

# Arquitetura Algorítmica. Uma abordagem conceitual

## Algorithmic Architecture. A conceptual approach

### Verônica Natividade

Mestranda pela FAU/USP - Brasil  
veronica.natividade@usp.br

### Alessandro Ventura

Professor Livre Docente – FAU/USP – Brasil  
aventura@usp.br

**Abstract.** *The current paper aims to a conceptual approach to the widespread algorithmic architectures defined for Terzidis Kostas (2006) through the philosophy of complex sciences theorized by Edgar Morin (1998). It intends to discuss two approaches outwardly contradictory emerged from the theme: on one hand, the conception of contemporary architecture is beyond generation of complex shapes into computer software, on the other hand the overvaluation of logics can lead architects to incur in the same mistake of simplification performed by the modernists.*

**Keywords.** *new paradigms; algorithmic architecture; complexity; design process.*

## Introdução

Desde o Renascimento, a Arquitetura olhou para as ciências com o intuito de formalizar seus conceitos sobre forma e espaço. Da arquitetura renascentista com a perspectiva e a visão antropocêntrica do mundo, atravessamos o projeto moderno, dominado pelo determinismo teleológico. Agora, nos vemos diante das complexidades da visão sistêmica e do paradigma digital, de onde emergiram as linhas gerais para a delimitação de novos paradigmas na Arquitetura, apoiados nas tecnologias digitais (Oxman, 2006).

Edgar Morin (2007) apontou que a ciência e cultura clássicas são regidas pelo “paradigma de simplificação”. A simplificação tinha por missão revelar a simplicidade escondida no caos aparente da natureza, reduzindo-a a leis e princípios. A saída encontrada para esta disjunção foi outra simplificação: “a redução do complexo ao simples” (Morin, 2007). A estratégia para alcançar tal empreendimento foi a racionalização, ou seja, a explicação simplista do que a razão desconhece ou não compreende. A realidade é presa ao sistema coerente, onde tudo que o contradiz é afastado, esquecido ou considerado ilusório.

A ênfase dada ao pensamento racional em nossa cultura está sintetizada no célebre enunciado de Descartes “cogito ergo sum”, o que encorajou eficazmente os indivíduos ocidentais a equipararem sua identidade com sua mente racional e não com seu organismo total (Capra, 1982). As pesquisas científicas em todos os campos geralmente se restringiam ao estudo das propriedades dos materiais – formas, quantidades e movimento – as quais podiam ser medidas e qualificadas. Outras propriedades, como som, cor, sabor, cheiro e quaisquer tipos de projeções mentais subjetivas deveriam ser excluídas do domínio da ciência (Capra, 1982).

A crença cartesiana na verdade científica é, ainda hoje, muito difundida e reflete-se no cientificismo que se tornou típico da cultura ocidental. O método científico ainda é considerado de modo geral como o único meio válido para a compreensão do universo. Embora o método cartesiano tenha sido fundamental para grande parte dos avanços tecnológicos, a excessiva ênfase dada a ele levou à fragmentação do nosso pensamento em geral e das disciplinas acadêmicas. Isso levou à “atitude generalizada de reducionismo: a crença em que todos os aspectos dos fenômenos complexos podem ser compreendidos se reduzidos às suas partes constituintes” (Capra, 1982).

Nas décadas mais recentes, uma série de descobertas científicas demonstraram que as idéias e valores da ciência clássica eram seriamente limitados, devendo sofrer revisões (Capra, 1982). A física moderna, através dos estudos complexos como espaço-tempo, relatividade e termodinâmica, demonstrou que o pensamento científico não deveria ser necessariamente reducionista e mecanicista. A inclusão de princípios antes rejeitados como a incerteza, a probabilidade, as concepções holísticas e o conceito de consciência passaram a ser cientificamente válidos (Capra, 1989). A nova maneira de ver o mundo à luz desses conceitos serviu de base para o que Morin chamou de paradigma da complexidade (Morin, 2007), regido pela visão sistêmica do universo, na qual todos os elementos, objetivos e subjetivos estão conectados e mutuamente influenciados.

