Pask, um observador é definido na TO como um conjunto de processos conceituais, isto é, uma entidade cuja estabilidade depende de sua capacidade de “lembrar-se de si mesmo, para reconstruir-se como si mesmo”⁶ (SCOTT, 2015). Isto implica que a memória não é entendida na TO um conjunto de informações, mas um processo que tem como produto a própria memória. Nesse sentido, a identidade e autonomia de observadores é dependente da sua capacidade de autorreferência, que é a observação sobre os próprios processos que os constitui. Eles são, portanto, objeto e sujeito de si mesmos. (GLANVILLE, 2012)

A partir disso, Glanville assume que toda entidade observada deve possuir a capacidade de observação. Por isso, ele se referencia a essas entidades apenas como Objetos (e não como sujeitos), numa inversão provocativa que carrega consigo a ideia da auto-observação. Não cabe aqui indicar as minúcias deste complexo trabalho, mas o exposto permite afirmar que a TO se coloca no sentido da superação da procura por objetividade na modernidade. Glanville observa que tanto no campo da arquitetura quanto no campo dos estudos linguísticos, as incongruências que ele percebeu na interação entre seus Objetos não são permitidas (GLANVILLE, op. cit.). Por isso, ele busca uma estrutura “não-hierárquica” para entender interações de humanos com seu ambiente, nos quais ordenamentos não são preestabelecidos, mas sim parte do “domínio pessoal” de cada sujeito-objeto.

O capítulo 4 será proposto como a investigação de uma estratégia de projeto arquitetônico de base digital, pautada na noção exposta de não-hierarquia, e na centralidade dos domínios pessoais de cada participante para a sua experiência do espaço. Isso será feito por aplicação do esquema das Entailment Meshes na construção e uso de espaços, vislumbrando a aplicação de sistemas de computação física para o desenvolvimento de arquiteturas explicitamente dialógicas e responsáveis (nos termos de Flusser). Antes disso, na próxima seção será feito um apanhado de aplicações dos aspectos da conversação e das suas dinâmicas conceituais na produção dos ambientes construídos.

3.3 Ambientes Paskianos

No contexto da investigação de formas consolidação de práticas capazes de gerar arquiteturas digitais adaptativas e dialógicas, Gordon Pask listou uma sequência de procedimentos interdependentes que ele considera ser um “paradigma cibernético de design”. (PASK, 1969) Diferentemente dos tratados da arquitetura pura, esse paradigma não deve

⁶ Do original: “[. . .] remember itself, to reconstruct itself as itself”.

ser lido como um conjunto de regras restritivas que resultam sempre em edifícios similares. Ao contrário, devem ser interpretadas como uma sequência de operações articuladas para que o projeto desenvolvido por um arquiteto seja uma configuração inicial de um espaço em constante evolução e rearticulação de suas formas e objetivos.

Para Pask, uma arquitetura cibernética é como um sistema de processo de projeto que inclui outros processos de projeto, como níveis de recursividade inferiores performados pelos usuários e usuárias dessas espacialidades. Embora os espaços possam ser inicialmente concebidos dentro de certos limites estabelecidos por especialistas, é importante considerar que todo espaço é, em princípio, rearticulável em algum grau. Os indivíduos e grupos sociais que utilizam esses espaços possuem autonomia para reconfigurá-los de acordo com suas necessidades, muitas vezes criando novos usos para a arquitetura que não haviam sido previstos inicialmente pelos especialistas.

Para atuar dentro desse equilíbrio entre centralização e descentralização do projeto, mantendo o objeto arquitetônico aberto à sua constante reformulação, Pask lista cinco pontos a serem observados pelo arquiteto ou pela arquiteta na configuração de espacialidades cibernéticas. O primeiro deles é definir o objetivo do sistema arquitetônico pela perspectiva de seus usuários. Contudo, esse objetivo pode estar subespecificado, significando que essas arquiteturas não são produzidas para suportar usos predefinidos. Nesse sentido, elas devem ter recursos suficientes para reconhecer demandas de uso imprevistas e gerar respostas efetivas em relação a essas demandas. Nesse caso, arquitetas e arquitetos devem “prover um conjunto de constantes que permitam certos modos de evolução presumivelmente desejáveis”⁷. (Ibid.)

Os dois procedimentos seguintes sugeridos por Pask, apesar de terem diferenças entre si, devem ser exercitados com o objetivo comum de identificar e determinar as características do sistema cruciais para o diálogo entre seres humanos e seu ambiente, atuando como a interface da sua conversação, como o acoplamento de dois indivíduos mecânicos. Com base no objetivo do sistema, os profissionais da arquitetura devem selecionar os materiais que serão utilizados no ambiente. No caso de tais materiais serem de ordem computacional, devem também programar as constantes dos algoritmos desses sistemas digitais, como um conjunto de dados básicos que se mantém fixo ao longo da evolução das arquiteturas.

O quarto ponto é um delineamento do tipo de inputs e outputs do sistema, referente ao tipo de informação que o sistema deve absorver do seu ambiente e do comportamento dos seus usuários, e a como ele vai atuar para se adaptar. Em outras palavras, esse exercício pode ser descrito como a construção do tipo de articulação da estrutura física do sistema que conseguirá mantê-lo fiel a seus objetivos.

Finalmente, o último procedimento é o desenvolvimento de um plano de adaptação

⁷ Do original: “[...] provide a set of constraints that allow for certain, presumably desirable, modes of evolution”.

para a arquitetura em questão. Isso significa a elaboração de instruções para os controladores digitais do sistema, como um algoritmo que utiliza informações coletadas por sensores, e define a sua organização com base em princípios computáveis. Para esse procedimento, o uso de computadores é defendido com mais forças por Pask apenas em situações nas quais os ciclos de adaptação ocorrem com intervalos curtos entre si, de minutos ou poucas horas. Em situações nas quais os ciclos são mais longos, pode ser mais adequado transferir as instruções adaptativas para seres humanos.

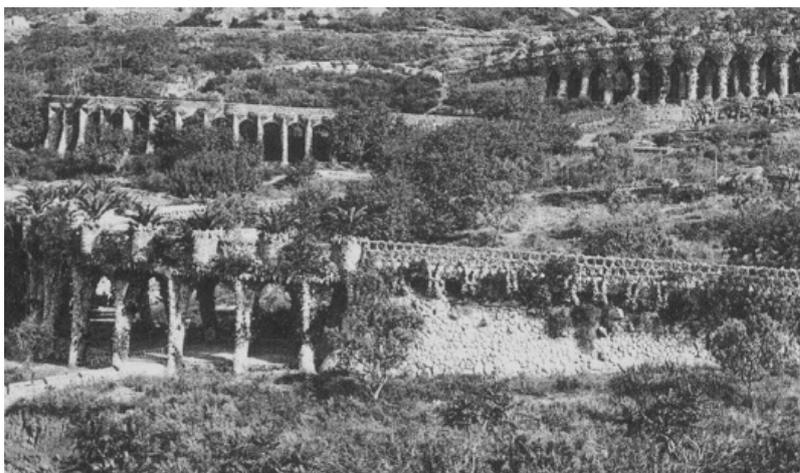
A ideia do projeto arquitetônico como a configuração de outro sistema dinâmico, em um nível de recursividade inferior, é entendida como uma possibilidade de superar o cerceamento de liberdade com os quais arquitetos e arquitetas contribuem. Haque (2007), argumentando nesse sentido, escreve que os ambientes paskianos nos “permitem desfiar os tradicionais modelos arquitetônicos de produção e consumo, que estabelecem distinções entre designers, construtor, cliente, proprietário e mero ocupante”⁸.

Os procedimentos listados definem uma sub-teoria arquitetônica de cunho cibernético, em que Gordon Pask se pauta para a construção de projetos inventivos, relacionados à ideia da experiência do espaço construído como processo contínuo. Se na TC o autor demonstra o caráter dialógico e relacional da consciência, nas suas obras o autor procura criar ambientes que não somente dão suporte à tais interações conceituais, mas que as promovem ativamente. Aqui, um aspecto fundamental é que o ciberneticista não se limita a pensar a conversação espacializada como uma atividade exclusivamente humana. Como conceitos são definidos como conjuntos de compilações que ocorrem por meios biológicos ou mecânicos, a TC pode ser aplicada a configurações sistêmicas que podem envolver tanto pessoas quanto máquinas. Nas próximas cinco sub-seções, serão apresentadas cinco categorias de interações não verbais entre indivíduos psicológicos através de interfaces mecânicas espacialidades no ambiente construído.

3.3.1 Interações psicológicas: Parc Guell

O primeiro tipo de conversação que pode ser facilitado e promovido pela construção de espaços, são as interações entre os múltiplos indivíduos-P (agrupamentos de conceitos) que constituem um ser-humano. Como já foi descrito, muitos autores entendem os próprios processos de design convencionais como conversações, já que profissionais atuam a partir da auto-observação de seus desenhos. Nesta seção, o enfoque da discussão é um tipo de ambiente construído capaz de ampliar esse aspecto conversacional para o próprio uso de objetos, mesmo sem dispor de mecanismos adaptativos.

⁸ Do original: “Architectural systems constructed with Paskian strategies allow us to challenge the traditional architectural model of production and consumption that places firm distinctions between designer, builder, client, owner and mere occupant”.

Figura 14 – Viadutos no setor leste do Parc Guell

Fonte: Arquivo da Real Cátedra Gaudí

Figura 15 – Visão inferior à um dos viadutos do Parc Guell.

Fonte: Google Street View

Gordon Pask define o Parc Guell, projetado por Gaudi, como um dos mais antigos exemplos de arquiteturas estáticas capazes de articular processos dinâmicos e evolutivos auto-observação. Na sua visão, esse projeto se opõe à normalização da passividade de usuários em relação à forma arquitetônica. Tal contraponto se deve ao caráter propositivo dos elementos arquitetônicos do parque, cujos símbolos e formas provocam observadores a permanecer realizando processos de deslocamento conceitual. Segundo o autor, ao visitar essa obra, visitantes se deparam com “declarações” feitas pelo que ele chama de “liberadores” (*releasers*), estruturas físicas capazes de guiar a experiência dos seus usuários em ciclos de “feedback especialmente planejado”. (PASK, 1969)

Em outras palavras, a ideia é que ao andar pelo parque, visitantes vão progressivamente articulando coerências entre elementos por vias não verbais, como conjuntos de memórias que se misturam e sofrem mutações. Isso se deve à colocação da TC de que a

consciência não é objetiva, mas dependente do domínio pessoal de participantes. Assim, a experiência dos espaços é determinada pela comparação de pontos de vista diferentes, que podem determinar acordos ou contradições. O que parece chamar a atenção de Pask no projeto de Gaudí, é que os “liberadores” citados tem suficientes diferenças entre si para gerar contradições produtivas, descritas anteriormente como a principal condição para o surgimento de novos estados sistêmicos.

Apesar de este projeto não ter sido desenvolvido com base na TC, ele demonstra que mesmo processos de projeto relacionados às convenções modernas podem produzir espaços adequados à estrutura das interações dialógicas. Essa adequação se deve principalmente a um tipo de visão sistêmica da arquitetura que compreende a importância de aspectos subjetivos para as experiências do espaço.

Na direção contrária disso, grande parte dos produtos da arquitetura contemporânea possuem características que dificultam o uso criativo do espaço imbricado nos domínios conceituais de usuários. Tanto os códigos de obras municipais, quanto os modismos típicos da indústria da construção, parecem reduzir a possibilidade de variação de formas, materiais e organizações possíveis na produção do espaço. Desse modo, os edifícios da atualidade não apresentam diferenças significativas entre seus elementos para a geração de contradições produtivas. O resultado disso é que, ao invés de a experiência arquitetônica modificar conceitos pela interação de P-indivíduos, ela consolida e reforça modelos já estabelecidos.

Por essa aproximação, é possível argumentar que o campo arquitetônico vem atuando para a redução da complexidade sociocultural das cidades contemporâneas, servindo como um poderoso instrumento de controle político restritivo. Assim, o Parc Guell é um exemplo preliminar de arquitetura responsável, que facilita e investe na capacidade humana de rearticulação conceitual. Portanto, ampliando a possibilidade modificação de modelos mentais a partir da experiência arquitetônica, o projeto de Gaudí se coloca como um amplificador da complexidade dos sistemas sociais em que ele se insere.

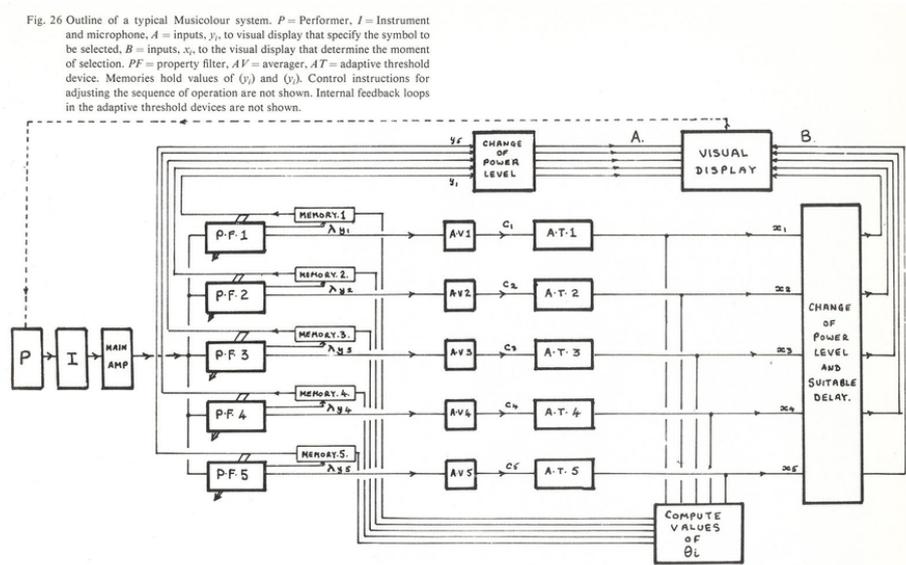
3.3.2 Interações humanos-máquinas: Musicolour

Outro tipo de interação paskiana se dá pelo acoplamento de Seres Humanos com mecanismos eletrônicos, visando estabelecer interações não prescritivas que amplificam a variedade sistêmica a partir de contradições. Exemplo disso é o Musicolour, um sistema performático de arte criado em 1953 por Pask, que servia de interface para um tipo de exploração musical espacializada. (PASK, 1971)

O sistema era composto por luzes de diferentes cores que eram ativadas a partir do processamento do som ambiente, em um controlador analógico construído pelo ciberneticista. O sistema era conectado com o som produzido por um piano, e ao tocar o instrumento, o pianista conseguia perceber as alterações na sequência de luzes como uma resposta à

sua música. Essa resposta, entretanto, não era linear: o output da máquina não era um mapeamento direto entre certas frequências de som e conjuntos específicos de luzes. Ao contrário, a máquina produzia suas respostas a partir de uma série de princípios evolutivos inicialmente configurados por um ser humano (FIGURA 16). Ao serem executados, esses princípios conseguiam gerar comportamentos imprevisíveis e com complexidade análoga a do pianista. Ou seja, o output do sistema não é especificado em nenhum lugar, podendo somente emergir do diálogo entre a máquina e o pianista. (PASK, 1971; HAQUE, 2007)

Figura 16 – Esquema das operações realizadas entre o input sonoro do pianista, e output de iluminação do Musicolour.



