

PROCESSOS DE CRIAÇÃO, EMERGÊNCIA E PARAMETRIZAÇÃO EM ARQUITETURA

1º AUTOR

ALVES, Gilfranco; Mestre em Estudos de Linguagens; Doutorando em Arquitetura e Urbanismo; Programa de Pós-graduação do Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAU); Universidade de São Paulo (USP) em São Carlos; Pesquisador do Nomads.usp - Núcleo de Estudos sobre Habitares Interativos; São Carlos; Brasil; gilfranco@sc.usp.br

2º AUTOR

PRATSCHKE, Anja; Doutora em Ciências da Computação; Pós-doutorado em Cibernética de Segunda Ordem e Arquitetura; Docente no Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAU); Universidade de São Paulo (USP) em São Carlos; Co-coordenadora do Nomads.usp - Núcleo de Estudos sobre Habitares Interativos; São Carlos; Brasil: pratschke@sc.usp.br

RESUMO

A partir da compreensão histórica das transformações ocorridas no meio ambiente, das mudanças nos modos de vida e do comportamento humano em relação aos hábitos e costumes, assim como da percepção das possibilidades da mediação digital como agente transformador nos processos de criação em arquitetura, o artigo propõe apresentar resultados de investigação do conceito de emergência relacionado à arquitetura e discutir possibilidades para os processos digitais de criação arquitetônica – especialmente de processos paramétricos – no que diz respeito à flexibilidade e recursividade, sobrepondo esses resultados com fundamentações teóricas da Cibernética de Segunda Ordem.

Admitindo a mídia digital como mediadora dentro de um sistema complexo, relaciona-a com a questão dos processos de criação, a partir de uma experimentação realizada no workshop *AA Visiting School SP, 2011* – o projeto *Strings/Supple Pavilion*. Os resultados são, em princípio, relacionados às possibilidades de se encontrar outros caminhos para os

processos de criação, especialmente na arquitetura. Acredita-se que as teorias e concepções praticadas em muitas escolas e escritórios de arquitetura não são mais suficientes metodologicamente para dar conta das complexidades e das demandas advindas dos modos de vida contemporâneos. Acredita-se que a originalidade do artigo encontra-se no fato de estabelecer uma relação entre o meio ambiente (especialmente o meio ambiente construído), o conceito de emergência e a base de uma cultura digital nos processos de criação paramétricos em arquitetura, além da descrição da experimentação – um projeto/protótipo arquitetônico – que utiliza como suporte teórico a Cibernética de Segunda Ordem.

Palavras-chave: Arquitetura, emergência, processos de criação, Cibernética de Segunda Ordem.

ABSTRACT

From the historical understanding of changes occurring in the environment, changes in lifestyles and human behavior in relation to the habits and customs, as well as the perception of the possibilities of digital mediation as a transforming agent in the creation process in architecture, this paper aims to present research results of the concept of emergency related to architecture and discuss possibilities for the digital processes of architectural creation – especially parametric processes – regarding the flexibility and features, overlaying these results with theoretical foundations of Second-Order Cybernetics. Assuming the digital media as a mediator in a complex system, this paper relates to the issue of the creation process, from an experiment conducted in the workshop AA Visiting School SP, 2011 – the project Strings/Supple Pavilion. The results are, firstly, related to the possibilities of finding other ways to the processes of creation, especially in architecture. It is believed that the theories and concepts practiced in many schools and offices of Architecture are no longer sufficient to account for the methodological complexities and demands arising out of contemporary lifestyles. We believe that the originality of this paper is the fact of establishing a relationship between the environment (especially the built environment), the concept of emergence and the basis of a digital culture in the process of creating parametric architecture, beyond description of the experiment – a design/architectural prototype – which uses as a theoretical support of Second Order Cybernetics.

Keywords: Architecture; emergency; creative processes; Second Order Cybernetics

RESUMEN

A partir de la comprensión histórica de la transformación que ha ocurrido en el medio ambiente, los cambios en los modos de vida y el comportamiento humano en relación con los hábitos y costumbres, así como la percepción de las posibilidades de la mediación digital como un agente de transformación en los procesos de creación de la arquitectura, el artículo propone presentar los resultados de investigación de el concepto de emergencia relacionadas con la arquitectura y discutir las posibilidades para los procesos digitales de creación arquitectónica - especialmente los procesos paramétricos - en cuanto a la

flexibilidad y la recursividad, superponiendo estos resultados con fundamentación teóricas de la Cibernética de Segundo Orden. Admitiendo los medios digitales como mediadores dentro de un sistema complejo, se refiere a la cuestión del proceso de creación, a partir de un taller realizado en AA Visiting School SP, 2011 - el proyecto Strings/Supple Pavilion. Los resultados son, en principio, en relacionados con las posibilidades de encontrar otros caminos para los procesos de creación, sobre todo en la arquitectura. Se cree que las teorías y los conceptos practicados en muchas escuelas y oficinas de arquitectura, ya no son suficientes metodológicamente para dar cuenta de las complejidades y exigencias que los estilos de vida contemporáneos. Se cree también que la originalidad del artículo es en el hecho de establecer una relación entre el medio ambiente (especialmente el medio-ambiente construido), el concepto de emergencia y la base de una cultura digital en el proceso de creación de la arquitectura paramétrica, además de describir la experimentación - un proyecto/prototipo de arquitectura - que utiliza el soporte teórico de la Cibernética de Segundo Orden.

Palabras-clave: Arquitectura, emergencia, los procesos de creación, Cibernética de Segundo Orden.