## Complexidade e Simplificação na Arquitetura

A herança do paradigma da simplificação na arquitetura é observada com mais clareza na produção modernista, muito embora as raízes de seu pensamento estejam presentes inclusive na produção contemporânea. Os postulados da Arquitetura Moderna permaneceram baseados nos ideais clássicos, calcados no cartesiano, no ordenado e no absoluto, determinados por leis estáticas e imutáveis das certezas inabaláveis da ordem racionalista. “Assim foi fabricado o mundo linear do determinismo. Sob as leis newtonianas, ele se desdobrou em mais três grandes ‘ismo do Modernismo’ – reducionismo, mecanicismo e materialismo” (Jencks, 1995). A complexidade era na verdade, algo indesejado na arquitetura, fato que não significou que arquiteturas complexas não tenham sido produzidas. Mas a complexidade na Arquitetura Moderna estava muito mais relacionada à consistência e coerção entre discurso e prática em sintonia com o emergente capitalismo industrial, do que em formas complexas. Nesse sentido, as formas racionais e austeras, embora simples eram reflexo de todo um modo de pensar extremamente complexo, sofisticado e coerente. Por outro lado, seus maiores críticos apontavam que, muitas vezes, por trás das arquiteturas simples, havia de fato a simplificação de certas complexidades inerentes à arquitetura, ignoradas pelos modernos.

Na arquitetura, as primeiras reações contra o paradigma da simplificação começaram a ser delineadas na década de 1960, quando o tema da complexidade passou a fazer parte do discurso e da prática de projetos. Charles Jencks (2002) sugere que se há um

novo paradigma na Arquitetura, ele é orientado por dois importantes paradigmas tecnológicos: o paradigma científico da complexidade, que forneceu subsídios conceituais para a reação contra o Modernismo; e, a mudança do paradigma mecânico para o eletrônico, que tem fornecido as ferramentas técnicas e tecnológicas indispensáveis na nova arquitetura. Nesse contexto, a arquitetura que emerge na “era digital” (Kolarevic, 2003) é caracterizada por altos níveis de complexidade, presentes tanto na expressão formal quanto nos processos de concepção exclusivamente digitais (Mitchell, 2005).

No entanto, segundo Kostas Terzidis (2006), de modo geral, a incorporação das teorias da complexidade tem estado mais ligada a manifestações formais do que à habilidade humana de entender complexidade em termos mais amplos; como conjuntos de sistemas conectados e mutuamente influentes. O computador é usado para resolver problemas complexos ‘artificiais’, como por exemplo, dar vazão às formas livres do Museu Guggenheim de Bilbao, ou no processamento de grandes quantidades de informações do contexto como no projeto do Great London Authority. Portanto, manipular formas complexas em software de modelagem não representa por si só mudanças efetivas porque a lógica de projeto permanece intocada. Ao usar o computador simplesmente para explorações formais, o trabalho do designer corre o risco de ser ditado pela ferramenta empregada. A verdadeira quebra de paradigmas só poderá ocorrer utilizando-se as ferramentas digitais de modo totalmente inovador a ponto de modificar a maneira de pensar a arquitetura. Para tal, é necessário extrapolar certos nichos de pensamento cristalizados não só pelo paradigma moderno como também pelas limitações da mente humana. Terzidis apresenta como alternativa de transcendência a exploração do verdadeiro potencial colaborativo do computador por meio dos algoritmos.

Algoritmos são procedimentos para endereçar problemas através da série finita, consistente e racional de passos. Os problemas devem ser claramente identificados e traduzidos para a linguagem dos scripts, formando regras lógicas a serem executadas por sistemas computacionais. Atuam a partir de composições probabilísticas para encontrar a melhor solução dentro das regras estabelecidas nos scripts. Podem ser aplicados tanto como estratégias para resolver problemas conhecidos quanto na busca por possíveis soluções para problemas parcialmente conhecidos.