Fonte: PASK, 1971

Um dos princípios incorporados no esquema eletrônico desse sistema, diz respeito à sua capacidade de gerar instabilidades produtivas. Por exemplo: se um pianista insistisse na mesma nota por um tempo prolongado demais (pelos critérios inscritos no mecanismo) a máquina deixava de ativar as luzes como anteriormente. Nesse caso o sistema era reorganizado de tal forma que gerava diferentes correspondências entre frequências sonoras e luzes. (PASK, 1971) Assim, era possível estabelecer uma conversação entre o pianista e Musicolour por uma interface que permite questionamento e ação em ambas as partes do sistema. No caso do músico, ele questiona o estado da máquina pela observação do ambiente luminoso, e responde explorando diferentes escalas musicais de seu instrumento. De modo inverso, a máquina identifica o estado do pianista pelo sensor de frequência e intensidade sonoras, e responde pela ativação das lampadas dispostas.

O que se compreende como o aspecto crucial dessa obra é a sua capacidade de provocar na parte humana do sistema um constante deslocamento conceitual criativo. Ao interagir com o sistema, o pianista constrói modelos mentais do comportamento da

máquina. O dispositivo, por sua vez, tinha a capacidade de construir modelos instantâneos e temporários das ações do pianista. Isso significa que, toda vez que o Musicolour identificava que o pianista havia compreendido suas sugestões, um novo comportamento era articulado, o que levava o humano a modificar o padrão de suas ações.

É possível dizer que neste caso a estabilidade do sistema humano-máquina depende da permanência de instabilidades (ou contradições) entre eles. Ao serem transformadas em coerências pelo instrumentista, essas contradições geravam novidades na apresentação, atingindo o objetivo artístico dessa peça. Além disso, essa aplicação tecnológica da TC confirma a possibilidade de processos de conversação sem utilização de linguagem natural, estruturando o sistema de sons, luzes e cores a partir das operações conceituais definidas em Lp.

3.3.3 Interações máquinas-máquinas: Colloquy of Mobiles

Em uma obra artística de Pask chamada de Colóquio de Móviles (Colloquy of Mobiles), o ciberneticista demonstra uma forma de conversação que não depende do necessário engajamento de humanos, que chamaremos de engajamento entre máquinas. Desenvolvido como objeto de investigação artística e cibernética, a obra tem como interface mecânica um sistema eletrônico de sensores e atuadores, com comportamentos gerados a partir das principais estruturas de Lp. A obra foi proposta para a exposição Cybernetic Serendipity, realizada em 1968 pelo Instituto de Arte Contemporânea de Londres, consistindo em cinco móveis pendurados no teto com movimento angular definidos pela posição de motores. Cada um desses móveis devem ser lidos como um sistemas autônomos, como P-Indivíduos distintos.

Figura 17 – Fotografia da montagem original do Colóquio de Móviles em 1968.



Fonte: The Colloquy of Mobiles em medienkunstnetz.de

Em uma analogia a discussões de gênero, a dois desses móveis foram atribuídos papéis masculinos, e a outros três papéis femininos. Os móveis masculinos, cujo formato remetia a formas geométricas mais simples, tinham luzes e sensores de iluminação. Os móveis femininos, que eram grandes formas orgânicas feitas de fibra de vidro, continham espelhos articulados por motores em seu interior. Assim, todos esses módulos modificavam seu posicionamento a partir de princípios evolutivos que iam sendo reconstruídos temporalmente. (PASK, 1971)

Quando a luz de um móvel masculino refletia no espelho de um móvel feminino e voltava para o sensor de iluminação masculino, os dois móveis se engajavam em uma interação. A partir disto os subsistemas exploravam posicionamentos de suas partes móveis, até um certo ponto em que seu diálogo se tornava redundante demais. Nesse ponto, as luzes dos móveis se apagavam e iam gradualmente se acendendo até que um novo engajamento ocorresse. A cada um desses ciclos, os móveis aprendiam um pouco mais sobre como se engajar com cada vez menos esforço. Isso demonstra a capacidade dos mecanismos desenvolvidos por Pask de simular a formação de modelos conceituais que se adaptam a partir de ciclos de percepção e ação.

Figura 18 – Esquema simplificado da interface do Colóquio de Móveis

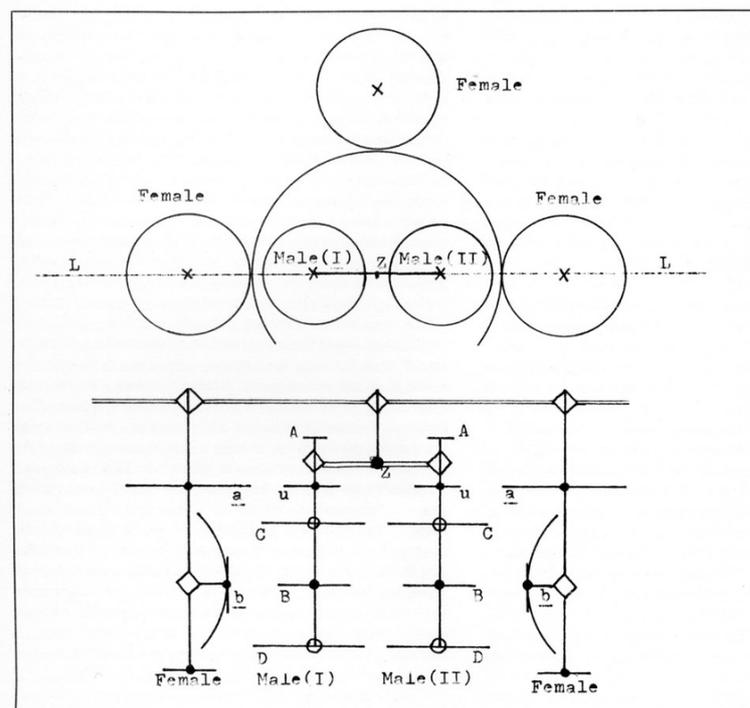


Fig. 34 A rough sketch of powered mobiles.

a Horizontal plan

b Vertical section taken through line *L* in horizontal plan.

A = drive state display for male

B = main body of male, bearing 'energetic' light projectors *O* and *P*

C = upper 'energetic' receptors

D = lower 'energetic' receptors

U = non-'energetic', intermittent signal lamp

a = female receptor for intermittent positional signal

b = vertically movable reflector of female

Z = bar linkage bearing male I and male II

◇ = Drive motor

⊕ = Free coupling

● = Fixed coupling

— = Bar linkage

Durante as exposições, os aspectos dialógicos da obra ficaram ainda mais explícitos quando visitantes começaram a utilizar lanternas e espelhos de maquiagem para interagir com o sistema, influenciando nos processos evolutivos dos modelos conceituais de cada móbil. Essa forma de engajamento não previsto, ainda demonstra performativamente a possibilidade de trânsito dos participantes humanos entre os papéis de observador/sistema observado. Portanto, um conjunto de partes relativamente simples, controlados por uma série de princípios articulados em Lp, resultaram em comportamentos complexos e imprevisíveis.

Pangaro e McLeish (2018), que recentemente trabalharam numa reconstrução de tal sistema, argumentam que atualmente o experimento serve como uma lição para tornar as interações humano-máquina mais humanas, orgânicas e biológicas. Além disso, a reprodução do Colóquio de Móviles também serviria como um exercício de reflexão sobre o uso de mecanismos digitais que estamos fazendo atualmente.

Atualmente, dispomos de aparatos de alta tecnologia com poder de computação crescente. Máquinas que carregamos em nossos bolsos, mochilas e corpos (smartphones, tablets, smartwatches, etc). Como sabemos, esses dispositivos se comunicam entre si o tempo todo, mesmo sem que tenhamos consciência (Ibid.). Isso causa um desequilíbrio de complexidade, porque que certos estados sistêmicos da máquina não podem ser acessados pela parte humana do sistema. Portanto, o Colóquio de Móviles, já demonstrava nos primórdios da arte digital as consequências positivas de se espacializar e expor ativamente os canais de interações que envolvem computadores.

3.3.4 Interações humanos-humanos, por máquinas: Voodoo e Trambolho

A conversação entre humanos pode acontecer de diferentes maneiras, mas sempre será dependente da existência de um M-indivíduo para dar suporte às permutações de entidades conceituais. Esses M-indivíduos são as interfaces da conversação, podendo ser um cérebro, um objeto, um espaço, ou algum outro mecanismo que sirva como um canal de questionamento e ação entre P-indivíduos. Uma das principais marcas do último século foi o rápido desenvolvimento e difusão de aparatos digitais voltados à comunicação remota, permitindo a comunicação entre pessoas mesmo com o seu apartamento espacial. Podemos dizer, portanto, que as interações humanas tem sido cada vez mais mediadas por máquinas, sendo os *smartphones* o principal expoente disso.

Apesar disso, o estabelecimento desses canais remotos não implicam necessariamente na sua capacidade de dar suporte a conversações efetivas. É preciso lembrar que um dos principais requisitos para isso é o acordo prévio de todos os participantes estarem dispostos a reformular seus modelos do mundo a partir de seu engajamento. Ao contrário, na atualidade as tecnologias digitais parecem produzir a divisão de amplos grupos sociais em subgrupos menores que não interagem entre si, e que parecem estar cada vez mais

fechados em torno de seus próprios modelos. Portanto, é preciso diferenciar brevemente a comunicação da conversação.

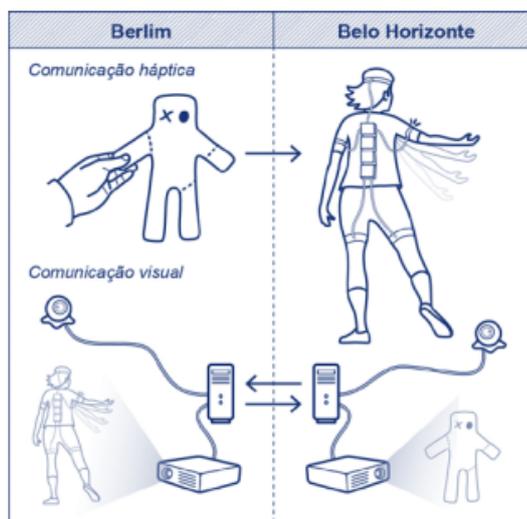
A comunicação é de natureza linear causal, com a ver com aspectos técnicos relativos à precisão da transmissão de informação. Nesse sentido, as tecnologias de telecomunicação atuais parecem ter sido desenvolvidas com um enfoque muito grande na correspondência precisa entre o que é comunicado por alguém, e a interpretação da mensagem por um interlocutor. Nesse caso, qualquer ruído ou erro deve ser evitado, e códigos preestabelecidos devem ser perfeitamente articulados. Assim, a comunicação não possui a capacidade de produzir novidade em um sistema relacional. (DUBBERLY; PANGARO, 2009; DUBBERLY; PANGARO, 2019).

A conversação, como já foi explicitado, é de natureza circular, e não presume uma correspondência um para um entre mensagem e interpretação. Ao contrário, essa forma de interação possibilita uma forma de engajamento entre indivíduos em que conceitos são subjetivamente construídos, e em que acordos podem ser estabelecidos mesmo com a existência de diferenças entre os participantes. Nesse sentido, serão apresentados dois exemplos de usos de tecnologias digitais que incorporam a ideia de conversação através de máquinas, conseguindo dar suporte às contradições produtivas da TC. Ambos os projetos foram desenvolvidos e produzidos dentro do grupo de pesquisas LAGEAR (Laboratório Gráfico para Experimentação em Arquitetura). Nesses sistemas, erros e inconsistências na comunicação são explorados produtivamente: seus processos não se limitam à transmissão de uma mensagem, dando suporte à negociação não-verbal de uma linguagem compartilhada entre participantes.

O Long Distance Voodoo (BALTAZAR *et al.*, 2019) é um experimento de espacialização de comunicação não-verbal e à distância, ocorrida entre as cidades de Berlim e Belo Horizonte em 2011. Se trata de um trabalho conjunto do LAGEAR com o grupo de dança Contato Improvisação, cujos dançarinos exploram em suas danças um tipo de comunicação a partir de toques corporais mútuos. Baseando-se nesse tipo de apresentação, o LAGEAR desenvolveu um sistema que permite o contato entre pessoas que se encontram em locais remotos.

