

# TRIADES

Transversalidades | Design | Linguagens

# POSSÍVEIS ANALOGIAS ENTRE A CONCEPÇÃO DE PROJETOS E O JOGO DE XADREZ

Aline Calazans Marques<sup>1</sup>

Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos<sup>2</sup>

Programa de Pós-Graduação em Arquitetura - PROARQ FAU/UFRJ

## RESUMO:

Este artigo aborda a problemática da tomada de decisão no processo de concepção do projeto arquitetônico. Tem como objetivo refletir acerca dos mecanismos cognitivos inerentes à maturação do problema e do encadeamento de decisões projetuais frente a inúmeras variáveis. Desta forma, a ciência cognitiva se configura como principal base teórica deste texto e aponta o jogo de xadrez e seus jogadores como articuladores do discurso. A reflexão proposta foi motivada pelo interesse na capacidade de decisão do projetista frente à constante reestruturação do problema, assim como a de um jogador frente ao tabuleiro. O resultado é um diálogo entre a problemática da tomada de decisão diante da concepção do projeto e os processos cognitivos naturais da mente humana.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tomada de decisão; Jogo de xadrez; Ciência cognitiva.

## ABSTRACT:

This article addresses the problem of decision-making in the process of architectural design conception. It aims at reflecting on the cognitive mechanisms which are inherent to the maturation of the problem and the unfolding of design decision-making facing multiple variables. Thus, cognitive science is set as the main theoretical basis of this document and point out the chess game and its players as speech articulators. The reflection here purposed was motivated by the interest in the designer capacity facing the problem that is constantly restructured, as well as that of a player facing the chess board. The result is a dialogue between the problem of decision-making in design conception and the cognitive processes which are natural to human mind.

**KEYWORDS:** Decision-making; chess game; cognitive science.

---

<sup>1</sup> Discente, Doutora, marques.alinecalazans@gmail.com

<sup>2</sup> Docente, Doutor, leopoldobastos@gmail.com



## Introdução

Com o advento das ferramentas digitais incorporadas ao processo de projeto arquitetônico, tornou-se necessário lidar com um número crescente de informações, critérios e variáveis. Um universo complexo de questões que podem ser simultaneamente complementares e contraditórias. A mente humana tem diferentes recursos para lidar com a solução de problemas e o campo da ciência cognitiva pode colaborar para a compreensão dessas estratégias.

Este texto aborda a problemática da tomada de decisão no processo de concepção do projeto arquitetônico e resulta, em parte, dos fundamentos da ciência cognitiva e da ciência de modelos matemáticos, ambos comprometidos com a solução de problemas e definição de escolhas.

O artigo tem como objetivo refletir acerca dos mecanismos cognitivos inerentes à maturação do problema e do encadeamento de decisões projetuais frente a inúmeras variáveis.

Como objetivos específicos relacionam-se:

- Articular um pensamento analógico entre diferentes campos de saber;
- Incentivar a compreensão do processo de tomada de decisões projetuais sob novas perspectivas;
- Promover o debate sobre as teorias que envolvem o campo de atuação do arquiteto e urbanista e seu processo de trabalho.

O procedimento metodológico adotado para este estudo, teve como ponto de partida, a pesquisa bibliográfica dedicada a dois temas: (i) história da ciência cognitiva e a observação dos enxadristas como mentes hábeis a solucionar problemas (ii) tomada de decisão no processo de projeto arquitetônico. O aprofundamento deste estudo permitiu esclarecer os pontos de convergência entre os temas e contribuiu para a identificação de uma trama de analogias possíveis dando origem a este texto. Dentre os principais autores adotados como referência para a construção do discurso, podemos citar: Buchanan (1992); Neufeld; Brust; Stein (2011); Shenk (2007); Simon (1984) e Vincke (1989).

Em síntese, o texto adota a ciência cognitiva como principal base teórica e aponta o jogo de xadrez e seus jogadores como articuladores do discurso. A reflexão proposta foi motivada pelo interesse na capacidade de decisão do projetista frente à constante reestruturação do problema, assim como a de um jogador frente ao tabuleiro. O diálogo entre a problemática da tomada de decisão diante da concepção do projeto e os processos cognitivos naturais da mente

humana convergem no resultado exposto neste artigo e, por fim, se configuram como instrumento de reflexão.