A maneira inovadora de empregar algoritmos na arquitetura está na aplicação de metodologias que possam operar de modo similar, paralelo e complementar ao raciocínio humano e não para copiar, simular ou substituir métodos de projeto convencionais. Numerosos designers falham em computar dados excessivamente numerosos, os computadores falham por não serem capazes de lidar com tudo que pertence ao reino do subjetivo, como o vago ou ambíguo. Usando o potencial criativo humano e a capacidade de processamento computacional de maneira sinérgica e complementar pode levar à produção de novos conceitos, idéias e formas. Dada a natureza distinta de raciocínios, essa sinergia só é possível através dos algoritmos. O computador atua como agente que interpreta a lógica e o algoritmo é o veículo, o mediador entre a mente humana e a mente processadora (computador). O uso de algoritmos para resolver a parte racional e funcional da arquitetura libera o designer para explorações formais. Uma vez certificado de que a solução espacial atende aos requisitos necessários, o designer se vê livre para explorar uma espécie de formalismo não arbitrário. Os resultados são formas aprazíveis dotadas de inteligência racional (Terzidis, 2006).

## Por uma abordagem humanística

Os avanços das experimentações com algoritmos têm fornecido alguns dos conceitos e abordagens mais inovadores dentro das arquiteturas digitais. Dada a riqueza de idéias oferecidas pelas arquiteturas algorítmicas, aqui tomadas pela voz de um dos teóricos

mais proeminentes, Kostas Terzidis, a análise desse artigo se restringe a um dos pontos mais polêmicos, embora não exatamente novo: devemos abandonar nossa abordagem humanista da arquitetura?

Dada a capacidade de processamento do computador, os algoritmos podem gerar soluções inovadoras, talvez além da capacidade humana de imaginação porque o computador testa em pouco tempo todas as combinações possíveis para as regras estabelecidas nos scripts. Além da óbvia capacidade de cálculo, Terzidis se apóia em outros dois pontos básicos para defender que a razão humana não é a única fonte de inteligência na Terra: o conceito de “otherness”, onde argumenta que o raciocínio computacional não tem paralelo com o humano; e, a imprevisibilidade entre dados de input e output, que se dá em nível altamente abstrato, desafiando nichos tradicionais de projeto, como tomada de decisão, criatividade, intuição, intenção e controle. A partir desses princípios básicos, Terzidis argumenta corretamente que os computadores complementam o raciocínio humano, com perspectivas distintas do mesmo.

Mas o ponto principal do argumento é que as abordagens humanistas se constituem como barreiras para explorar tudo o que escapa à razão humana ou que possa estar além das fronteiras do tangível, do factível e compreensível. Portanto, tendem a usar como referência a consciência humana. Algoritmos, por outro lado, tem mais afinidade com a Matemática, Linguística e Computação, que procuram separar o assunto do objeto na busca de princípios que excedam a existência humana. O problema teórico da arquitetura algorítmica é que elas envolvem determinados conceitos que dizem respeito ao reino da computação, como virtualidade, efemeridade, continuidade, ubiqüidade, dinâmica, mas que têm sido tratados com a mesma base filosófica da arquitetura produzida com métodos convencionais. A solução apresentada é tratar a nova arquitetura com bases científicas não humanistas. (Terzidis, 2006). Nesse sentido, a questão-chave passa a ser a visão das ciências na arquitetura.