O experimento consiste em duas interfaces que se comunicam entre si. A primeira é uma boneca com sensores de pressão localizados em sua cabeça, braços e pernas, exposta em um café na cidade de Berlim. A segunda interface, montada em Belo Horizonte, é um exoesqueleto com motores e LEDs, vestido nos corpos de dançarinos em posições correspondentes aos sensores da boneca. Desse modo, sempre que algum visitante da instalação em Berlim pressionava um sensor, o dançarino sentia o toque pela vibração dos motores e iluminação dos LEDs correspondentes. A interação era ainda complementada por uma conexão de videochamada entre os espaços. (QUINTINO JÚNIOR; BALTAZAR, 2014)

Figura 19 – Diagrama simplificado do Long Distance Voodoo



Fonte: QUINTINO JÚNIOR, 2014

Esse sistema de interação demonstra a capacidade de estabelecer um canal de comunicação não determinado por regras prévias, que permite a conversação entre os indivíduos pela negociação remota da correspondência entre suas ações. A partir da disponibilização de uma estrutura simples de questionamento e atuação, os participantes estabeleciam um diálogo que não apenas transfere informação, mas que coloca a sua própria linguagem em constante ajuste. De outro modo, isso quer dizer que o Long Distance Voodoo dá suporte à geração de novidade mesmo com uma estrutura limitada, caracterizando um sistema de conversação efetiva.

Figura 20 – Interface mecânica do Trambolho, que dá suporte à interação dialógica.



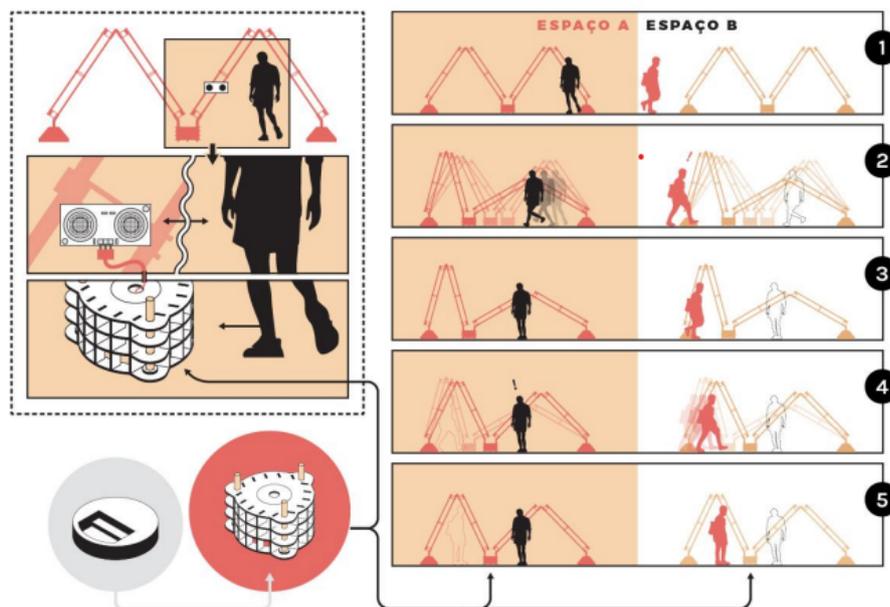
Fonte: QUINTINO JÚNIOR, 2016

Avançando esse tipo de interação remota a partir de sensores e atuadores, temos o exemplo do Trambolho, um experimento realizado em 2016 no LAGEAR, como trabalho de conclusão de curso de graduação do arquiteto Quintino Júnior (2016). O Trambolho con-

siste em duas estruturas autoportantes análogas (FIGURA 20), desenvolvidas para serem montadas simultaneamente em diferentes locais. Como mecanismo de questionamento, foram previstas para ambas as montagens sensores e atuadores que enviam seus dados para a internet a partir de microcontroladores Arduino. No centro da estrutura, se localizam robôs iRobot Create, capazes de mover as articulações dos sistemas a partir dos dados captados em seus sensores (FIGURA 21). Além disso, foram dispostos outros atuadores que podem ser livremente mapeados com as leituras realizadas em ambos os locais.

Montadas dessa maneira, as estruturas do Trambolho podem se inserir em ambientes ocupados por diferentes grupos sociais, que devem negociar uma linguagem em comum para então interagir. Assim, o experimento é proposto como uma interface de conversação com controle descentralizado. Em outras palavras, é possível dizer que o Trambolho atua para o equilíbrio de variedade entre grupos sociais distintos, proporcionando uma forma de diálogo entre eles que é indiferente às suas diferenças culturais e sociais.

Figura 21 – Esquema do comportamento das interfaces físicas do Trambolho



QUINTINO JÚNIOR, 2016

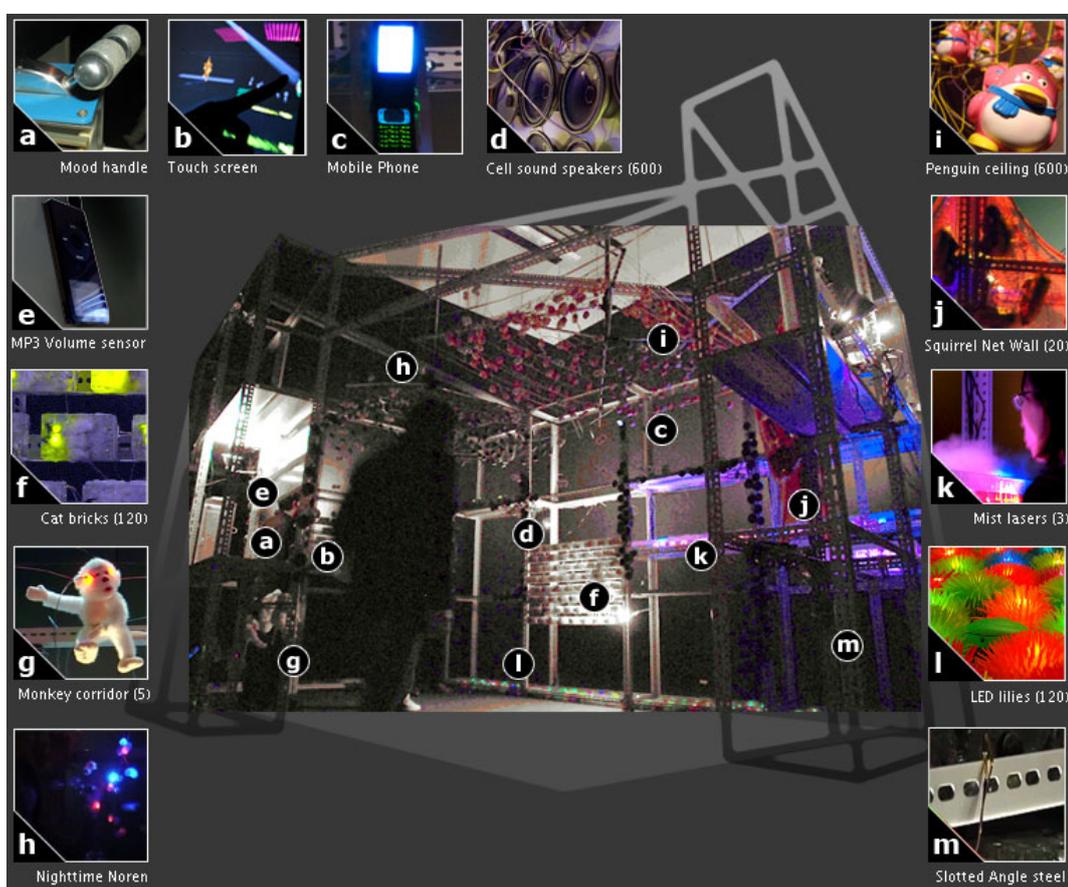
3.3.5 Interações máquinas-máquinas, por humanos: Reconfigurable House

Invertendo a lógica da seção anterior, existem sistemas que exploram a conexão entre aparatos tecnológicos através da interação de seres humanos. Na atualidade, é possível identificar no mercado de tecnologia a emergência de sistemas voltados à automação de espaços. Dispositivos como lâmpadas, persianas, tomadas, ar-condicionado, fogões, portas e janelas já possuem versões que se conectam à internet, formando uma rede de coleta de dados dos ambientes em que se inserem. Assim, esses dispositivos podem ser controlados

por assistentes digitais de grandes corporações como Google, Amazon, Apple e Samsung, que vendem esses produtos sob o rótulo de Casas Inteligentes.

Observando esta tendência de mercado, Usman Haque e Adam Somlai-Fischer questionam a inteligência desses sistemas de automação. Para eles, esses sistemas são desenvolvidos a partir da premissa de que deveriam operar discretamente, evitando a necessidade de reparos por parte de usuários. Isso faz com que as casas inteligentes possuam comportamentos bastantes limitados, os quais são “pré-configurados em algoritmos” por designers desses sistemas, ao invés de se adaptarem aos hábitos das pessoas que ocupam esses espaços. (HAQUE; SOMLAI-FISCHER, 2007) Por isso, esses sistemas são essencialmente não adaptativos, pois operam a partir de um modelo linear pré-estabelecido, e não pela adaptação desses modelos pela observação do ambiente.

Figura 22 – Esquema das partes da interface física da Reconfigurable House



Fonte: <http://house.propositions.org.uk/>

A partir dessa crítica, os arquitetos desenvolveram em 2007 uma instalação experimental chamada de Reconfigurable House, montada pela primeira vez no NTT Inter-Communication Center, em Tóquio, Japão. O sistema consistia de milhares de sensores e atuadores de baixo custo, que foram hackeados e conectados a uma rede local (FIGURA 22). A partir de uma interface gráfica sensível ao toque, os visitantes do espaço podiam

mapear livremente qualquer sensor com qualquer atuador, determinando ativamente o propósito e a organização de suas operações.

É possível dizer que essa instalação confronta de forma radical a invisibilidade operacional da maior parte dos aparatos tecnológicos voltados à experiência do espaço. Ao contrário das chamadas Casas Inteligentes, o experimento de Haque e Somlai-Fischer explicitam de forma radical as relações que determinam a adaptação dos espaços conectados. Assim, o ambiente da Reconfigurable House pode ser entendido como um dispositivo conversacional, pois explicita e incentiva a modificação de modelos cibernéticos pela interação entre P-indivíduos.

4 Modularidade recursiva nos espaços

Os exemplos de ambientes paskianos citados podem ser entendidos como interfaces mecânicas (M-indivíduos) que dão suporte as dinâmicas de Lp, promovendo o engajamento de indivíduos psicológicos. Apesar de darem suporte às conversações, e se modificarem a partir delas, esses exemplos ainda não explicitam de forma radical os modelos permutados em seu uso. Nesse sentido, este capítulo descreverá experimentos e atividades realizadas ao longo desta pesquisa que indicam possibilidades de aplicações das Redes de Implicação para a construção e adaptação de sistemas digitais espacializados no ambiente construído.

Em um primeiro momento, será feito um paralelo entre aparatos de computação física e a Teoria da Conversação. Em seguida, serão descritas atividades que acompanhei na disciplina de graduação Ateliê Integrado de Arquitetura (AIA)¹, cujas dinâmicas podem ser reforçadas pela aplicação estruturada das dinâmicas de Lp. Por fim, desenvolvimentos tecnológicos obtidos ao longo de um semestre serão descritos via Redes de Implicações, indicando a viabilidade técnica das elaborações teóricas propostas.

4.1 Computação física como a formação de coerências entre conceitos

Desde a emergência do campo da cibernética na década de 1940, a observação e estudo de sistemas biológicos possibilitou o surgimento de diversos mecanismos digitais que, pela velocidade de processamento computacional, performam comportamentos ultracomplexos. Isso significa que esses sistemas são desenhados por humanos, mas sua dinâmica organizacional produz maior variedade do que a de seus criadores. No entanto, é importante considerar que essa assimetria não implica necessariamente em uma relação catastrófica entre humanos e máquinas, mas sim na necessidade de uma interação mais equilibrada entre ambos para garantir a compatibilidade da variedade produzida com as necessidades e expectativas dos usuários. Nesse sentido, é fundamental que os humanos entendam e tenham controle sobre seus próprios dispositivos tecnológicos, para que possam definir objetivos e ações de forma consciente, mantendo o ciclo fundamental de percepção e ação no mundo.

Para estabelecer a relação mutualista simétrica entre humanos e objetos, proposta por Pask, é necessário mudar o foco do atual desenvolvimento tecnológico de nossa sociedade. O argumento se baseia na definição de Baltazar para a autonomia, como “a habilidade de tomar uma decisão considerando cada bit de informação disponível, conformando-o com princípios morais”². (BALTAZAR, 2021) Nesses termos, pode-se afirmar que a automação

1

O Ateliê Integrado de Arquitetura integra a grade curricular obrigatória do curso de Arquitetura e Urbanismo Diurno da UFMG como Fundamentação para o Projeto de Arquitetura e Urbanismo I, sob o código PRJ076.

² Do original: “[...] ability to make a decision taking into account every bit of information available and conforming it to moral principles”.

de processos via dispositivos computacionais tem contribuído para uma perda de autonomia de seres humanos.

Assim, parece fundamental desenvolver novas tecnologias, com especial atenção em relação à compatibilidade entre a complexidade delas emergidas e a variedade dos Seres Humanos que as utilizarão. Como vimos, a conversação é uma forma de interação que permite o controle híbrido, pela simultânea amplificação e atenuação de variedade. Por isso, ela pode ser utilizada para o equilíbrio de variedade entre máquinas e Seres Humanos, implicando, por exemplo, que dispositivos computacionais não sejam apenas utilizados para a criação de estados sistêmicos, mas também para a atenuação de sua variedade.

De outro modo, o output de sistemas digitais não deve ser limitado à geração de novidade, podendo corresponder também à elaboração de modelos de seu próprio funcionamento, os quais humanos consigam absorver conceitualmente. Na prática, isso poderia ocorrer se, por exemplo, aplicativos e redes sociais expusessem a seus usuários um modelo compreensível, referente às operações efetivadas em seus algoritmos, o que não é comum atualmente. Assim, o Cybersyn foi descrito como um exemplo de sistema digital que cumpre essa dupla função, de ampliação da complexidade de grupos sociais, e criação de modelos compreensíveis de suas operações.