PROCESSOS DE CRIAÇÃO, EMERGÊNCIA E PARAMETRIZAÇÃO EM ARQUITETURA

1 ANTECEDENTES

O presente artigo descreve partes dos resultados da pesquisa de doutorado em andamento no IAU-USP, intitulada *Arquitetura, Semiótica e Cibernética de Segunda Ordem: observação, representação e performance* nos processos de *design*, a qual propõe uma revisão dos processos de *design* em arquitetura, considerando a intermediação de mídias digitais, pela utilização do conceito da Cibersemiótica, conforme definido por Sören Brier, que por sua vez aproxima dois campos de conhecimento: a Semiótica de Charles S. Peirce e a Cibernética de Segunda Ordem, revisão da Cibernética proposta por Norbert Von Foerster. Essa revisão dos processos de *design* em arquitetura parte da hipótese de que as demandas profissionais de arquitetos e *designers* passam a exigir atualmente uma postura diferenciada em relação ao tratamento da observação, da representação e da *performance* em arquitetura e urbanismo. Para isso, a pesquisa traça um escopo conceitual que compreende os principais referenciais teóricos que tratam da Semiótica, da Cibernética de Segunda Ordem e da Cibersemiótica, e propõe experimentações estendendo seus limites para a prática da arquitetura e urbanismo¹.

¹ Esta pesquisa vincula-se diretamente ao projeto de políticas públicas Territórios Híbridos: meios digitais, comunidades e ações culturais, processo Fapesp 09/51457-5, assim como ao projeto de pesquisa *Performance* em Arquitetura: revisão do processo de projeto na cultura digital, aprovado de acordo com o edital MCT/CNPq/MEC/CAPES N ° 02/2010 processo 400877/2010-4, que por sua vez é vinculado a atividades junto ao grupo Nomads.usp (www.nomads.usp.br).

2 INTRODUÇÃO

As transformações nos modos de vida contemporâneos e as necessidades relacionadas ao hábitos e costumes colocam em pauta outros desafios em relação aos processos de criação arquitetônica. As complexidades atuais e suas respectivas demandas levam os arquitetos e designers a experimentarem alternativas de criação, utilizando para isso processos de *design* mediados pela mídia digital.

Para o filósofo Pierre Lévy², a compreensão de um espaço e de uma cultura gerados a partir da evolução das tecnologias da informação e da comunicação se faz necessária na medida em que se deseja um entendimento mais amplo das transformações na relação com o saber, das questões relativas à educação e à formação da cidade e da democracia, da manutenção da diversidade das línguas e das culturas, dos problemas da exclusão e das desigualdades nas cidades e nos espaços arquitetônicos. (LÉVY, 2001). Desse modo, o surgimento de outras espacialidades e as apropriações espaciais emergem a partir da atualização dos níveis de compreensão e de comunicação ante os problemas de ordens arquitetônicas e urbanísticas que se manifestam por meio de novas complexidades sociais e culturais. Acredita-se, também, que a arquitetura necessita incorporar às teorias desenvolvidas dentro do seu próprio campo específico outras que possibilitem a ampliação de seus limites, em possíveis colaborações transdisciplinares e aplicações aos processos de *design* disponíveis, como os *software* paramétricos, e também na criação de outros, para a otimização de qualquer ato criativo que vise potencializar as possibilidades de desenvolvimento dos seres humanos diante da vida cotidiana.

Um questionamento inicial nos parece, portanto, importante para a estratégia de abordagem deste trabalho: De que modo os projetistas envolvidos nesses processos de *design* poderiam interagir com o desafio arquitetônico e propor soluções coletivas, por meio de ambientes reconfiguráveis, flexíveis e interativos, na busca de uma arquitetura

² Pierre Lévy (Tunísia, 1956) é um filósofo da informação que se ocupa em estudar as interações entre a Internet e a sociedade. Fez mestrado em História da Ciência e doutorado em Sociologia e Ciência da Informação e da Comunicação, na Universidade de Sorbonne, França. Trabalha desde 2002 como titular da cadeira de pesquisa em inteligência coletiva na Universidade de Ottawa, Canadá. Fonte: wikipedia.

expandida, com as possibilidades da parametrização, tornando-se qualificada mais por manifestações performativas do que representativas?

3 A BUSCA PELO EQUILÍBRIO SISTÊMICO E O PENSAMENTO CIBERNÉTICO

Usman Haque³ (apud PRATSCHKE 2009), ao sugerir o conceito de arquitetura expandida, diz que “já não é possível pensar em Arquitetura como algo estático e imutável. Em vez disso, devemos vê-la como dinâmica e ágil”.

O ser humano, assim como fazem outras espécies, sempre tentou modificar as características do seu entorno para abrigar-se e, também, para se sentir confortável em relação ao meio ambiente, com a aplicação de técnicas inteligentes. Em uma primeira fase, houve a criação de barreiras defensivas para proteger-se das características não desejadas do ambiente. Em uma segunda fase, ocorreu o início da utilização de fontes de energia que modificassem diretamente as condições do ambiente, em um entorno que geralmente era o coletivo. Esses dispositivos, dos quais o fogo foi o primeiro e mais claro exemplo, podem ser considerados como complementares a respeito da utilização de barreiras do próprio sistema das construções. Porém, atualmente, a escala coletiva da influência do homem sobre o meio ambiente adquire especial importância, pois as reações do meio ambiente têm se refletido de modo agressivo cada vez mais no entorno dos seres humanos.

A noção ampliada de “entorno” dos seres vivos, definida pelo biólogo e filósofo Jacob Von Uexküll⁴ como *Umwelt*, antecipa a definição de “sistema aberto”, que, ao contrário de um sistema fechado, interage com seu ambiente. Visto que cada processo de observação

³ Usman Haque é formado pela Bartlett School of Architecture da University College of London. Lá conheceu a cibernética de segunda ordem, um método de organização de informação e comunicação, através do Prof. Dr. Ranulph Glanville, *designer* e Ciberneticista, que por sua vez foi aluno dos ciberneticistas Heinz von Foerster e Gordon Pask. Fonte: wikipedia.