O texto se apresenta estruturado em quatro partes. O tópico inicial explora o aspecto cognitivo da elaboração do problema e da busca de soluções em analogia às tomadas de decisão dos enxadristas frente aos problemas do jogo de xadrez. Logo em sequência, a mesma problemática é relacionada ao campo de saber da arquitetura. O terceiro tópico se concentra nos processos cognitivos de articulação e decomposição do problema imersos no processo de projeto do arquiteto. No tópico final são apresentados os princípios da Complexidade, Instabilidade e Intersubjetividade com vistas a contribuir para a compreensão do processo cognitivo contemporâneo.

## **Ciência Cognitiva | Solução de Problemas**

A primeira publicação sobre o tema foi o livro *Cognitive Psychology* organizado por Ulrich Neisser em 1967. O texto sintetizou os avanços científicos do ponto de vista da Teoria do Processamento da Informação e estruturou a noção de conhecimento, “que seria desenvolvido individualmente por meio de códigos cognitivos, tornando-nos hábeis a trabalhar, tomar decisões etc (...)” (NEUFELD et al, 2011, p. 103).

Entre 1950 e 1970, a psicologia concentrou esforços na compreensão dos “processos mentais internos”, dedicando-se ao estudo dos seguintes temas: memória, atenção, resolução de problemas, percepção, inteligência, tomada de decisão e processamento e linguagem. Este período marca o surgimento da maioria dos modelos de processamento e métodos de pesquisa, e é conhecido como “revolução cognitiva” (KLEINMAN, 2015, p. 79). Em paralelo, na mesma época, a ciência da computação dedicava-se a pesquisas sobre Inteligência Artificial e Cibernética (VASCONCELLOS, 2015). Modelos matemáticos foram estabelecidos para que os problemas pudessem ser solucionados com o uso de máquinas. Eram derivações das teorias de Alan Turing, responsável pela invenção do computador no fim da Segunda Guerra Mundial (PICON, 2010, p. 24).

A convergência e o avanço simultâneo destes dois campos científicos apresentam-se como fundamentais para as teorias de análise, simulação, interpretação, processamento e tratamento de informações que utilizamos na atualidade. Estas são habilidades inerentes ao comportamento humano e se configuram como mecanismos mentais que, por vezes, podem ser executados por meios digitais.

Fundada como interdisciplinar, a ciência cognitiva originou-se a partir do trabalho de cientistas de diferentes áreas (psicologia, neurologia, linguística sociologia e antropologia), que se debruçaram sobre os estudos acerca do funcionamento da mente. Contudo, foram principalmente os psicólogos que se dedicaram ao exercício de observação das estratégias de decisão dos enxadristas mediante aos múltiplos problemas impostos durante o jogo de xadrez (SHENK, 2007, p.128-154).

Em 1973, Willian Chase e Herbert Simon, utilizaram diferentes grupos de enxadristas como objeto de estudo dos experimentos para comprovar a hipótese de que “a capacidade para o xadrez dependia em grande parte do que os jogadores já conheciam – e não da quantidade de dados novos que eles podiam lembrar” (SHENK, 2007, p.134). O xadrez foi considerado por Chase e Simon, como o modelo ideal de laboratório para os experimentos dos cientistas dedicados à psicologia cognitiva. “Seus atributos tornavam-no particularmente apropriados para os cientistas que procuravam decifrar questões sobre tomadas de decisão, atenção e consciência” (SHENK, 2007, p.134).

Através de analogias, pode-se, por exemplo, construir um paralelo entre a dinâmica de tomada de decisões no processo de projeto arquitetônico e no jogo de xadrez. Para tanto, definem-se como principais fontes bibliográficas, as publicações de Kleinman (2015), Shitsuka et al (2004) e Shenk (2007), lançada originalmente em 1966 e posteriormente traduzida.

## **O Problema Sob a Ótica da Arquitetura**

O “problema” é o elemento chave desencadeador de um processo que demanda a tomada de decisão. Sob a ótica da psicologia cognitiva, o “processo mental de resolução de problemas consiste em descoberta, análise e solução (...)” (KLEINMAN, 2015, p. 81-82). O processo de resolução de um problema não é rígido e nem linear mas, em síntese, deve em algum momento, passar pelas seguintes etapas: identificação do problema, definição do problema, identificação das limitações, elaboração da estratégia de abordagem, organização das informações, alocar recursos mentais e físicos, monitorar o progresso e avaliação dos resultados.