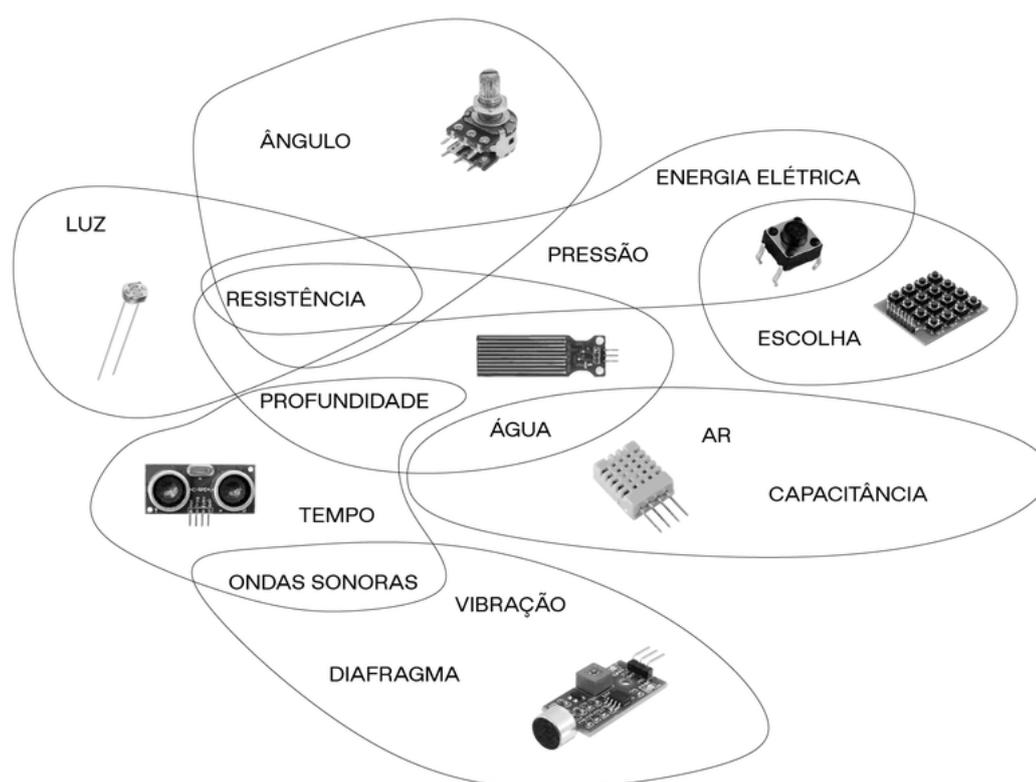
No sentido da exploração de formas de autonomia de usuários de arquiteturas, buscou-se estabelecer um paralelo entre as estruturas cibernéticas de diálogo e a materialidade do espaço construído. Para isso, utilizam-se aparatos de computação física, por conta da facilidade de sua rearticulação organizacional via programação. Em outras palavras, durante a pesquisa foi percebido que dispositivos eletrônicos podem trazer ao ambiente construído uma permeabilidade informacional que pode permitir uma descentralização de tomadas de decisão entre os mais diversos agentes humanos. Como será descrito, argumenta-se que a estrutura de L_p pode ter uma aplicação na construção de modelos de organização dos referidos sistemas especializados de base digital, contribuindo para a definição de objetivos convergentes e coerentes.

Um sistema de computação física, para ser dinâmico, tem que possuir pelo menos um mecanismo de percepção, e um mecanismo de atuação. Como a Teoria da Conversação é adequada a qualquer sistema de comunicação baseado em ciclos de questão e ação (PASK, 1979), é possível indicar uma analogia entre a circularidade das operações de sistemas digitais e os ciclos conversacionais. Nesse sentido, partindo de experimentos com mecanismos digitais, o que se propõe é a adaptação do esquema das Redes de Implicações como uma ferramenta voltada a articulação de organizações possíveis para a estrutura de objetos e espaços.

Em termos epistemológicos, é possível dizer que o entendimento sobre o funcionamento de sensores e atuadores é resultado da tríade conceitual que constitui uma coerência. Por essa razão, os conceitos desses dispositivos podem ser articulados por Redes de Implicações para cooperação na aprendizagem sobre o seu funcionamento (FIGURA 23). A

hipótese é de que esse tipo de exercício pode contribuir no desenvolvimento de processos de design mais adequados à complexidade contemporânea, nos quais elementos técnicos e objetivos podem ser discutidos sempre com base em aspectos relacionais mais amplos, capazes de gerar criatividade e novidade ao longo do tempo.

Figura 23 – Rede de Implicações sobre o funcionamento de sensores eletrônicos



Fonte: Eleaboração própria

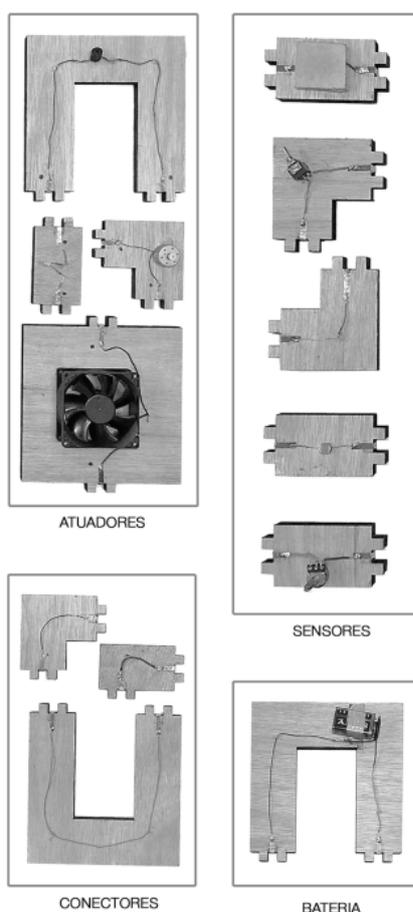
Essa relação proposta entre as redes conceituais de Pask e sistemas de aparelhos eletrônicos, pode ser exemplificada preliminarmente pela combinação de exercícios pedagógicos realizados no Ateliê Integrado de Arquitetura, os quais eu acompanhei durante o primeiro semestre de 2022. Essa disciplina, ministrada para os calouros do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFMG, tem como aspecto central o desenvolvimento de habilidades de forma relacional e a partir do domínio conceitual que os alunos trazem consigo. Para isso, as atividades de AIA tem sido desenvolvidas pautando-se na meta-aprendizagem dos alunos, como um exercício produtivo de auto-observação. Nesse sentido, é possível propor que essa estrutura de ensino tem fortes relações com os Objetos reflexivos de Glanville, pois constitui uma estrutura a partir da qual estudantes podem “desenvolver linguagem própria para expressarem suas ideias”. (BALTAZAR *et al.*, 2013)

Todo o programa dessa disciplina introdutória gira em torno do objetivo central de execução e representação de uma intervenção urbana interativa. Desde a primeira aula da disciplina, os temas são trabalhados como uma progressiva sobreposição de conceitos

por parte dos alunos. Inicialmente os professores procuram focar no desenvolvimento crítico relativo a aspectos visuais, corporais e simbólicos da experiência do espaço. Isso serve para sensibilizar os estudantes quanto à relação entre esses aspectos, auxiliando na escolha do local da intervenção. (BALTAZAR *et al.*, 2015)

Para viabilizar essa sensibilização corporal e simbólica acerca do espaço, os professores de AIA desenvolveram uma estrutura simplificada das Redes de Implicações, trabalhada com os alunos do curso no primeiro semestre de 2022. O exercício propôs que os estudantes construíssem coerências sobre o ambiente com o qual trabalhavam, a partir de tópicos que abrangiam materiais, formas, sensações e sentimentos relativos ao trabalho desenvolvido. O objetivo disso era aperfeiçoar a capacidade de mapeamento entre aspectos tangíveis e intangíveis da experiência arquitetônica, além de promover o diálogo não hierarquizado e a aprendizagem coletiva entre os membros dos grupos de alunos. Desse modo, apesar de ter sido realizado de forma pontual, o uso desse instrumento pedagógico indica a possibilidade de criação de estruturas em que a formação de entidades conceituais servem como referencial de modificações no espaço (e vice-versa).

Figura 24 – Peças do quebra-cabeça de eletrônica do LAGEAR

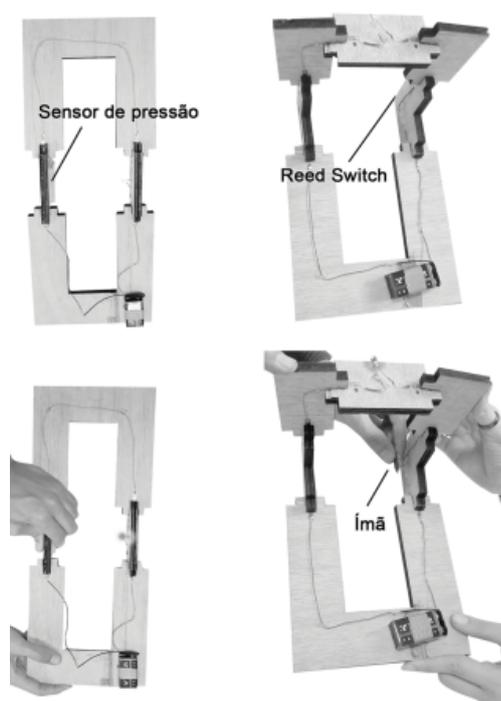


Fonte: Acervo LAGEAR

Enfocando aspectos técnicos do trabalho, os alunos foram provocados a utilizar mecanismos eletrônicos para ampliação da complexidade das interações que o espaço da intervenção permite. Para isso foram realizados workshops de eletrônica, que visam o envolvimento direto e ativo dos alunos na exploração do funcionamento de sensores e atuadores. O primeiro exercício nesse sentido foi feito a partir de uma interface de aprendizagem que é um kit de peças encaixáveis, com trechos de circuitos elétricos que podem ser montados de diferentes formas. Essas peças podem incluir uma bateria de 9V, sensores ou atuadores, podendo também ser apenas peças conectoras (FIGURA 24). Através da exploração de montagens possíveis, espera-se que os alunos fechem circuitos elétricos e observem o comportamento do sistema para compreender princípios básicos de eletrônica (FIGURA 25).

O kit, chamado de quebra-cabeça eletrônico, foi desenvolvido no LAGEAR a partir de uma proposta do professor Mateus van Stralen, e não possui instruções de uso ou rótulos que identificam as funções das peças. Ao contrário, há uma radical simplificação de seu funcionamento, e todos os seus elementos são evidenciados. Assim, diferentemente de tutoriais convencionais, o exercício permite a exploração produtiva de erros e contradições, tornando a experiência subjetiva dos seus participantes a referência primordial de sua aprendizagem. Desse modo, é possível o entendimento de conceitos abstratos de forma colaborativa e experimental, revelando usos possíveis desses circuitos para a intervenção interativa da disciplina. (BALTAZAR *et al.*, 2013)

Figura 25 – Duas montagens possíveis para o quebra-cabeça de eletrônica



Fonte: Acervo LAGEAR

Nos termos da TC, é possível dizer que quando alunos se engajam na montagem dos quebra-cabeças, eles estabelecem coerências e contradições que se manifestam por um meio físico. Quando está sendo montado, o objeto é simultaneamente a interface através da qual indivíduos distintos podem manifestar suas diferenças, mas também o produto material de sua convergência conceitual. Esse processo de interação entre os alunos acontece não só por linguagem natural, mas também por aspectos simbólicos que se manifestam através da manipulação do objeto. Assim, quando um estudante modifica uma construção do quebra-cabeça, sua ação é uma forma de linguagem não-verbal dessa conversação.

4.2 Elaborações Práticas

Um dos maiores desafios de se utilizar eletrônica para a promoção da interatividade de arquiteturas é a dificuldade de espacialização de mecanismos digitais. Em geral, sistemas de computação física têm suas operações centralizadas em microcontroladores, trazendo duas implicações principais. A primeira é que as programações desses microcontroladores raramente podem ser acessadas por usuários, estando a sua interação com o espaço restringida às decisões de um designer-programador. A segunda é que, mesmo que se queira abrir esses processos programáveis à articulação de não-especialistas, sua organização permanece profundamente atrelada à sua estrutura. Em outras palavras, as ligações de energia de sistemas eletrônicos, os canais de comunicação entre dispositivos, tendem a determinar o seu comportamento.

Para resolver essa questão, é preciso que a permutação de dados entre máquinas ocorra sem a necessidade de sua conexão física. Assim, o que se propõe é que o barateamento de dispositivos eletrônicos que se conectam à internet permite a descentralização das operações de tomada de decisão entre os diversos aparatos eletrônicos que compõem os ambientes arquitetônicos da atualidade. Superada a necessidade de conexões físicas locais entre as partes de sistemas digitais, é possível vislumbrar a formação de redes informacionais entre objetos dinâmicos que compõem as arquiteturas da atualidade. Nessas redes, informações colhidas por dispositivos eletrônicos podem ser articuladas simultaneamente por múltiplos controladores e atuadores.