⁴ Jacob Johann Von Uexküll (Keblaste, Estônia, 8 de setembro de 1864 - Capri, 25 de julho de 1944) foi um biólogo e filósofo estoniano de origem alemã. Foi um dos pioneiros da etologia antes de Konrad Lorenz, e um biólogo com grandes realizações nos campos da fisiologia muscular e cibernética da vida. Porém, sua realização mais notável foi a noção de *Umwelt*, o mundo subjetivo da percepção dos animais em relação ao seu meio ambiente. Fonte: wikipedia.

implica interações entre o observador e o sistema observado, sistemas fechados geralmente não podem ser observados. Assim nenhuma afirmação definitiva pode ser feita sobre eles, nem mesmo se existem ou não (WEIZSÄCKER, 1974 apud UEXKÜLL⁵, 1989). Portanto, é impossível examinar objetos isolados de seu ambiente, mas sim as interações entre sujeitos (incluindo observadores) e objetos.

Uexküll acrescentou outro elemento das condições prévias essenciais para a observação de sistemas, ao enfatizar a influência que os sujeitos têm em cada interação entre objetos e (outros) sujeitos por causa de suas atividades receptoras e emissoras específicas da espécie. A partir disso, desenvolveu seu o conceito do “*Umwelt* específico da espécie” – o segmento ambiental de um organismo, que é definido por suas capacidades específicas da espécie tanto receptoras quanto emissoras (definidas por Uexküll como “percepção” e “operação”).

Uexküll sugere que os animais, admitidos como seres vivos com mobilidade, possuem organismos emissores e receptores integrados em um sistema nervoso. Por meio desse aparato os animais estão habilitados a desenvolver seu *Umwelt*, ou seus entornos *significantes*.

Estas “bolhas-de-mundo-próprio-dos-indivíduos” são os elementos de realidade que formam eles mesmos uma síntese de todos os indivíduos e seus mundos-próprios individuais, ao mesmo tempo submetidos a mudanças constantes e em harmonia uns com os outros. (UEXKÜLL, 1989, p. 281).

Umwelt representa a realidade última da espécie, uma coleção de signos que forma uma representação de realidade do mundo para a espécie; dessa forma, se o universo de um organismo não for compatível com essa realidade última, não há sobrevivência, não há permanência.

⁵ Thure Von Uexküll, filho de Jacob Johann Von Uexküll. Não iremos nos referir a ele apenas como Uexküll, privilégio resguardado a seu pai, cujo conceito está em discussão.

É possível cogitar que se a representação de mundo para os seres humanos encontra-se em constante processo de entropia, portanto, sua realidade última encontra-se em desconstrução por conta dos desequilíbrios por eles mesmos promovidos. Torna-se urgente a busca pelo reestabelecimento desse equilíbrio a partir de abordagens que levem em conta diferentes sistemas e suas influências recíprocas, de modo a haver compensações e reorganizações de cada um dos sistemas e também do sistema como um todo – em última instância, o próprio planeta.

Outro conceito importante e que nos é muito caro na busca de uma *performance* equilibrada em relação à ação humana nos processos de criação em arquitetura – é o conceito de *autopoiesis*.

Para Maturana⁶ e Varela⁷, os sistemas vivos são unidades autônomas, apesar de dependerem de um meio para sua existência concreta e de intercâmbio de material. (MATURANA e VARELA, 1987 p. 97). Todos os fenômenos relacionados aos seres vivos dependem da forma pela qual sua autonomia é realizada. Segundo os autores, uma leitura cuidadosa do conhecimento bioquímico da realidade nos mostra que essa autonomia é o resultado de sua organização como sistemas em contínua autoprodução. Essa organização, em termos de autoprodução pode ser caracterizada como define Maturana (1987 p. 133). Maturana divide os sistemas dinâmicos que são realizados, como unidades, como redes de produções e desintegrações de componentes que:

a) Participam recursivamente, através de suas interações, da realização da rede de produções (e desintegrações) dos componentes que os produzem, e; b) Realizando suas fronteiras, constituem essa rede de produções (e desintegrações) de componentes como uma unidade no espaço que eles especificam e no qual eles

⁶ Humberto Maturana (1928, Santiago de Chile) é um biólogo (Neurobiologia) chileno, crítico do Realismo Matemático e criador da teoria da autopoiese e da Biologia do Conhecer, junto com Francisco Varela. e faz parte dos propositores do pensamento sistêmico e do construtivismo radical. Fonte: wikipedia.

⁷ Francisco J. Varela, (Santiago do Chile, 7 de setembro de 1946 - Paris, 28 de maio de 2001), biólogo e filósofo chileno, escreveu sobre sistemas vivos e cognição: autonomia e modelos lógicos. Ph.D. em Biologia (Harvard, 1970), em 1979 escreveu *Princípios de Autonomia Biológica*, um dos textos básicos da autopoiesis, teoria que desenvolveu com Humberto Maturana. Fonte: wikipedia.

existem. [...] chamamos tais sistemas de Autopoiéticos e sua organização de Autopoiética. Um sistema autopoiético que existe no espaço físico é um sistema vivo - ou mais precisamente, o espaço físico é o espaço que os componentes dos sistemas vivos especificam e no qual eles existem (MATURANA, 1987, p. 133)

A concepção de *autopoiésis* permite a compreensão primeira de que um sistema pode se autorregular e se autogerir espontaneamente na natureza. Os processos celulares são um exemplo evoluído dessa teoria.

O que se verifica, porém, é que os sistemas não se encontram isolados uns em relação aos outros; pelo contrário, quanto maior o nível de complexidade, maior o nível de interações e de ligações possíveis para as trocas e, conseqüentemente, maiores as conexões que podem levar ao desequilíbrio entre as partes. Sob certo aspecto, poderíamos afirmar que não existe autonomia de forma irrestrita, uma vez que o equilíbrio de um sistema causará necessariamente o desequilíbrio de outros sistemas. A busca pelo equilíbrio é um dos objetivos da arquitetura contemporânea, porém é provável que, em termos absolutos, isso só seja possível de um ponto de vista idealizado, uma vez que o processo de entropia no universo tende à irreversibilidade. Ainda assim, a busca pelo equilíbrio de sistemas em vários níveis é um dos objetos de estudo da metateoria conhecida como Cibernética.