Em analogia ao jogo de xadrez, a atualização progressiva do ‘espaço’ do problema é redefinido a cada etapa, pensando cada jogada em função apenas das consequências por ela determinadas (SIMON, 1996). Em um processo constante de realimentação – feedback –

corrigindo os desvios para alcançar o resultado estabelecido como meta (VASCONCELLOS, 2015, p.213). Contudo, a melhor jogada a cada passo não garante a vitória ao final da partida. Portanto, a estratégia adotada para a busca de soluções está diretamente vinculada à característica do problema.

Existem, no entanto, duas categorias de problemas: os bem definidos e os mal definidos. Enquanto os problemas bem definidos têm objetivos claros e são passíveis de métodos diretos, os problemas mal definidos não são possíveis de se solucionar com o uso de uma fórmula específica e podem exigir uma combinação de estratégias para as etapas de investigação de acordo com (KLEINMAN, 2015, p. 83). Os problemas mal definidos envolvem diferentes objetivos, podendo resultar em mais de uma solução e, por consequência, são considerados de difícil definição (SIMON, 1996). No seio desta tipologia de problema existe uma inter-relação entre os diferentes objetivos, onde o favorecimento de um deles interfere, positiva ou negativamente, em cada outro objetivo considerado na equação. A resolução requer dedicação a fim de melhor compreender o problema e provavelmente, a redução de sua extensão tornando possível sua interpretação.

Na prática do projeto arquitetônico, nos deparamos frequentemente com problemas da classe dos considerados, “mal definidos”. Característica resultante talvez, do número de variáveis, condicionantes e prioridades mutáveis ao longo do processo de projeto, o que expõe os elementos em questão, por vezes, a posições conflitantes (SIMON, 1984). É comum nos depararmos à situação semelhante no processo de escolha de uma, aparentemente simples, esquadria. Onde existem diferentes níveis de prioridade para: dimensionamento, características técnicas, resposta às condicionantes climáticas, eficiência térmica, luminosa, visual, acústica, olfativa, custo, execução e quantos outros mais forem necessários considerar.

Buchanan (1992) ao resgatar o conceito de ‘problema fraco’ ou ‘wicked problem’ afirma que o problema sempre pode ser reformulado. Para lidar com esta classe de problemas, o arquiteto precisa se posicionar, tomar para si a responsabilidade das decisões durante o processo de projeto e também sobre o resultado deste. O ciclo de resolução de um problema pressupõe um processo de constante reavaliação e reformulação, o que acaba por colaborar para a construção do conhecimento. “Na medida em que avançamos no processo de concepção e que começamos a construir as primeiras respostas aos problemas, sobrevém na grande parte das vezes uma reconstrução de problema que inicialmente estava mal definido” (SILVA; OLIVEIRA; SCALETSKY, 2005, p.491).

Sabe-se que o processo de projeto arquitetônico dispõe de inúmeras estratégias auxiliares à concepção, mesmo o projeto digital, que é em grande parte articulado através de ferramentas digitais, não seja dissociado de outras ferramentas comuns ao arquiteto, como diagramas, esquemas, métodos de síntese, brainstorm, maquetes etc. Este conjunto de recursos, sejam digitais ou não, configuram-se como estratégias cognitivas de resolução de problemas, essenciais ao mundo do arquiteto (KLEINMAN, 2015, p.83).

## **Articulação e Decomposição do Problema**

A decomposição do problema em subproblemas apresenta-se como uma estratégia, que pode auxiliar na sua simplificação, conduzindo as partes a um estágio de problema bem-estruturado. A “divisão do problema” é geralmente adotada para o desmembramento de problemas complexos, acreditando que estes poderiam ser abordados de maneira mais simples se estivessem subdivididos (SIMON, 1984). Esta estratégia se aplica à “Teoria das Árvores” que fora, por um tempo, adotada, tanto por pesquisadores no campo da computação, quanto da arquitetura.

Em meados de 1950, no universo dos jogos de xadrez, as múltiplas decisões possíveis na solução de um problema compunham a árvore do jogo (figura 1), proposta pela lógica minimax de John von Neumann. O minimax era um método para se “escolher o lance menos ruim entre todos os possíveis” (SHENK, 2007, p.211). A infinidade de opções, praticamente inviabilizava o processo de análise. Em 1956, John McCarthy apresentou, “o alpha-beta pruning, que permitia ao computador ignorar certas folhas de uma árvore cujas avaliações não fariam diferença no final” (SHENK, 2007, p.212), sendo a partir de então, capaz de estabelecer prioridades. Os avanços na programação de algoritmos não pararam desde então.