Nesse sentido, no semestre em que eu acompanhei a disciplina, foi utilizado o sistema Hidra(!), criado pelo professor Canavezzi (2018). O software foi desenvolvido como um sistema de canais de informação entre dispositivos físicos, facilitando sensivelmente a permutação de dados entre eles. Seu principal diferencial em relação a outros softwares de comunicação digital é que neste caso o “usuário/reprogramador” é entendido “como parte indissociável” dos processos de interação. Para isso, o Hidra(!) possui interfaces gráficas construídas através da plataforma MAX7, que visam tornar os tradicionais códigos de programação mais visíveis, intuitivos e manipuláveis (FIGURA 26).³

³ A linguagem de programação do MAX7 é estruturada como gráficos de *dataflow*, nos quais elementos de

Figura 26 – Interface Gráfica do Sistema Hidra(!) recombinando inputs e outputs



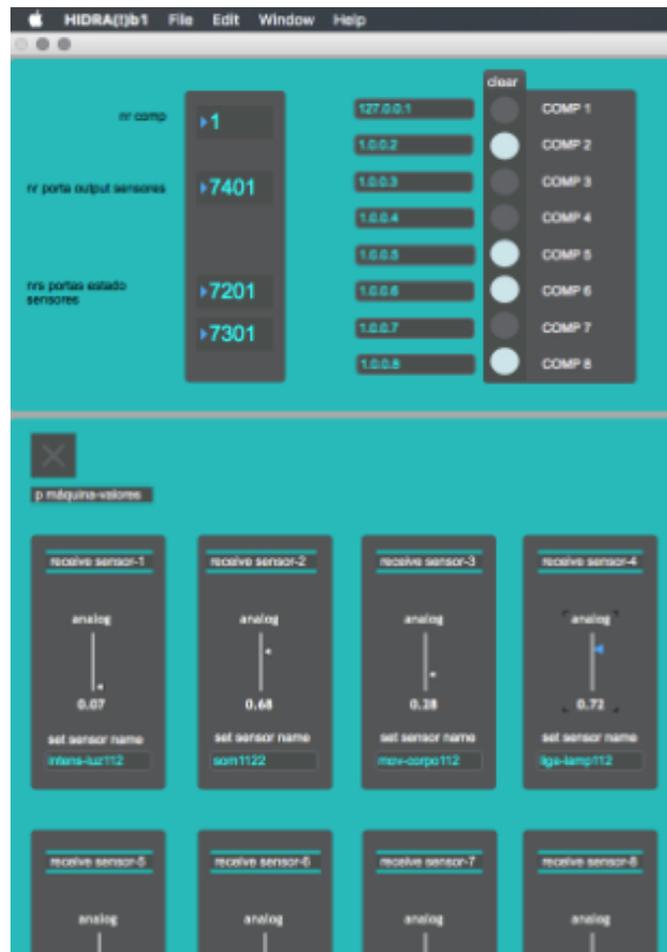
CANAVEZZI, 2018

Sua estrutura consiste em três níveis de programações que se intercomunicam: nível sensório, atuador e processador. Os dois primeiros dizem respeito, respectivamente, aos inputs e outputs captados e produzidos por objetos. O nível processador consiste nas operações de mapeamento entre dados obtidos por sensores de um ambiente interativo, e à performance dos atuadores que ele dispõe. Em outras palavras, os níveis sensório e atuador tratam de mecanismos de percepção e ação em meio físico, enquanto o processador define os princípios evolutivos de um sistema.

A partir da interação do usuário com esses três níveis de sua estrutura, o Hidra(!) pode desempenhar diferentes papéis na adaptação de um sistema de computação física especializado. No nível do projeto de um espaço interativo, o sistema serve para criar programações rápidas, e fazer seu upload para objetos técnicos digitais conectados em rede (FIGURA 27). Esse upload pode ser realizado tanto localmente, via cabo USB, ou remotamente, quando há conexão à internet. Nesse sentido, todo sensor ou atuador deve necessariamente ser conectado a microcontroladores que dispõem de antena Wi-Fi ou LTE. No caso do experimento em questão, utilizou-se dois modelos desses aparatos: o ESP32, e o M5Stack. Como ambos os dispositivos têm múltiplas portas de conexões eletrônicas, eles podem ser utilizados como *hubs* locais de componentes sensórios e de atuação, que se conectam a um *hub* central gerido pelo Hidra(!).

códigos em linha são apresentados de forma gráfica. No programa, as linhas de código são apresentadas como caixas com entradas e saídas de dados, que podem facilmente ser conectadas e manipuladas.

Figura 27 – Interface de programação gráfica do Sistema Hidra(!)



CANAVEZZI, 2018

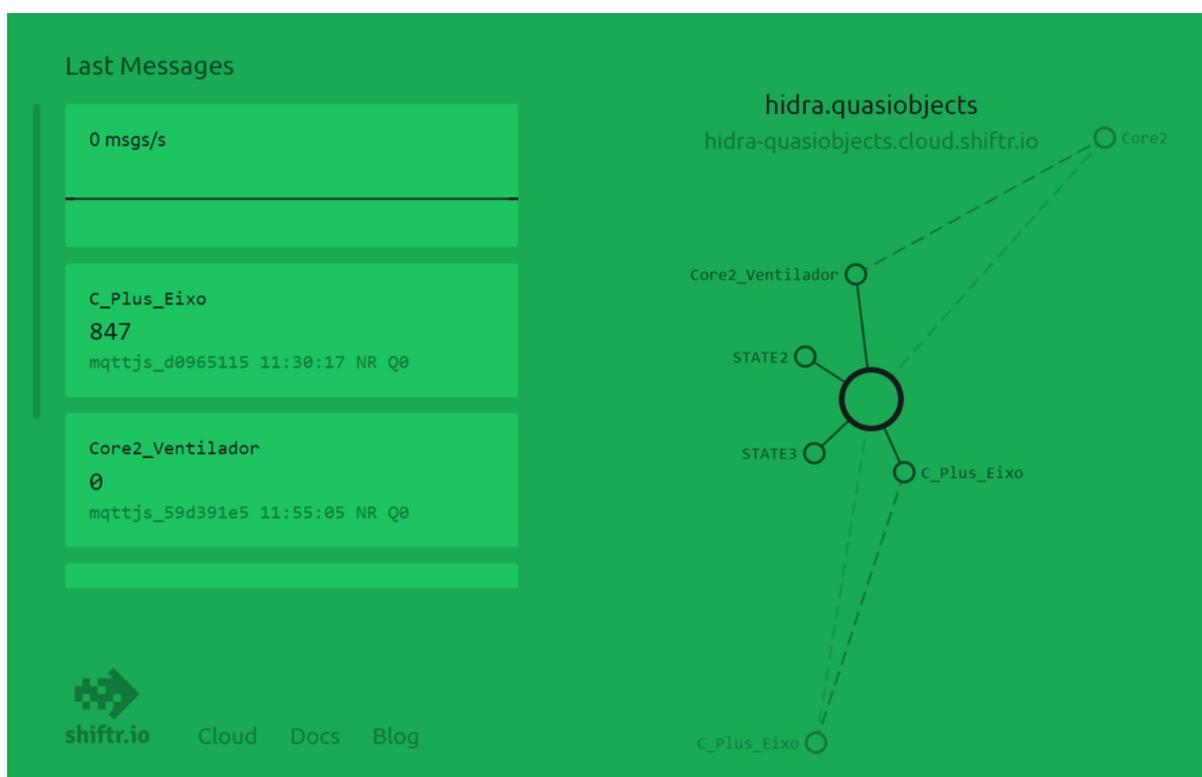
Em relação ao uso desses espaços “conectados”, o sistema de Canavezzi coordena ações automatizadas nos microcontroladores, podendo também simular via interface gráfica componentes de interação. Dentro do MAX7, podem ser criados elementos virtuais como botões, potenciômetros e teclados, além de possibilitar o uso de sensores presentes nos computadores em que se instalam para a coordenação de atuadores reais. Além disso, por ser destinado a apresentações de artes visuais, o programa comporta a manipulação por meios físicos (sensores) de arquivos de imagem, modelos 3D, sons e vídeos, ampliando a gama de possibilidades de sua utilização em espaços interativos .

Durante a minha participação em AIA, tive a oportunidade de utilizar a plataforma juntamente ao professor Sandro Canavezzi, com quem elaborei interfaces voltadas à aprendizagem de computação física. A partir dessa experiência de uso, atuamos para o aprimoramento do Hidra(!), e testamos os desenvolvimentos obtidos em *workshops* realizados em AIA. Nesse sentido, os protocolos de comunicação propostas por Canavezzi para o seu sistema, tiveram grande influência para a proposição deste trabalho, de coordenação de dispositivos como operações entre entidades conceituais.

Canavezzi propôs a utilização do MQTT (Message Queuing Telemetry Transport),

uma estrutura de comunicação baseada em nuvens de tópicos que podem ser acessados remotamente por aparelhos conectados à internet. Um tópico é uma unidade de distribuição de dados contida em um servidor, em que sistemas podem publicar ou se inscrever. Um *broker* MQTT é um servidor que contém diversos tópicos publicados por dispositivos conectados a ele. Em outras palavras, ele é como uma central de dados gerados por sensores dessa rede, apresentados como tópicos que podem ser mapeados em qualquer atuador presente no sistema. Nele, toda informação publicada pode ser visualizada de forma gráfica, como uma rede de canais de comunicação entre mecanismos digitais (FIGURA 28).

Figura 28 – Visualização de um broker MQTT durante um teste para o workshop de AIA



Fonte: Arquivo próprio

Desse modo, é possível dizer que essa estratégia permite a criação de múltiplos modelos da realidade (captada por sensores), produzindo diferentes efeitos em mecanismos de ação distintos. O que se percebe é que o MQTT possui pontos em comum com as Redes de Implicações, pois suas unidades de informação podem ser articulados por sistemas distintos com base em sua organização própria. Com isso, é possível vislumbrar a criação de interfaces que produzem mapeamentos entre sensores e atuadores pela proximidade conceitual de tópicos de Redes de Implicações. Seria como uma estrutura que assume organizações diferentes a partir dos modelos compartilhados por participantes de conversações.

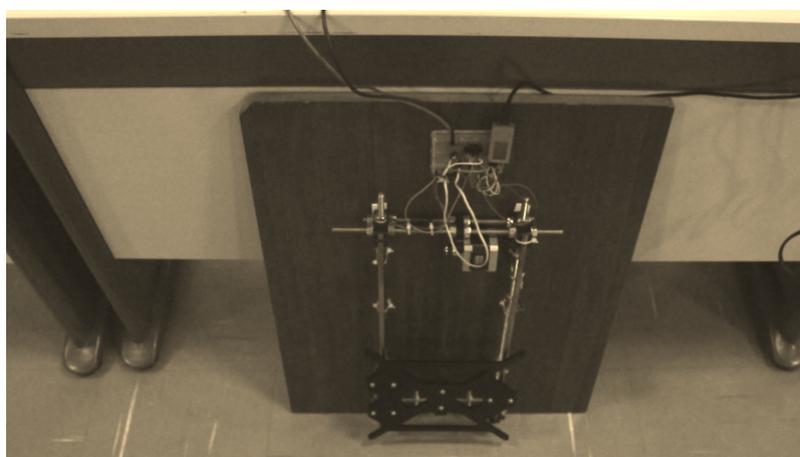
Apesar de esse tipo de interface não ter sido desenvolvida durante a pesquisa, foram criadas Redes de Implicações para caracterizar o funcionamento de alguns de sistemas

de computação física baseados no Hidra(!), criados para os workshops mais avançados de AIA. Assim, as últimas seções deste trabalho se dedicam a demonstrar esses sistemas via Redes de Implicações, indicando alguns aspectos que podem reforçar a relação entre a permutação de modelos na conversação e a organização de objetos na realidade. O que se espera é apontar a viabilidade das Redes de Implicações mapearem sistemas já existentes, mas também a sua utilização como interface de projeto e uso de arquiteturas como sistemas de objetos conectados.

4.2.1 Experimentos pedagógicos de computação descentralizada

Para ampliação da complexidade das intervenções urbanas interativas de AIA, o Hidra(!) foi apresentado aos alunos em um formato de workshop descentralizado. A ideia do exercício era preparar uma série de mecanismos sensórios e atuadores, que ficariam disponíveis no espaço de sala de aula para serem acessados e manipulados por construções próprias dos estudantes. A partir da articulação desses mecanismos, esperava-se que os alunos transferissem os seus conceitos construídos desses objetos para seus próprios trabalhos. Por isso, foram desenvolvidos sistemas que possuem uma lógica de funcionamento interna fechada, mas que não tem usos específicos diretamente atrelados a essa lógica, podendo ser incorporados em outros processos conceituais.

Figura 29 – Eixo linear conectado ao Hidra(!)



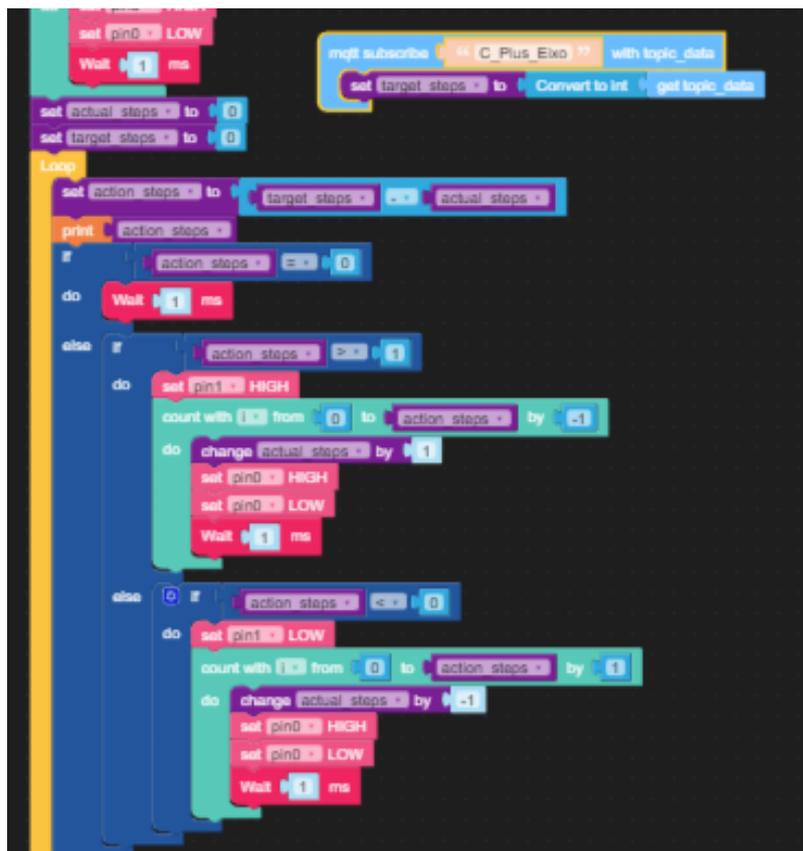
Fonte: Arquivo próprio

Em primeiro lugar, foram desenvolvidos dois sistemas atuadores simples, sendo um eixo de movimento linear (FIGURA29) e um ventilador, ambos conectados ao *broker* MQTT do Hidra(!). Eles foram escolhidos porque demonstram, respectivamente, formas de input analógico e digital para atuadores. Isso quer dizer que o eixo de movimento trabalha a partir de uma gradação entre um valor mínimo e um valor máximo, enquanto o ventilador opera apenas pela transição direta entre esses valores máximos e mínimos. Para ser possível trabalhar esses dois aspectos de forma simultânea, eu e o professor Sandro optamos por

trabalhar com valores entre 0 e 1, utilizando três casas decimas para gerar mil valores possíveis na gradação analógica.