Uma das maiores dificuldades de associar discursos científicos com visão humanística no projeto arquitetônico é a que geralmente, a primeira ainda está vinculada à mesma noção de ciência do paradigma moderno, isto é, sob a doutrina do determinismo racionalista. Por causa da sua clareza e eficiência, essa teoria tem dominado o pensamento geral. O resultado é a visão simplista das atividades humanas. O projeto de arquitetura é particularmente complicado porque incorpora fatores que não podem ser decodificados ou prescritos. A estratégia tem sido dividi-lo em duas partes tratadas como distintas: o reino subjetivo, vinculado às ciências humanas e à filosofia e o reino objetivo designado aos aspectos lógicos e racionais do projeto. Essa divisão, porém, não garante contra erros, já que a própria noção de lógica na arquitetura é passível de interpretação, atualizada constantemente pela cultura. A residência Farnsworth foi concebida a partir de lógicas bem definidas na época, mas foi um fracasso como habitação.

Um dos caminhos para solução é admitir que qualquer abordagem científica do projeto precisa considerar não só modelos sistemáticos e racionais, mas também abordagens alternativas que considerem a natureza indefinida, vaga e intuitiva do projeto. O pensamento geral considera que as teorias científicas tendem a quantificar eventos tratando seus efeitos objetivamente para evitar interpretações. No entanto, uma das principais fontes de complexidade é justamente a junção entre sujeito e objeto no pensamento sistêmico (Morin, 2007). Assim como a noção de consciência foi fundamental para formulação da teoria quântica, uma das mais complexas já produzidas (Capra, 1982). Portanto, a interpretação é essencial não só na ciência moderna, mas também na arquitetura, inclusive as algorítmicas.

Na Figura 1, o designer utilizou algoritmos em MaxScript para auxiliar no projeto de hotel na Nova Zelândia. Em pouco mais de seis horas, o computador gerou 18 mil soluções. Considerando ser possível avaliar criteriosamente tantas opções, a escolha da alternativa (Figura 2) envolveu interpretação das soluções pelo designer.



Figura 1. Geração algorítmica para estudo de hotel.

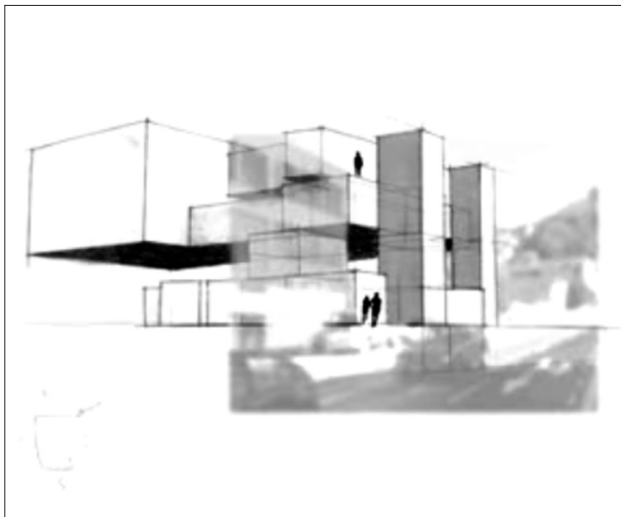


Figura 2. Opção escolhida, Daniel Davis, Nova Zelândia.

Exemplo análogo é a composição de um poema. Mesmo supondo que o computador possa escolher palavras randomicamente e até formular textos coerentes com sujeito e predicado, a composição do poema tem a ver com transmissão de sentimentos e emoções que dificilmente o computador reproduzirá. Produções artísticas remetem à noção de sentido no seu termo literal. A construção do sentido depende de faculdades sensoriais e emocionais exclusivamente humanas. Muitas vezes o que faz sentido nesses termos não tem significado lógico ou racional. Frequentemente baseamos julgamentos sobre arquitetura através do que é sentido na experimentação espacial. Isso ocorre porque, por mais que tenhamos a utilizar nosso potencial racional para julgar fatos, o corpo, que é o agente validador primordial do espaço considera no seu julgamento aspectos sensoriais além de lógicos e racionais. Portanto, assim como o sentido do poema necessita de mais aspectos que ordenação correta de elementos de texto, a construção do sentido na arquitetura está além do processamento racional de elementos do programa. Portanto, complexidade está além de quantidades de unidades e interações que desafiam a nossa possibilidade de cálculo. Tampouco significa incapacidade de ter certeza total ou conceber ordens absolutas, mas à “incerteza no seio de sistemas ricamente organizados” (Morin, 2007). A arquitetura é uma disciplina nascida das Belas Artes com aproximação estreita com a tecnologia. Diz respeito primordialmente ao homem, que é seu objeto validador, com toda a complexidade subjetiva que os indivíduos