A palavra cibernética vem do grego *kubernetes*, que tem no seu centro a ideia de um timoneiro. O timoneiro controla o barco dentro de um ambiente volátil e de objetos a interagir, que podem surgir. O controle, nesse caso, é o da navegação do seu barco em ambiente desconhecido, possível de variação, de acontecimentos inesperados, mudanças, etc. O timoneiro deverá, ao mesmo tempo, ser atento e aberto para o seu ambiente e proteger o seu barco para, finalmente, definir as suas ações, em forma de respostas e de uma reorganização tão necessária. É dessa definição de controle que a cibernética parte. De acordo com Wiener⁸ (1954) a Cibernética é inicialmente redefinida como “a ciência do controle e da comunicação, no animal e na máquina”. Para Ashby⁹ (1956) a Cibernética é

⁸ Norbert Wiener (Columbia (Missouri), 26 de novembro de 1894 – Estocolmo, 18 de março de 1964) foi um matemático norte-americano, conhecido como o fundador da cibernética. Fonte: wikipedia.

⁹ W. Ross Ashby (Londres, 06 de setembro de 1903 - 15 de novembro de 1972) foi um Inglês psiquiatra e pioneiro em cibernética, o estudo de sistemas complexos. Fonte: wikipedia.

uma “teoria das máquinas”, porém não aborda coisas, mas modos de comportamento. Não inquire “o que é esta coisa?”, mas “o que ela faz?”.

[...] a Cibernética trata tipicamente qualquer máquina dada, particular, perguntando não “que ação individual ela produzirá aqui e agora?”, mas “quais são todos os possíveis comportamentos que pode produzir?” (ASHBY 1956).

Nesse contexto, a questão central é a observação de sistemas sob a óptica da regulação e da comunicação utilizando-se de *feedback*, cujo comportamento pode ser observado por um observador externo e onde o objetivo é mover-se em direção a uma meta (*goal*). A essência da cibernética é a circularidade, presente nos *loops* e *feedbacks* que regulam o sistema para garantir seus objetivos.

Em 1974, Heinz Von Foerster¹⁰ propõe uma revisão que ele chama a “Cibernética da Cibernética”. Ele esclarece nessa combinação emblemática a distinção entre uma cibernética de primeira ordem e de segunda ordem, onde “a cibernética de primeira ordem é o estudo dos sistemas observados” e a “cibernética de segunda ordem é o estudo dos sistemas de observação” (SCOTT, 2004, p.1373).

Podemos formular então, a partir da revisão proposta pela Cibernética de Segunda Ordem, que ela é uma ciência que propõe a observação de sistemas, sendo a própria observação também observada. Para isso utiliza conceitos como circularidade (*loop*), *feedback*, auto-organização (*autopoiesis*) e controle, facilitando a comunicação entre as partes de um sistema e objetivando o equilíbrio do todo, por meio de compensações e ajustes para atingir metas estabelecidas (*goals*).

Um dos experimentos mais significativos em termos de compensações e equilíbrio de um sistema foi o homeostato de Ashby. De acordo com Pickering (2002), o homeostato foi um dispositivo elétrico que tinha entradas elétricas e transformava-as em saídas. A corrente de entrada passada através de uma bobina no homeostato e gerava um campo magnético que exercia um torque em uma agulha ou nas palhetas na parte superior da máquina, fazendo que ele rodasse em uma direção ou outra. A agulha era parte de um circuito

¹⁰ Heinz von Foerster (13 de novembro de 1911, Viena – 2 de outubro de 2002, Pescadero, Califórnia) foi um cientista austríaco-americano que combinava física com filosofia. Fonte: wikipedia.

elétrico, e a ponta da agulha mergulhada em uma depressão semicircular que havia na água, através do que uma tensão constante era mantida por uma bateria. Assim, a variação da posição da agulha controlava a corrente que fluía através dela – o que, após a amplificação, por sua vez era a saída de corrente do homeostato.

Ainda segundo o autor, o homeostato foi construído de modo que sua agulha se afastava muito de sua posição central retransmitindo um possível percurso, e o dispositivo aleatoriamente reconfigurava-se. O resultado de reconfiguração aleatória poderia ser uma de duas possibilidades. Tanto o dispositivo iria conseguir uma estabilidade de configuração em que a agulha se estabelecia agora no meio de sua distribuição, ou iria continuar a ser instável, caso em que a agulha continuaria a sair do batente. Nesse caso, o relé operaria e o sistema reconfigurava-se novamente aleatoriamente, e assim por diante até que o dispositivo alcançasse finalmente a estabilidade de configuração.

Os conceitos cibernéticos influenciaram muitos arquitetos e pensadores sobre a arquitetura a partir da década de 1960; alguns deles são: Gordon Pask¹¹, Cedric Price¹², o grupo Archigram¹³, e mais recentemente Usman Haque.

De acordo com o pensamento cibernético, a arquitetura deveria ser um catalizador para redefinir as relações e os padrões entre as pessoas e instituições, exaltando um desejo apaixonante de melhorar a condição humana. Deveria ter como uma de suas características principais a não permanência, sendo projetada para mudanças contínuas como incerteza, imprevisibilidade, recursividade¹⁴, obsolescência programada e vida útil, levando-se em

¹¹ Andrew Gordon Pask (28 de junho de 1928 em Derby - 29 de março de 1996 Londres) foi um Inglês cibernético e psicólogo que fez contribuições significativas para a cibernética, a psicologia instrucional, experimental epistemologia e tecnologia educacional. Fonte: wikipedia.

¹² Cedric Price (11 de setembro de 1934 - 10 agosto de 2003) foi um arquiteto Inglês, professor e escritor influente na arquitetura. Nasceu em Stone, Staffordshire e estudou arquitetura na Universidade de Cambridge e na Architectural Association School of Architecture, em Londres. Fonte: wikipedia.