Os dois atuadores foram programados por um microcontrolador chamado de M5 Stack, um dispositivo de baixo custo desenvolvido para a popularização da computação física. O M5 Stack possui uma linguagem de programação própria, chamada de UIFlow, que se caracteriza por dispor os elementos lógicos de algoritmos como peças de um quebra cabeça (FIGURA 30). Pelo formato e cores dessas peças virtuais, usuários com pouco conhecimento de programação podem criar sistemas que se inscrevem em tópicos específicos, mapeando-os como inputs de seu funcionamento. Além dessa interface simplificada, o M5 Stack ainda pode ser programado por Python, uma linguagem de programação mais avançada bastante difundida na atualidade. Essa característica permite afirmar que esses aparelhos eletrônicos podem ser catalisadores de uma estrutura de computação física conversacional, em que participantes com domínios conceituais distintos podem operar a partir da mesma plataforma.

Figura 30 – Programação do eixo linear no UIFlow

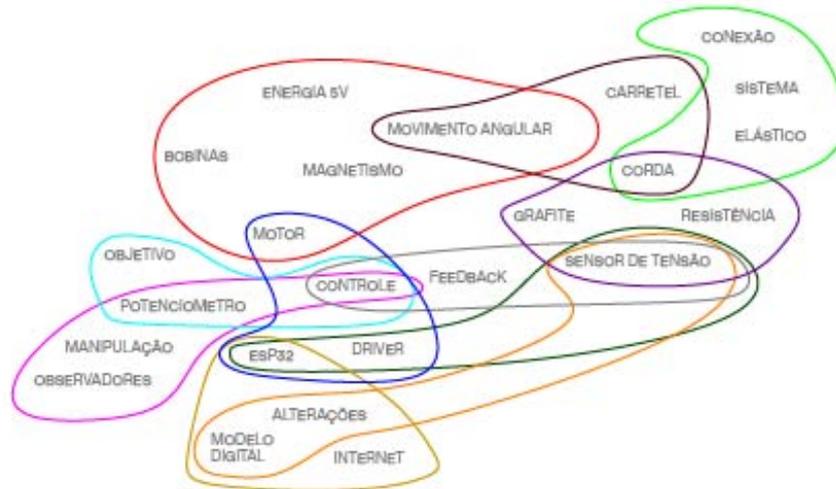


Fonte: Captura própria realizada na interface UIFlow

Dentro do Hidra(!) foram criados elementos gráficos de programações (FIGURA 31), que são a condensação de programações mais elaboradas que não são expostas durante o uso do software (FIGURA 32). Esses elementos foram preparados para enviar os dados

a geração de novidade organizacional a partir de uma estrutura única. Para isso, os experimentos serão também representados via Redes de Implicações descritivas, cujas leituras revelam as semelhanças e diferenças entre eles.

Figura 35 – Rede de Implicações que descreve o Protótipo 00: Tensão



Fonte: Eleaboração própria

O primeiro sistema, chamado de “Protótipo 00: Tensão”, foi desenvolvido como um objeto paskiano de interação entre máquinas. Ele é formado por cinco placas de circuito impresso em que se acoplam microcontroladores Arduino Nano e motores de passo (FIGURA 36). Cada um desses conjuntos de peças foi uniformemente disposto em uma peça circular de madeira, de modo que os eixos dos motores se localizam no que seriam vértices de um pentágono. Em cada um dos eixos, foram conectadas bobinas de máquina de costura, em que ficam enrolados fios que podem ser recolhidos ou soltos, a depender do movimento que o motor realiza. Às extremidades desses fios foram presos ganchos metálicos, que servem para prender cada um dos motores a um único anel elástico localizado na região central da peça de madeira, e que tem sua geometria alterada conforme os motores se movimentam.

Figura 36 – Detalhes do módulo de motor do objeto interativo Protótipo 00: Tensão



Fonte: Arquivo próprio

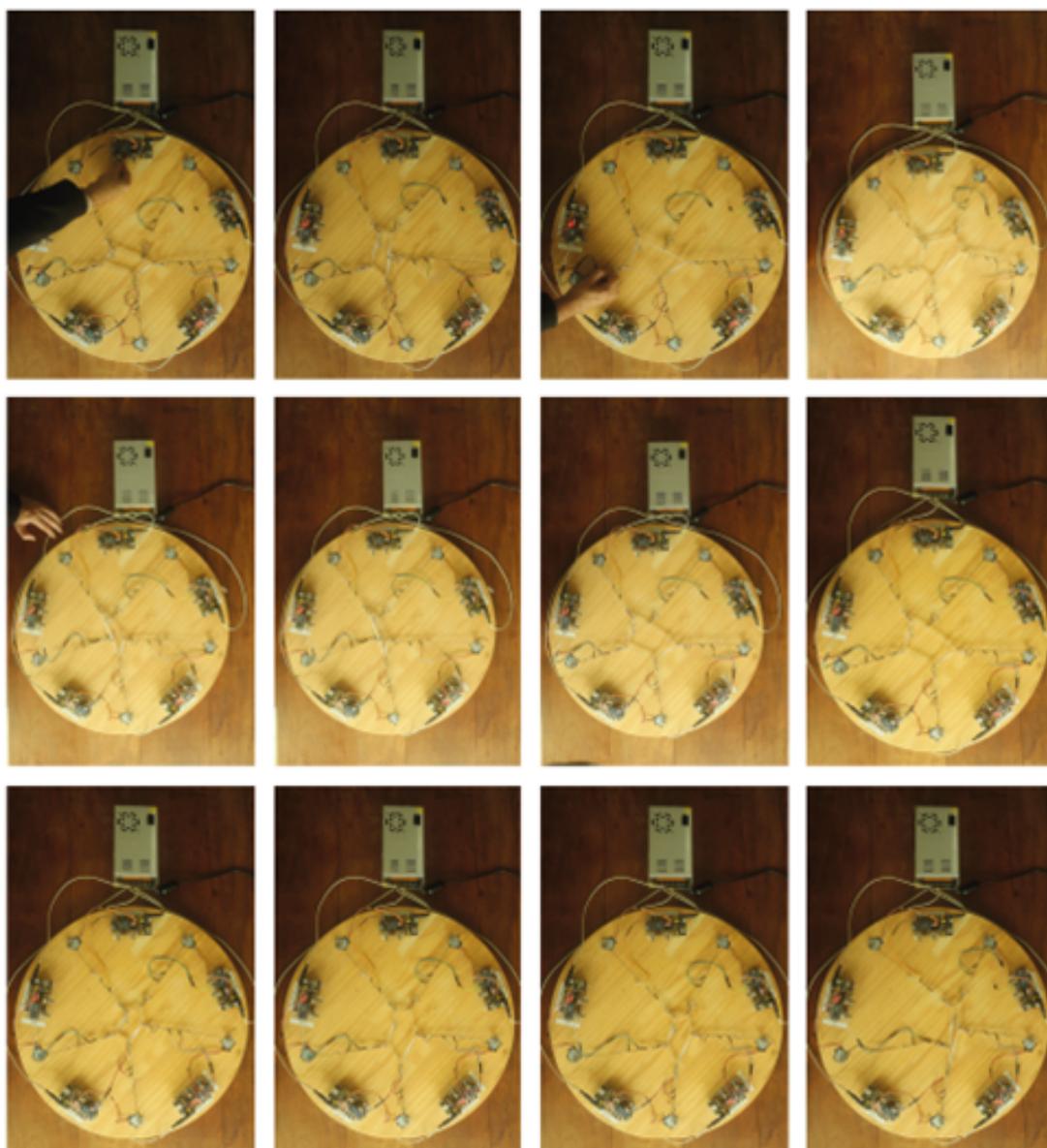
A ideia desse sistema era performar materialmente conceitos da cibernética, com destaque para conceito de feedback como a principal forma de um sistema se adaptar a seu ambiente para alcançar seu objetivo. Assim, cada microcontrolador é programado para a simular a intenção de alguém que configura o sistema. Para haver inteligência cibernética, é necessário identificar essa intenção e, a partir disso, incluir um mecanismo de percepção adequado para o comportamento que se espera performar. Assim, foi definido arbitrariamente que o objetivo de cada um dos microcontroladores deveria ser manter a força de tensão próxima de um parâmetro estabelecido pelos observadores do sistema.

Para esse processo de adaptação, adicionou-se ao sistema um mecanismo de percepção, destinado à medição a tensão da corda. Foi produzido um sensor caseiro, que utiliza a própria elasticidade do cordão fixado nos motores para medir a sua tensão. Em um trecho do cordão entrelaçado, foi colocado grafite através de sua raspagem em um lápis com o seu cerne exposto. Nas extremidades desse trecho do cordão foram colocados 2 fios, que se conectam nas PCI's do sistema, e que recebem uma corrente elétrica dividida entre uma porta analógica do Arduino e o terra do sistema. Quando os cordões se esticam, sua resistência elétrica diminui, porque cada fio do cordão está mais próximo um do outro, de modo que a corrente elétrica que chega ao Arduino diminui. Assim, a partir desse esquema simples, foi possível introduzir em cada módulo de motor um tipo de input fundamental para a sua adaptação (FIGURA 37).

Durante o desenvolvimento desses módulos de percepção e ação criados para o Protótipo 00, vislumbrou-se possibilidade de sua reutilização em outros sistemas. Para isso, o sensor de tensão foi incluído no sistema Hidra(!) a partir de um controlador M5Stack, programado para enviar as informações colhidas para o *broker* MQTT. A partir desse exercício simples de programação, foi possível demonstrar a possibilidade de permeabilidade de informações de sensores diversos entre múltiplos sistemas de objetos interativos.

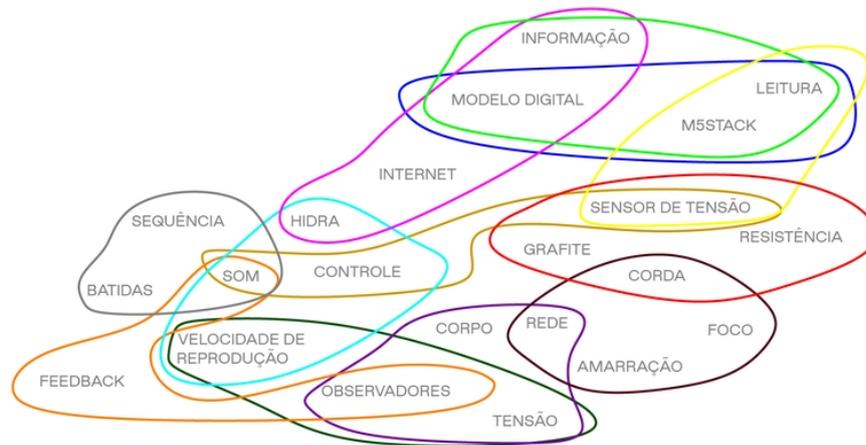
Essa permeabilidade de tópicos se confirmou a partir do trabalho de um grupo de alunos de AIA. Durante uma das orientações da disciplina, os alunos apontaram a sua vontade de trabalhar uma forma de interatividade baseada na tensão de um emaranhado de cordas como input de aspectos sonoros do ambiente. Por isso eu apresentei a lógica do sensor caseiro e demonstrei o processo de sua fabricação para o grupo, que o articulou dentro de seu projeto com um objetivo distinto do original.

Figura 37 – Quadros da sequência de um experimento com o Protótipo 00



Fonte: Montagem a partir de arquivo próprio

Figura 38 – Rede de Implicações que descreve uma intervenção dos alunos de AIA



Fonte: Elaboração própria

Os estudantes tomaram o conceito do sensor de tensão para si, e definiram a partir dele uma estrutura de interações entre humanos através de máquinas. Para isso, uma extremidade do sensor foi fixada em uma árvore do espaço da intervenção, localizado próximo à portaria do Museu de Ciências Naturais da UFMG. Nele, foram amarrados diversos segmentos de cordões coloridos, com uma de suas pontas ligadas ao sensor e a outra em pontos espalhados pelo local. Assim, forças aplicadas por visitantes em qualquer cordão do local causavam impacto nas leituras de força de tensão (FIGURA 40).

Em seguida, definiu-se que o output do sistema seria velocidade de arquivos de áudio, reproduzidos por caixas de som. Com o auxílio dos professores, os estudantes utilizaram o Hidra(!) e o MAX7 para incorporar dados físicos como input de seu código de programação (FIGURA 41). No código, foi incluído também um gráfico interativo que serve para alterar o mapeamento das informações. Desse modo, quanto maior a força aplicada sobre os cordões espacializados, maior seria a frequência de uma sequência de batidas de um tambor.

Através dessas construções, os alunos criaram uma interface de conversação não verbal entre crianças que se propuseram à interação com o espaço. Com o aumento da frequência das batidas do áudio, sons muito distintos eram criados, gerando interesse ou desconforto nos participantes. Assim, a interação dos meninos e meninas com os cordões pode ser interpretada como um mecanismo de ação compartilhado, que dá suporte à negociação criativa do output sonoro da intervenção (FIGURA 39).

5 Considerações finais

O ponto central dessa pesquisa foi a investigação de estruturas de projeto capazes de gerar arquiteturas adaptativas. Isso significa uma prática pautada na produção de objetos como interfaces dialógicas, que possibilitem a emergência de criatividade agenciada pelos habitantes dos espaços projetados. Desse modo, os ambientes construídos foram trabalhados como a sobreposição de sistemas físicos, sociais e psicológicos, compreendidos como processos evolutivos inter-relacionados.