carregam de forma distinta em si. Nesse sentido, a arquitetura faz fronteira com diversos campos do conhecimento humano: desde filosofia, antropologia e sociologia até engenharias, urbanismo, artes, computação. Pode-se dizer, então, que o contexto de atuação da arquitetura é um sistema ricamente organizado. Portanto, a arquitetura é prática complexa por definição. Com efeito, quando Robert Venturi disse “arquitetura é um todo complexo”, o computador ainda estava longe dos escritórios de arquitetura.

## Conclusões

A utilização de algoritmos é sem dúvida uma ferramenta eficiente para resolver problemas extremamente complexos, dada a sua capacidade de lidar com grandes quantidades de cálculos, interações e formas complexas de mais para serem operadas pela mente humana. O maior interesse da arquitetura algorítmica reside na relação por elas estabelecida entre a análise detalhada das possibilidades oferecidas pelo computador e as interrogações de natureza mais filosófica no processo de projeto, não restritas aos aspectos aqui elencados. Os questionamentos mais instigantes exploram os benefícios das relações sinérgicas entre designers humanos e máquinas, onde o potencial máximo dos algoritmos depende do equilíbrio entre reconhecimento e complementaridade das limitações da mente humana e processadora. No lugar de instigar conflitos, as estratégias podem ser melhor exploradas se combinadas.

Não se deve perder de vista, no entanto, que apesar da existência dos algoritmos não depender do observador humano, são humanos que programam as máquinas e decidem quais formas valem ou não a pena ser construídas e, portanto, detêm as escolhas primordiais. Assim, o poder de decisão do computador não é aleatório, é conferido pelo programador. Acreditar que a tecnologia resolverá todos os nossos problemas é ingenuidade. Nas palavras de Michael Meredith (2008), “nossos problemas são muito mais humanos e a arquitetura só pode ser crítica, expressiva ou complexa se for diretamente comprometida com a cultura, considerar nossa complexidade humana inerente e se tornar significativa nas redes sócio-culturais”. Tendo isso em mente, as abordagens sobre ciência também devem ser revistas. Talvez um dos caminhos para a verdadeira complexidade na arquitetura é considerar a visão sistêmica da ciência moderna.

## Referências

- Capra, Fritjof, 1982, O Ponto de Mutação, Ed. Cutrix, São Paulo.
- Jencks, Charles, 1995, The Architecture of the Jumping universe, Yale University Press, Londres.
- Jencks, Charles, 2002, New Paradigm in Architecture, Yale University Press, Londres.
- Kolarevic, Branko, 2003, Architecture in Digital Age: design and manufacturing, Spon Press, Nova York.
- Meredith, Michael, 2008, From Control to Design: Parametric/ Algorithmic Architecture, Actar.
- Mitchell, William, 2005, Constructing an Authentic Architecture of Digital Era em Flatchbart, Georg e Weibel, Peter (eds), 2005, Disappearing Architecture, Birkhäuser, Basel.
- Morin, Edgar, 2007 Introdução ao pensamento complexo, Sulina, 3ª Ed, Porto Alegre.
- Oxman, Rivka. Theory and design in the first digital age. Revista Digital Studies 27, pp.229-265.
- Terzidis, Kostas, 2006, Algorithmic Architecture. Architectural Press, Londres.
- Terzidis, Kostas, 2007, Digital Design: ideological gap or paradigm shift? XI Congresso Sigradi, México, DF.