¹³ Archigram foi um grupo de arquitetos ingleses formado em 1961 - embora o grupo só tenha adotado o nome de fato em 1963 - com base na *Architectural Association School of Architecture*, em Londres, cujas propostas buscavam um diálogo mais próximo com o contexto cultural da época. Se inspirou na tecnologia como forma de expressão para criar projetos hipotéticos, na tentativa de resgatar as premissas fundamentais da arquitetura moderna (Cf. magazine *Archigram* n.1, 1961), resguardadas as particularidades da época. Fonte: wikipedia.

¹⁴ A recursão é o processo no qual há um procedimento quando um dos passos do procedimento em questão envolve a repetição completa deste mesmo procedimento. Um procedimento é um conjunto de passos que devem ser tomados baseados em um conjunto de regras. A execução de um

consideração o fator tempo, deveriam ser consideradas em projetos que visassem a busca do equilíbrio.

Por sua vez, os arquitetos deveriam almejar proporcionar caráter antecipatório a seus projetos, prevendo a imprevisibilidade. Deveriam sempre buscar permitir a experiência de compartilhar a criação dos espaços, assim como favorecer possibilidades de auto-organização, ajustes e retomada do equilíbrio dos sistemas.

3.1 O CONCEITO DE EMERGÊNCIA NOS PROCESSOS DE CRIAÇÃO EM ARQUITETURA

As formas de vida surgem, persistem por períodos variáveis de tempo até que entram em colapso, os seus materiais são reorganizados e novas formas emergem. Todas as formas e sistemas, encontrados na natureza, surgiram a partir de complexos processos de sistemas através dos quais a energia e material fluíram em padrões de flutuação. Todas as formas de vida surgiram no âmbito desses sistemas, envolvendo todas as variações de diferentes espécies, como as formas do clima e das mudanças da terra.

Segundo o arquiteto Michael Weinstock¹⁵ (2010, p. 11),

O Homem e todos os outros seres vivos emergem, e existem no interior de processos dinâmicos e fenômenos do mundo natural, e eles têm, tiveram e continuam a ter um efeito profundo sobre ele. Todas as formas da natureza e todas as formas de civilização têm "arquitetura", um arranjo de material no espaço e no tempo que determina sua forma, tamanho, comportamento e duração, e como eles vêm a ser. Energia, informação e fluxo de material através de todas as formas do mundo, e formas humanas e da cultura têm co-evoluído e desenvolvido dentro desses fluxos.

De acordo com o autor, estamos acostumados a pensar em "natureza" como tudo que é selvagem e intocável, paisagens de florestas, pradarias, linhas costeiras e mares,

procedimento envolve seguir de fato as regras e executar os passos. Um procedimento é dito recursivo quando um de seus passos consiste na chamada de uma nova execução do procedimento.

¹⁵ Michael Weinstock é arquiteto, atualmente diretor de Pesquisa e Desenvolvimento, e diretor do programa Tecnologias Emergentes e Design na Escola de Graduação NA *Architectural Association School of Architecture* em Londres. Fonte: wikipedia.

separados de, e imaculada por, as atividades da humanidade. O homem diferencia-se, separado da natureza, com uma vida que é ordenada pela cultura e pela tecnologia. Essa imagem herdada é antiga, um legado cultural que deriva do mito da criação e dos conceitos religiosos do paraíso.

O paraíso foi concebido como um jardim pomar murado ou um parque de caça fechada, um compartimento da natureza selvagem, mas protegidos dos piores perigos da vida selvagem. A natureza criada por Deus era inocente, bela e divina, e o pecado entrou no mundo apenas por meio da corrupção humana (WEINSTOCK, 2010, p. 11).

Para Weinstock (2010), a construção de um estudo sistemático de uma "história natural" foi primeiramente proposta por Francis Bacon em 1620, e é um dos primeiros projetos da ciência. Seu estudo propôs a natureza incluindo "coisas artificiais", as obras da humanidade, como uma manipulação da natureza.

Embora a palavra emergência¹⁶ seja mais comumente compreendida na linguagem cotidiana como um termo perceptual, um sinônimo de aparência, nas ciências a palavra se refere à produção de formas e de seu comportamento, por sistemas que têm uma complexidade irreduzível. Podemos dizer que todas as formas emergem de processos dinâmicos pelos quais os sistemas naturais, vivos e não vivos, produzem organizado regime de material no espaço e no tempo. Portanto, forma e comportamento têm uma relação complexa:

¹⁶ A noção do que viria a ser chamado de "emergência" foi apresentada pelo biólogo inglês C. Lloyd Morgan (1923). Já a referências do conceito de emergência a partir de John Stuart Mill e Geroge H. Lewes falam em "emergência como não-linearidade". Outras definições apresentadas são "emergência como novidade", o que ocorre tipicamente na evolução biológica, com o surgimento de novas espécies; "emergência como imprevisibilidade", que pode ser exemplificado com o caos determinista; "emergência como não-dedutibilidade", aplicáveis a leis de um nível macroscópico que não pudessem ser reduzidas às leis microscópicas; e "emergência como causalidade descendente", segundo a qual uma propriedade macroscópica teria influência causal em partes microscópicas do sistema, sem que se pudesse atribuir uma equivalente influência causal a outras partes microscópicas temporalmente anteriores (Donald Campbell 1974, Roger Sperry 1976). Fonte: site do Professor Osvaldo Pessoa Jr. - notas de aula. Disponível em: <<http://www.fflch.usp.br/df/opessoa/opessoa-tex.htm>>.

A forma de um organismo ou cidade afeta seu comportamento no meio ambiente, e um determinado comportamento produzirá resultados diferentes em ambientes diferentes, se realizado por formas diferentes em um mesmo ambiente (WEINSTOCK, 2010, p. 13).