A partir de um panorama histórico da transição do século XIX para o século XX, o tema do projeto arquitetônico foi inicialmente focado por suas implicações éticas. Constatou-se que a prática de projeto moderna, iniciada no Renascimento, tem como principal característica a criação de modelos lineares-causais, tendendo a produzir uma leitura do espaço como entidade estática. No entanto, é importante ressaltar que essa visão do espaço como algo imutável é uma simplificação excessiva, já que o espaço construído é a sobreposição de sistemas complexos e dinâmicos. Foi argumentado que tais modelos foram instrumentalizados no contexto do modernismo funcionalista, como ferramenta de controle social.

Como descrito, isso aconteceu devido a um contexto de aumento de complexidade social, fruto do inédito aumento de permeabilidade comunicacional e de transportes nas grandes metrópoles ocidentais. A explosão de processos de industrialização demandou uma concentração de trabalhadores em conglomerados de habitações que desafiavam os principais tratados arquitetônicos que vigoravam até então. Nesse sentido, o modernismo tardio foi apresentado como um período em que as críticas das estratégias funcionalistas se acentuaram. Foram citadas diversas proposições críticas e práticas elaboradas em meados da década de 1960, em que jovens arquitetos demonstram interesse em desenvolver estratégias de descentralização do controle do espaço, aumentando a liberdade individual de seus habitantes sem comprometer uma coesão geral do objeto arquitetônico. Isso significou a compreensão do papel do projeto como a criação de estruturas físicas que comportam modificações, centradas nos objetivos e participação ativa de não especialistas.

Numa segunda aproximação, os temas da complexidade e do controle foram articulados a partir da perspectiva cibernética, como o estudo de sistemas dinâmicos que atuam por mecanismos de percepção e ação para definir e alcançar objetivos. Partindo do trabalho de Ashby, vimos que a complexidade cibernética é medida pelo número de estados possíveis para um sistema, chamada de variedade. Em relação às arquiteturas, essa propriedade de transição entre estados foi tratada como a capacidade de espaços serem modificados para compreender as mudanças de hábitos e desejos de seus habitantes.

A partir disso, o controle foi apresentado como a engenharia relacional da complexidade. Pela expansão da Lei de Ashby elaborada por Glanville, vimos que a interação entre dois sistemas distintos depende de um equilíbrio de variedade entre eles, que pode

ser operacionalizado por estratégias de atenuação ou amplificação de variedade. Assim, o trabalho de arquitetos através de representações foi entendido como um sistema dinâmico de interação com clientes. O que foi argumentado é que apesar de profissionais compreenderem o caráter sistêmico de seus projetos, a sua usual ênfase na correspondência entre formas e funções arquitetônicas resulta na eliminação de estados desejáveis de uso do espaço.

Por isso, em oposição aos aspectos restritivos da formulação de modelos atenuadores na arquitetura, foi proposto que a descentralização do controle dos espaços é essencial para a viabilidade de objetos arquitetônicos no contexto atual. Esse apontamento surgiu da percepção de que os métodos da ciência moderna conseguiram amplificar a complexidade da nossa sociedade a tal ponto que eles mesmos já se mostram pouco efetivos como emolduramentos da prática de design atual. Ao longo do século XX, a partir de visões sistêmicas de seus objetos, combinadas aos avanços da ciência da computação, os praticantes do campo do design começaram a lançar mão de mecanismos digitais de comunicação e automatização para amplificar a variedade de objetos de uso. Por isso, a maior permeabilidade da informação através do espaço resultou em sistemas sociais e tecnológicos ultracomplexos, que exibem comportamentos ambíguos e não podem ser modelados de forma precisa.

O argumento da descentralização do controle no design de espaços se baseia na ideia de que quando usuários de sistemas arquitetônicos podem atuar com algum grau de liberdade na articulação de seu ambiente, suas ações compõem uma forma de controle amplificado. Para que isso se reflita na produção do espaço, projetistas devem entender o uso do espaço construído como a continuidade do exercício criativo em um nível de recursividade inferior do projeto.¹ A partir da definição de Baltazar (2021), a autonomia de usuários é entendida como a sua liberdade de interação subjetiva e consciente com estruturas físicas espacializadas, permitindo o surgimento de novos estados sistêmicos para as arquiteturas dentro de certos limites construídos de forma relacional. Esses limites devem ser estabelecidos como modelos adaptativos de auto observação, produzidos por indivíduos e grupos sociais como um mecanismo de percepção do contexto em que se inserem.

Esse conceito de autonomia, em conjunção à ideia de objeto responsável de Flusser, levou à discussão sobre formas de controle misto na arquitetura, trabalhado em dois sentidos principais. O primeiro é a necessidade de se atuar por amplificação e atenuação de variedade. Aqui, a amplificação se refere à necessidade de criação de novos estados sistêmicos para adaptação em ambiente ultracomplexos, e a atenuação à ideia de modelos como uma ferramenta de detecção de erros e geração de ações efetivas.

¹ Neste ponto, é importante relembrar que, pela perspectiva do controle cibernético organizacional, a superioridade ou inferioridade em níveis recursivos se refere a inserção de sistemas como partes autônomas de outros sistemas mais abrangentes.

O segundo aspecto do controle misto trabalhado foi a simultaneidade dos papéis do controle no uso dos espaços. A interação de humanos com objetos físicos foi tratada como uma relação mutualista entre sistemas, em que ambas as partes exercem controle, mas também são controladas. Nesse sentido, foram discutidos os aspectos positivos de práticas de projeto como a formulação de organizações dialógicas através dos ambientes construídos, nas quais as pessoas diretamente envolvidas em seu uso assumem o papel alternado de controlador e sistema controlado.

Buscando avançar nessas discussões, o terceiro capítulo deu ênfase a experiência arquitetônica como a interação subjetiva de humanos com seu ambiente e como o compartilhamento dessas interações entre humanos. O problema da descentralização e autonomia no controle do objeto arquitetônico, apresentado através das discussões do modernismo tardio, foi então rearticulado sob a ótica de níveis de recursividade. Por essa aproximação, edifícios foram definidos como interfaces físicas que dão suporte a sistemas relacionais de múltiplos níveis.

No nível mais subjetivo, temos pessoas interagindo com seu entorno imediato para satisfazer seus objetivos pessoais. Em um nível intermediário, podemos pensar grupos sociais como sistemas formados por pessoas com objetivos distintos que convergem em um objetivo comum. Por último, podemos pensar a sociedade como um sistema ultracomplexo resultante da sobreposição de sistemas sociais contraditórios. Por isso foi colocada a questão de como produzir arquiteturas que permitem a coesão do nível social, sem comprometer a liberdade de ação dos níveis inferiores.

Para viabilizar essa investigação, a Teoria da Conversação de Gordon Pask foi apresentada como a estruturação dos processos relacionais humanos que permitem a convergência de partes de sistemas heterogêneos em objetivos comuns. Esse processo de interação foi descrito como permutações de conceitos entre múltiplas entidades conceituais chamadas de P-indivíduos, podendo ser pontos de vista distintos um único sujeito ou o agrupamento de vários sujeitos em um grupo social coeso. Ao se engajar nessas permutações através de interfaces físicas (M-indivíduos), essas entidades podem comparar seus modelos conceituais para definir suas similaridades e diferenças. A partir disso, elas podem tirar proveito de suas contradições para a criação de um modelo compartilhado por ambos, que possui a dupla característica de possibilitar o surgimento de novidade sistêmica e remover suas incertezas mútuas.

Neste trabalho, a conversação foi definida como condição primordial para a prática criativa no design, sendo considerada a única possibilidade de surgimento de novos estados sistêmicos a partir de estruturas conceituais limitadas. Apesar disso, vimos como esses processos tendem a se apresentar no campo do design de forma implícita, se encerrando na concepção de um produto com possibilidades limitadas de uso. Com base em argumentos de Paul Pangaro e Hugh Dubberly, foi então destacada a atual necessidade de estruturação de objetos arquitetônicos como interfaces dialógicas, possibilitando a cooperação entre

sujeitos e grupos sociais no controle do espaço em um contexto social de alta complexidade.

Pragmaticamente, optou-se por trabalhar este ponto a partir do método das Redes de Implicações, criadas por Pask para a representação simplificada de permutações conceituais. O fato observado é de que esse método serve como um instrumento de formulação de modelos relacionais que compreendem aspectos físicos e simbólicos da experiência arquitetônica, podendo ser articulado para viabilizar o controle descentralizado de sistemas de objetos que compoem o espaço construído. Isso significa que diferentes agentes, como usuários, moradores e visitantes, podem ter um papel ativo na configuração e reconfiguração desses sistemas, conforme suas necessidades e interesses.

Essa capacidade de descentralização do controle é um dos principais benefícios das Redes de Implicação na arquitetura, pois permite uma maior flexibilidade e adaptabilidade dos espaços às mudanças e variações das demandas humanas ao longo do tempo. Assim, o quarto capítulo descreve uma série de proposições práticas interpretadas a partir da lógica dessas redes. Partindo de um paralelo entre os mecanismos de percepção e ação da conversação e de sistemas de computação física, esses experimentos propõem a utilização de aparatos tecnológicos como interfaces especializadas de conversação.

Os objetos e ambientes paskianos descritas ao longo do trabalho demonstram que o paralelo entre a TC e a computação física dos espaços pode ser trabalhado em pelo menos três níveis de recursividade. Em primeiro lugar, temos o nível do projeto de ferramentas para a construção desses ambientes, como é o caso do Hidra(!). Foi proposto que interfaces de mapeamentos entre aparatos digitais podem se estruturar na lógica das Redes de Implicações. Em seguida, no nível da criação de espaços interativos através do Hidra(!), foi indicado o uso dessas redes conceituais como modelos de adaptação do espaço, imbricados nos domínios conceituais subjetivos de usuários. No nível do uso de ambientes paskianos, os processos de interação não-verbal do Voodoo, do Trambolho, e da intervenção de AIA, revelam formas de conversação mediadas por estruturas físico-digitais especializadas.

Resumidamente, o enfoque nas conversações através da prática de design indica a possibilidade de se estabelecer estratégias de controle misto, em que a amplificação e a atenuação de variedade ocorrem alternadamente. Em primeiro lugar, enquanto as conversações permitem tirar proveito das contradições e diferenças entre indivíduos, elas se mostram fundamentais para a articulação de ações criativas, como um interface de amplificação de variedade. Simultaneamente, a observação coletiva dos próprios processos de design, pelo exame das redes de implicações que os descrevem, permitem a convergência de indivíduos em objetivos comuns e acordos temporários. Portanto, conclui-se que a conversação autorreflexiva possibilita uma forma de atenuação de variedade em que grupos sociais e indivíduos deixam de ter suas ações ditadas por agentes externos, tendo um ganho de autonomia fundamental para a sua adaptação cibernética.

Referências

- ALEXANDER, C. **The Timeless Way of Building**. [S.l.]: Oxford University Press, 1979.
- AMERICAN SOCIETY FOR CYBERNETICS. **Everything is Broken**. 2021. Vídeo. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=R-y0nOMMAS8>. Acesso em: 06/09/2022.
- ASHBY, W. R. **An introduction to cybernetics**. [S.l.: s.n.], 1956. OCLC: 960267567. ISBN 978-1-61427-765-1.
- BALTAZAR, A. P. Além da representação: possibilidades das novas mídias na arquitetura. **VIRUS**, São Carlos, n. 8, Dezembro 2012. Disponível em: <http://www.nomads.usp.br/virus/virus08/?sec=4&item=1&lang=pt>. Acesso em: 06/09/2022.
- BALTAZAR, A. P. Rethinking cybernetics with a transfunctional approach to structure and organization. **Technoetic Arts: A Journal of Speculative Research**, v. 19, n. 1&2, p. 49 – 60, 2021.
- BALTAZAR, A. P. *et al.* Dialogue with Interfaces: beyond the Visual towards Socio-spatial Engagement. In: URSYN, A. (ed.). **Interface Support for Creativity, Productivity, and Expression in Computer Graphics**. Pennsylvania: IGI Global, 2019. cap. 6, p. 129 – 148. Disponível em: http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/02_arq_interface/5a_aula/dialogue_with_interfaces.pdf. Acesso em: 22/10/2022.
- BALTAZAR, A. P. *et al.* Estrutura cibernética para aprendizagem: o caso do Ateliê Integrado de Arquitetura. In: **I Congresso de Inovação e Metodologias de Ensino**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2015. Disponível em: http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/01_biblioteca/arquivos/baltazar_15_estrutura_cibernetica_para_aprendizagem.pdf.
- BALTAZAR, A. P. *et al.* Interface de eletrônica e objeto interativo como introdução ao knowledge based design pp. 608–12. In: ANAIS DE EVENTO, 2013, Valparaíso, Chile. **Sigradi 2013 - XVII Congresso de la sociedad iberoamericana: knowledge-based design**. Valparaíso, Chile: Universidad Técnica Santa María, 2013. p. 608 – 612.
- BALTAZAR, A. P.; MELGAÇO, L. Cedric Price e Vilém Flusser: apontamentos para uma abordagem autônoma da produção habitacional de interesse social no século 21. In: HANKE, E. R. M. (org.). **Do conceito a imagem: a cultura da mídia pós-vilém flusser**. EDUFERN, 2015. cap. 8, p. 150 – 171. ISBN 978-85-425-0416-3. Disponível em: http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/01_biblioteca/arquivos/baltazar_15_cedric_price.pdf.
- BATESON, M. C. **Society counter-cybernetic**. 2011. Vídeo.
- BEER, S. **ASC Conference: Structuring systems**. 1995a.
- BEER, S. **Brain of the firm**. 2. ed., reprinted. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 1995b. (The managerial cybernetics of organization / Stafford Beer). ISBN 978-0-471-94839-1 978-0-471-27687-6.
- BEER, S. **Designing freedom**. Toronto (Canada: House of Anansi Press, 1994. OCLC: 991665022. ISBN 978-0-88784-547-5.
- BENEVOLO, L. **História da arquitetura moderna**. São Paulo: Perspectiva, 2005.