Ainda segundo o autor, a maioria das formas de plantas e animais tem um limitado alcance climático-ecológico dentro do qual podem florescer. As formas culturalmente produzidas de assentamentos e municípios apresentam relações muito diferentes entre forma e comportamento. Eles não são objetos estáticos, como formas coletivas que os seres humanos operam e mantêm por um conjunto complexo de trocas com os ambientes e que são extensivamente modificados pela ação humana.

Mas, o que é que emerge? O que faz emergir, e como é produzida emergência?

Para Hensel¹⁷ (2010), emergência é uma ciência nova, um novo campo que iniciou uma mudança significativa na cultura de arquitetura. Envolver-se com a emergência requer mais do que o desenvolvimento de um catálogo de novos materiais que são acoplados a tecnologias de produção inovadoras. Requer uma compreensão do comportamento de sistemas complexos e a matemática de seus processos e da transferência sistemática desse conhecimento para projetar e produzir.

Emergência é uma consolidação de uma mudança profunda no conhecimento e materialização que fez mudanças significativas para a ciência e tecnologia, e para a maneira pela qual pensamos em arquitetura e da forma como produzimos (HENSEL, 2010, p. 11)

¹⁷ **Michael Ulrich Hensel** (1965) é um inovador, nascido na Alemanha, arquiteto, pesquisador, educador e escritor. Preocupado com "o desempenho do design orientado", Hensel lida com a pesquisa teórica e experimental para a produção do ambiente construído. Fonte: wikipedia.

Parece importante, portanto, a criação de condições favoráveis para que a emergência possa se manifestar. E em ela se manifestando, é importante também estarmos abertos às percepções que ela pode produzir. Mas como é possível controlar possíveis situações de emergência? Que mudanças de atitude e de postura deveríamos adotar para favorecer metodologias que possam permitir a emergência como um agente de criação em arquitetura?

3.2 DESIGN PARAMÉTRICO: O CASO DO PROJETO STRINGS/SUPPLE PAVILLION

Segue a descrição de uma experimentação a qual se julga relevante para mostrar um processo de criação em arquitetura inserindo questões de emergência e de sistema aberto em busca de equilíbrio com seu ambiente.

A experiência que resultou no projeto intitulado “Strings/Supple Pavilion” foi decorrência de um trabalho em grupo, desenvolvido no *workshop AA Visiting School SP*, realizado entre os dias 12 e 21 de julho de 2011. Inicialmente foi oferecida uma capacitação em diferentes *software*, aplicativos e linguagens de programação, como *Rhinoceros*, *Grasshopper*, *Rhino Python*, *Processing* e *Arduino*, além de discussões sobre metodologias, palestras e a realização de exercícios práticos.

Ficha técnica:

Localização: Avenida Paulista, São Paulo, SP.

Ano: 2011 - previsão de construção para 2012.

Status: projeto + protótipo escala 1:20

Autores: Cynthia Nojimoto, Flávia Santos, Gilfranco Alves, Humberto da Mata e Rafael Ardjomand.

Workshop AA: Franklin Lee, Anne Save De Beaurecueil, Rob Stuart-Smith, Affonso Orciuoli, Thiago Mundim, Ernesto Bueno, Arthur Mamou-Mani, Sandro Tubertini, Yoo Jin, Victor Sanderberg, Lucas de Sordi.

Site do projeto: http://saopaulo.aaschool.ac.uk/?page_id=1358

O desafio projetual para a edição 2011 do *workshop* de São Paulo, após a identificação de problemas e potencialidades específicos, foi de propor uma espacialidade/instalação para a Avenida Paulista, São Paulo, Brasil, que contribuísse para o equilíbrio e a qualificação desse espaço.

A partir de um rápido passeio e de um levantamento realizado pelo Google Earth, foram detectados alguns locais possíveis para a proposta de uma espacialidade do tipo pavilhão, e que pudesse abrigar eventos variados, para públicos variados, de rápida montagem, desmontagem e transporte.

Em paralelo às discussões envolvendo a Avenida Paulista, foi proposta pelo professor arquiteto Rob Stuart-Smith uma metodologia que visava à investigação sobre diferentes materiais (Figura 1), envolvendo suas características físicas, como resistência, comportamento, deformação, distorção, e também no que diz respeito a como se comportam em situações de imprevisibilidade controlada, favorecendo a emergência baseada em leis não determinísticas.

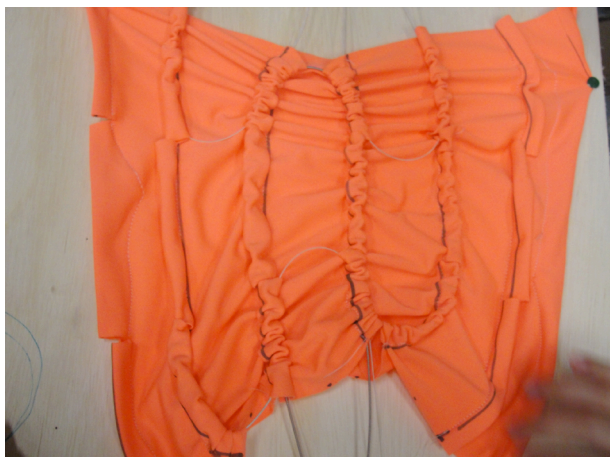


Figura 1: Investigação do comportamento dos materiais.

Fonte: autores, 2011.

Em outras palavras, a partir de testes de materiais e com a aplicação de algumas regras e a repetição dessas regras, foram obtidos alguns resultados inesperados, porém dentro de alguns limites previstos de auto-organização.

A partir da definição dos materiais (tecido e cabos) e da identificação de seu comportamento e de várias maquetes físicas de estudo, chegou-se à determinação de um partido geral e de um conceito básico para o pavilhão, que deveria trabalhar com as possibilidades de movimentação e ajuste à novas formas e usos, em razão de condicionantes locais, como o terreno ou a iluminação natural, e também com a interação com os usuários e o movimento característico da Avenida Paulista. A recursividade, conceito já apresentado anteriormente, era um atributo desejado no projeto.