- BENJAMIN, W. **Das Passagen-Werk**. Frankfurt: Suhrkamp, 1982. v. 1.
- BUCHANAN, R. Declaration by design: Rhetoric, Argument, and Demonstration in Design Practice. **Design Issues**, The University of Chicago Press, Chicago, v. 2, n. 1, p. 4 – 22, 1985.
- CABRAL FILHO, J. dos S. Do Moderno ao Digital ao Não Moderno: a Relevância da Cibernética de Segunda Ordem para uma Arquitetura Brasileira. In: **Anais do XIII Congresso da Sociedade Ibero-americana de Gráfica Digital - SIGRADI**. São Paulo: Universidade Presbiteriano Mackenzie, 2009. v. 1, p. 269 – 270.
- CANAVEZZI, S. Hydra System(!) in the tension between Internet of Things and Virtual Reality: programming meta-objects. In: ANAIS DE EVENTO, 2018, São Carlos. **XXII Congresso da Sociedade Iberoamericana de Gráfica Digital**. São Carlos, 2018.
- DUBBERLY, H.; PANGARO, P. Cybernetics and Design: Conversations for Action. In: FISHER, T. (ed.). **Design Cybernetics**. Springer: Design Research Foundations, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-18557-2_4.
- DUBBERLY, H.; PANGARO, P. Cybernetics and service-craft: Language for behavior-focused design. *Kybernetes*. **Kybernetes**, v. 36, n. 9/10, p. 1153 – 1157, 2007.
- DUBBERLY, H.; PANGARO, P. What is conversation? How can we design for effective conversation. **What is conversation? How can we design for effective conversation.**, v. 16, n. 4, 2009.
- FISCHER, T. Transcomputability, (Glanville's corollary of) Ashby's law of requisite variety and epistemic processes. *Kybernetes*, v. 48, n. 4, p. 793 – 804, Novembro 2018. Disponível em: www.emeraldinsight.com/0368-492X.htm. Acesso em: 31/08/2022.
- FLUSSER, V. **O mundo codificado. Por uma filosofia do design e da comunicação**. São Paulo: Cosacnaify, 2007.
- FRAMPTON, K. **História crítica da arquitetura moderna**. São Paulo: Martins Fontes, 1996.
- GLANVILLE, R. A (Cybernetic) Musing: Wicked Problems. **Cybernetics and Human Knowing**, v. 19, n. 1-2, p. 163 – 173, 2012. Disponível em: <https://www.uboeschstein.ch/texte/Glanville-C&HK2012.pdf>. Acesso em: 31/08/2022.
- GLANVILLE, R. A (cybernetic) musing: Variety and creativity. **Cybernetics & Human Knowing**, v. 5, n. 3, p. 56 – 62, 1998.
- GLANVILLE, R. **An Introduction to the Theory of Objects**. 2013. Vídeo. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=tACFIMhjVYM&t=1060s>. Acesso em: 14/11/22.
- GLANVILLE, R. Conversation and design. In: GLANVILLE, R. (Ed.). **Handbook of conversation design for instructional applications**. [S.l.]: IGI Global, 2008. (79, v. 59), p. 59 – 79.
- GLANVILLE, R. Cybernetic Circles. In: GLANVILLE, R. (ed.). **The black bx: Vol 1**. Viena: Echoraum-WISDOM, 2012. cap. 1.11, p. 175 – 207.

GLANVILLE, R. On being out of control. **Artigo não publicado, preparado para Lernende Systeme**, 2002. Disponível em: http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/02_arq_interface/3a_aula/on_being_out_of_control.pdf.

GLANVILLE, R. Researching Design and Designing Research. **Design Issues**, The MIT Press, v. 15, n. 2, 1999. ISSN 07479360, 15314790.

GLANVILLE, R. Second Order Cybernetics. In: **Systems Science and Cybernetics, [Ed. Francisco Parra-Luna], in Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)**,. Oxford ,UK: Eolss Publishers, 2003.

GLANVILLE, R. **The Black Boox**. Viena: Edition Echoraum, 2009. v. 3.

GLANVILLE, R. **The object of objects, the point of points — or, Something about things**. 1975. Tese (Doutorado) — Brunel University.

GLANVILLE, R. The purpose of second-order cybernetics. **Kybernetes**, v. 33, n. 9/10, p. 1379 – 1386, oct 2004. ISSN 0368-492X. Number: 9/10. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/03684920410556016/full/html>.

GLANVILLE, R. Variety in Design. **Systems Reserach**, v. 11, Janeiro 2007. Disponível em: http://echo.iat.sfu.ca/library/glanville_94-variety.pdf. Acesso em: 19/10/2022.

GREEN, N. Axioms from interactions of actors theory. **Kybernetes**, v. 33, n. 9/10, p. 1433 – 1462, 2004.

HABRAKEN, J. **Supports: An Alternative to Mass Housing**. [S.l.]: Thames and Hudson, 1972.

HABRAKEN, N. J. THE USES OF LEVELS. In: **Unesco Regional Seminar on Shelter for the Homeless**. Seoul: [s.n.], 1988. Disponível em: http://www.oikodomos.org/workspaces/app/webroot/files/references/text/bozmen_11_Habraken-_the_uses_of_levels.pdf.

HABRAKEN, N. J. The Control of Complexity. **Places**, v. 4, n. 2, 1987. Disponível em: <http://escholarship.org/uc/item/9c52v1mw>.

HAQUE, U. The Architectural Relevance of Gordon Pask. **Architectural Design**, v. 77, n. 4, p. 54 – 61, jul 2007. ISSN 00038504, 15542769. Number: 4. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ad.487>.

HAQUE, U.; SOMLAI-FISCHER, A. **Reconfigurable House**. 2007. Página na internet. Disponível em: <https://haque.co.uk/work/reconfigurable-house/>. Acesso em: 21/11/22.

HARVEY, D. **A condição pós-moderna**. São Paulo: Loyola, 1990.

HERTZBERGER, H. Polyvalence: The Competence of Form and Space with Regard to Different Interpretations. **Architectural Design**, v. 86, n. 5, p. 106 – 113, 2014. ISSN DOI: 10.1002/ad.1816.

HEYLIGHEN, F. Bootstrapping knowledge representations: from entailment meshes via semantic nets to learning webs. **Kybernetes**, v. 30, n. 5/6, 2001. Disponível em: <http://pcp.vub.ac.be/Papers/Pask-Bootstrapping.pdf>. Acesso em: 22/09/2022.

HEYLIGHEN, F.; JOSLYN, C. Cybernetics and Second-Order Cybernetics. In: **Encyclopedia of Physical Science and Technology**. Elsevier, 2003. p. 155 – 169. ISBN 978-0-12-227410-7. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B0122274105001617>.

JONASSEN, D. H.; DRISCOLL, M. P. **Handbook of Research for Educational Communications and Technology**: a Project of the Association for Educational Communications and Technology. Hoboken: Lawrence Erlbaum Associates, 2004. OCLC: 476181341. ISBN 978-1-4106-0951-9.

KAPP, S. Síndrome do estojo. **Noz**, p. 53 – 63, 2009. Disponível em: http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/01_biblioteca/arquivos/kapp_10_sindrome.pdf. Acesso em: 01/09/2022.

KAPP, S. **Teoria crítica da arquitetura**. [S.l.]: [versão rascunho, para discussão na disciplina do NPGAU], 2020.

LOOS, A. **Sobre um pobre homem rico**. 1898. Tradução não publicada. Disponível em: http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/01_biblioteca/arquivos/kapp_07_sindrome_do_estojo.pdf. Acesso em: 06/08/2022.

NEGROPONTE, N. The architecture machine. **Computer-Aided Design**, v. 7, n. 3, p. 190 – 195, Julho 1975.

PANGARO, P. **A Model of Entailment Meshes**. 2001. Documento de trabalho. Disponível em: <https://www.pangaro.com/entailments/entailing-v2.htm>. Acesso em: 16/11/2022.

PANGARO, P. **An Examination and Confirmation of a Macro Theory of Conversations through a Realization of the Protologic Lp by Microscopic Simulation**. 1987. Tese (Doutorado) — Brunel University.

PANGARO, P. **Building Entailment Meshes**. Palo Alto: Stanford University, 2000. Coleção de vídeos de aula disponíveis em: <https://vimeo.com/32807102>.

PANGARO, P. Instructions for Design and Designs for Conversation. **Handbook of Conversation Design for Instructional Applications**, Janeiro 2008. Disponível em: 10.4018/978-1-59904-597-9.ch003.

PANGARO, P. THOUGHTSTICKER 1986: A personal history of conversation theory in software, and its progenitor, Gordon Pask. **Kybernetes**, v. 30, n. 5/6, p. 790 – 807, 07 2001a. ISSN 0368-492X.

PANGARO, P. THOUGHTSTICKER 1986: A personal history of conversation theory in software, and its progenitor, Gordon Pask. **Kybernetes**, v. 30, n. 5/6, p. 790 – 807, 2001b. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/EUM0000000005697>.

PANGARO, P. **What is cybernetics?** 2012. Disponível em: <https://vimeo.com/41776276>.

PANGARO, P. **“Getting Started” Guide to Cybernetics**. 2006. Página de site. Disponível em: <https://www.pangaro.com/definition-cybernetics.html>. Acesso em: 21/11/22.

PANGARO, P.; MCLEISH, T. Colloquy of Mobiles 2018 Project. In: **Symposium on Cybernetic Serendipity Reimagined**. Liverpool: [s.n.], 2018. p. 2 – 6. Disponível em: <https://aisb2018.csc.liv.ac.uk/PROCEEDINGS%20AISB2018/Cybernetic%20Serendipity%20Reimagined%20-%20AISB2018.pdf>.

PASK, G. A Comment, A Case History, and a Plan. In: REICHARDT, J. (ed.). **Cybernetics, Art and Ideas**. Londres: Studio Vista, 1971. p. 76 – 99.

PASK, G. An Essay On The Kinetics Of Language, Behaviour And Thought. In: **Silver Anniversary International Meeting of Society for General Systems Research**. [s.n.], 1979. Disponível em: <https://www.pangaro.com/pask/pask%20essay%20on%20kinetics%20of%20language.pdf>.

PASK, G. **Conversation Theory**: Applications in Education and Epistemology. Amsterdam ; New York: Elsevier, 1976. ISBN 0-444-41424-X. Disponível em: [https://www.pangaro.com/pask/Pask_Conversation_Theory_\(indexed\).pdf](https://www.pangaro.com/pask/Pask_Conversation_Theory_(indexed).pdf). Acesso em: 01/06/2022.

PASK, G. **Conversation, cognition and learning**: A cybernetic theory and methodology. Amsterdam ; New York: Elsevier, 1975a. 570 p. ISBN 978-0-444-41193-8.

PASK, G. Introdução: Aspects of Machine Intelligence. In: NEGROPONTE, N. (org.). **Soft Architecture Machines**. [S.l.]: The MIT Press, 1975b. cap. 2.

PASK, G. On Consciousness. In: **Computers and Architecture**. Architectural Association School of Architecture, 1995. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=kjH4v2UfDug>.

PASK, G. The architectural relevance of cybernetics. **Architectural Design**, v. 39 No. 9, p. 494 – 496, 1969. Disponível em: https://arl.human.cornell.edu/879Readings/GordonPask_Architectural%20Relevance%20of%20Cybernetics.pdf.

PICKERING, A. **The cybernetic brain**: sketches of another future. Paperback ed. Bristol: University Presses Marketing, 2011. ISBN 978-0-226-66790-4 978-0-226-66789-8.

QUINTINO JÚNIOR, E. G. Trambolho: Interface híbrida para negociação espacial de grupos remotos. In: ANAIS DE EVENTO, 1., 2016, Buenos Aires. **XX Congresso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital**. Buenos Aires, 2016. v. 3, n. 1. Disponível em: DOI10.5151/despro-sigradi2016-685.

QUINTINO JÚNIOR, E. G.; BALTAZAR, A. P. Interface para telecomunicação bidirecional não verbal em tempo real. In: ANAIS DE EVENTO, 2014. **XVII Congresso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital**. 2014. p. 231 – 235. Disponível em: 10.5151/despro-sigradi2014-0044.

RITTEL, H.; WEBBER, M. M. Dilemmas in a general theory of planning. **Policy sciences**, v. 4, n. 2, p. 155 – 169, 1973.

ROBINSON, M. Classroom Control: Some Cybernetic Comments on the Possible and the Impossible. **Instructional Science**, v. 8, 1979. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00117013>.

SCOTT, B. Putting Flesh on the Bones: Ranulph Glanville's Contributions to Conversation Theory. **Cybernetics & Human Knowing**, Andrews UK Limited, v. 22, n. 2/3, p. 99 – 120, 2015.

SCOTT, B. Second-order cybernetics: an historical introduction. **Kybernetes**, v. 33, n. 9/10, p. 1365 – 1378, oct 2004. ISSN 0368-492X. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/03684920410556007/full/html>.

- SENNETT, R. **The Conscience of the Eye**: The Design and Social Life of Cities. [S.l.]: Faber and Faber, 1990.
- STRALEN, M. de S. V. **Dynamic architectural systems**: parametric design and digital fabrication towards conversational customisation. 2017. Tese (NPGAU/UFMG) — Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/MMMD-B4RHUJ>.
- SWANN, T. Towards an anarchist cybernetics: Stafford Beer, self-organisation and radical social movements. **Ephemera**, v. 18, n. 3, p. 427 – 456, 2018. ISSN 473-2866.
- TSCHUMI, B. **Event-Cities 2**. [S.l.]: The MIT Press, 1994.
- WERNER, L. C. *et al.* Cybernetics: state of the art. 2017. Publisher: Universitätsverlag der TU Berlin. Disponível em: <https://depositonce.tu-berlin.de/handle/11303/6680>.
- WIENER, N. **Cybernetics**: or control and communication in the animal and the machine. 2. ed. Cambridge: The MIT Press, 1948. Disponível em: https://uberty.org/wp-content/uploads/2015/07/Norbert_Wiener_Cybernetics.pdf. Acesso em: 11/12/2022.