Nesse sentido, foi então necessário produzir um modelo matemático para dar conta da geometria idealizada para o pavilhão, além das características conceituais aqui descritas.

Partiu-se então para a parametrização e a modelagem tridimensional do projeto utilizando-se o *Rhinceros* e o *Grasshopper* (Figura 2).

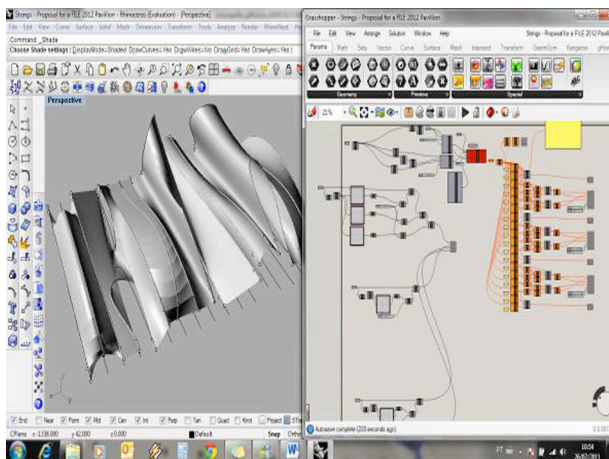


Figura 2: Parametrização do projeto no software *Rhinceros* e no programa *Grasshopper*.

Fonte: autores, 2011

Apesar da dificuldade de simulação do comportamento dos materiais no ambiente digital, chegamos a uma variedade de modelos satisfatórios que reproduziram alguns movimentos e reações entre estrutura e tecido, com a determinação de valores controlados para os parâmetros do projeto e que possibilitaram a visualização da espacialidade conforme a movimentação de variáveis da estrutura de cabos e do tecido.

Com o projeto definido objetivou-se a construção do protótipo em escala 1:20 e que deveria ter o comportamento e o funcionamento exatos do projeto. O protótipo foi montado em uma base de compensado, na qual foi feito um *grid* de furos para passar os cabos e possibilitar a flexibilidade de diferentes configurações.

Posteriormente, projetou-se um modelo de mecanismo, utilizando-se o *Rhinoceros*, para puxar e empurrar os cabos, cujos *inputs* seriam enviados aos servomotores por uma placa arduino. O acionamento dos servomotores seria responsável pela força capaz de imprimir rotação às roldanas, o que faria que essas, ao girar, puxassem e empurrassem os cabos.

Finalmente, passou-se ao processo de montagem e de teste do protótipo, com a inclusão de um sensor de luz que enviaria um *input* ao arduino, em razão da luminosidade e do sombreamento no interior da espacialidade (Figura 3).

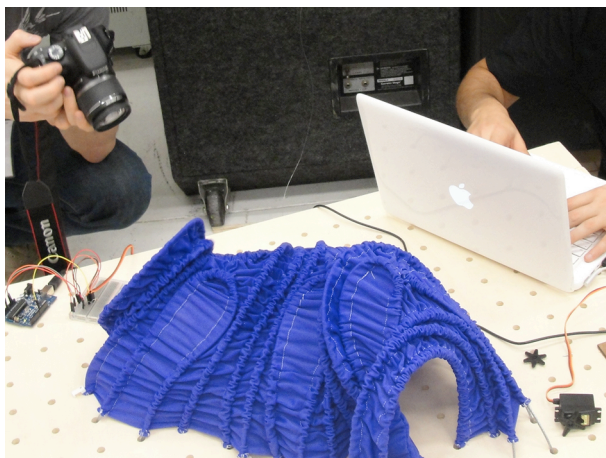


Figura 3: Testes do protótipo - sensor de luz e movimentação.

Fonte: autores, 2011.

Toda a manipulação das tensões e da deformação das superfícies foi baseada em conceitos cibernéticos como *loop* e *feedback*, buscando uma forma de integração entre usuários e arquitetura.

O protótipo funcionou bem em relação às expectativas do projeto e o projeto concluiu todas as etapas previstas, o que possibilitou completar o ciclo que habilitava um *loop* cibernético (Figura 4). Uma das questões mais importantes para a cibernética é a circularidade, presente nos *loops* e *feedbacks* que regulam o sistema e possibilitam que se atinjam os objetivos planejados (*goals*).



Figura 4: Esquema do *loop* cibernético proposto no projeto.

Fonte: autores, 2011

O sensor então capta as variações de luminosidade e envia os *inputs* ao arduino, que controla os servomotores. Com o tracionamento e a compressão dos cabos, a partir do seu movimento há uma deformação do tecido que cria espacialidades emergentes, algumas aleatórias, porém dentro dos parâmetros controlados pela programação no *Rhinoceros* combinado com o *Grasshopper*.

O movimento da superfície e da espacialidade como um todo provoca uma alteração no padrão da luminosidade, assim como o movimento das pessoas no interior do pavilhão. Essa alteração de padrão retroalimenta o sistema e gera o processo de *loop* cibernético.

4 CONCLUSÕES

O artigo busca uma abordagem transdisciplinar e apresenta conceitos como *Umwelt e autopoiesis*, importantes para a compreensão das relações humanas consigo mesmas e com o meio-ambiente, além de relacioná-los com a Teoria Cibernética de Segunda Ordem, a qual inclui a relação humano-máquina e a observação da observação no conjunto de complexidades envolvidas. Trabalha com percepção das possibilidades da mediação digital como agente transformador nos processos de criação em Arquitetura, os quais fundamentaram a experimentação, estimulando a busca de diferentes patamares de utilização de processos híbridos, que estabeleçam modos de interação entre agentes participantes do projeto, condizentes com a realidade contemporânea. Além disso, esta iniciativa indica possibilidades na busca de mais flexibilidade e recursividade não só no próprio processo de projeto, que se utiliza de metodologias as quais envolvem conceitos de design paramétrico, tecnologias de prototipagem e de fabricação digital, mas também no produto final (figura 5), que estabelece um *loop* cibernético autopoietico que permite a interação dos usuários e do meio-ambiente com a arquitetura proposta.

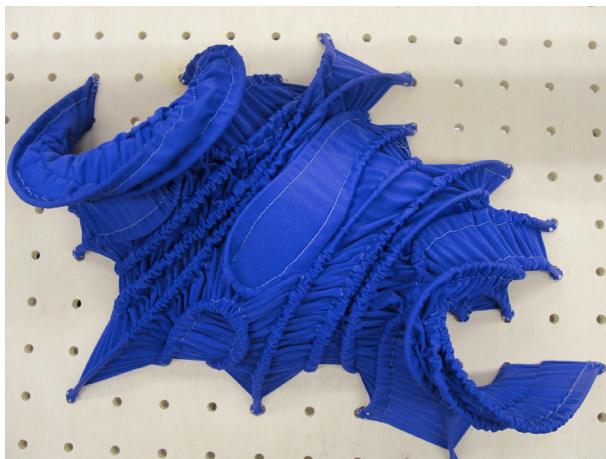


Figura 5: Protótipo finalizado.

Fonte: autores, 2011.

Gostaríamos de destacar, portanto, a importância da utilização de alguns conceitos brevemente estudados neste trabalho e que foram diretamente aplicados e relacionados ao projeto.

Concluimos que a complexidade crescente dos sistemas humanos, por assim dizer, requer outras abordagens, como as que buscamos experimentar na experiência de projeto relatada. A mídia digital e o emprego de design paramétrico, por exemplo, pressupõem uma mudança de abordagem em relação ao processo de criação em arquitetura.

Para Woodbury¹⁸ (2010), “o design paramétrico é mais uma atitude de espírito do que qualquer aplicação de software particular. Tem suas raízes em concepções mecânicas, e como tal, para os arquitetos, empresta pensamento e tecnologia”¹⁹. A arquitetura vem sendo transformada pela evolução das pesquisas e dos universos recentemente desenvolvidos em comunicação, interação, computação gráfica, prototipagem, interfaces tangíveis, conectividade móvel e outros processos e mediações que envolvem projeto. Essas tecnologias alteram nossa percepção espacial e mudam a maneira como nos relacionamos uns com os outros. Percebemos que, no tempo atual, o que deverá estimular uma produção de arquitetura contemporânea e culturalmente responsável é a revisão do próprio processo projetual, visando tratar prioritariamente questões de *performance* como norteadoras de definições funcionais, organizacionais, materiais e formais de objetos arquitetônicos. Essa é uma maneira de pensar que alguns designers podem estranhar, mas o primeiro requisito é uma atitude de espírito que busque expressar e explorar as relações coletivas. O objetivo último é desenvolver uma arquitetura capaz de responder a necessidades do nosso tempo,

¹⁸ Robert Woodbury é professor na School of Interactive Arts and Technology na Simon Fraser University em Vancouver, Canada. Sua pesquisa é sobre como as pessoas desenvolvem e usa sistemas interativos. Fonte: Woodbury (2010).

¹⁹ Do original em Inglês: “Parametric is more about an attitude of mind than any particular software application. It has its roots in mechanical design, as such, for architects it is borrowed thought and technology”. Tradução nossa.

considerando o homem, os dispositivos e os ambientes – que, a princípio, são tratados separadamente – finalmente, em conjunto.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todo o grupo *Strings/Supple Pavilion*, autores do projeto, em especial à colega Cynthia Nojimoto por sua colaboração imprescindível não só durante o workshop, mas também depois dele, na constante discussão de muitas das questões aqui relatadas. Gostaríamos de agradecer também a todos professores da AA - *Architectural Association School of London*, presentes no AA Visiting School SP 2011, especialmente a Rob Stuart-Smith e Thiago Mundim, por suas atuações decisivas no desenvolvimento do projeto.

REFERÊNCIAS

ASHBY, W. R. *Introdução à Cibernética*. São Paulo: Perspectiva, 1956.

HENSEL, M. et al. *Emergent technologies and design: Towards a biological paradigm for architecture*. New York: Routledge, 2010.

LÉVY, P. *As formas do saber*. Transcrição de vídeo. Nomads.usp, 2001.

MATURANA, H. et al. *A ontologia da realidade*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1997.

MATURANA, Humberto e VARELA, Francisco. *A árvore do conhecimento*. Campinas: Workshopsy, 1987.

PICKERING, A. Cybernetics and the Mangle: Ashby, Beer and Pask. *Social Studies of Science*, v. 32, n. 3, p. 413-437, Jun. 2002.

PRATSCHKE, A. De objetos interativos a sistemas de arquitetura estendida: conversa com Usman Haque. *Revista V!RUS*, São Carlos, n. 2, 2º sem. 2009. Disponível em: <<http://www.nomads.usp.br/virus/virus02/entrevista/pratschke.php>>. Acesso em: 5 jul. 2011.

SCOTT, B. Cibernética de segunda ordem: uma introdução histórica. *Kybernetes*, n. 33, v. 9/10, p. 1365-1378, 2004.

UEXKÜLL, T. von. A Teoria do *Umwelt* de Jakob von Uexküll. In: **The Semiotic Web 1988**. Thomas Sebeok (Ed.). Berlin-New York: Mouton de Gruyter, 1989. p. 129-158 (Col. Approaches to semiotics, 85).

WEINSTOCK, M. **The architecture of emergence**: the evolution of form in nature and civilisation. London: Wiley, 2010.

WIENER, N. **Cibernética e sociedade**: o uso humano dos seres humanos. São Paulo: Cultrix, 1954.

WOODBURY, R. **Elements of Parametric Design**. New York: Routledge, 2010.

FIGURAS

Figura 1: Investigação do comportamento dos materiais.

Figura 2: Parametrização do projeto no software *Rhinoceros* e no programa *Grasshopper*.

Figura 3: testes do protótipo - sensor de luz e movimentação

Figura 4: esquema do loop cibernético proposto no projeto

Figura 5: protótipo finalizado