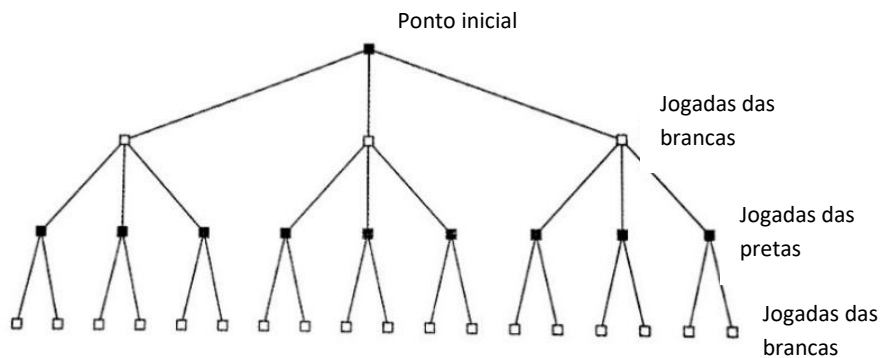


Figura 1: árvore do jogo de John von Neumann. Demonstração gráfica das possíveis opções resultantes da movimentação de uma peça. Fonte: Adaptado de Shenk (2007, p.210).

A mesma lógica de desmembramento de opções e análise dos padrões está ilustrada por Christopher Alexander (figura 2), no texto “A city is not a tree” publicado em 1965. O texto de Alexander (1965) remete a uma das questões centrais a serem discutidas a respeito das estratégias de decomposição do problema. O método da árvore era “(...) o veículo mais fácil para pensamentos complexos”; no entanto, como exposto no texto acima indicado, Alexander defende a ideia de que observar a cidade por este método seria o mesmo que propor uma análise reducionista, sob o risco de ignorar a relação entre os seus “galhos” (regiões, bairros, ruas, casas, ambientes) e a sobreposição de seus significados (ALEXANDER, 1965).



Figura 2: árvore de representação das vias da cidade brasileira planejada por Lucio Costa - Brasília. Fonte: Adaptada de Alexander (1965).

Desde as reflexões de Alexander (1965) e Simon (1996), existe um extenso campo de pesquisa disponível sobre os temas relacionados aos métodos de concepção arquitetônica e às estratégias de solução de problemas inerentes ao processo de projeto, que são geralmente complexos.

Uma dessas estratégias é a denominada análise multicritério e configura-se como um método de apoio à decisão. “Na arquitetura, a abordagem multicritério pode ser usada para comparar diferentes soluções para um problema de projeto, considerando simultaneamente diversos critérios, com a intenção de identificar uma solução de compromisso” (FONTENELLE E BASTOS, 2014, p.96). Ressaltando que, no processo de projeto arquitetônico, o processo de decisão tem dimensão complexa em razão da existência de preocupações em diferentes níveis de importância, capazes de gerar respostas frequentemente contraditórias (VINCKE, 1989).

A tomada de decisão com base na análise multicritério tem sido recorrente objeto de pesquisa no campo da arquitetura e das engenharias (HENSEN E LAMBERTS, 2011). No processo de concepção arquitetônica, quando se trata do desempenho do edifício, o conflito é eminente em razão da impossibilidade de se satisfazer todos os critérios simultaneamente (CASTRO, 2005, p. 17-18). Toma-se o exemplo de uma abertura na envoltória do edifício que, ao mesmo tempo, permite entrada de luz, carga térmica, ruído, relação visual com o entorno etc. Privilegiar o desempenho de um dos elementos o expõe ao risco de prejudicar outros.

Corroborando com esta ideia, “a abordagem multicritério é um caminho bastante útil para compatibilizar múltiplos critérios, podendo contribuir para uma tomada de decisão mais consistente na concepção arquitetônica” (FONTENELLE E BASTOS, 2014, p.96). A capacidade de geração de resultados de múltiplas alternativas de um mesmo objeto estudado permite a elaboração de um cenário comparativo e colabora para a escolha, através de ferramentas multicriteriais em um processo de decisão que pode considerar diferentes níveis de hierarquia para cada critério envolvido, como demonstra Fontenelle e Bastos (2014, p.101-103).

O método dispõe de duas etapas iniciais de estruturação do problema; a primeira refere-se à “definição do conjunto das ações potenciais que serão consideradas no processo de decisão” e a segunda trata da escolha dos critérios. As etapas subsequentes incorporam o ato de julgar as soluções e eleger as soluções mais bem avaliadas (CASTRO, 2005, p. 19).

Assume-se, portanto, como premissa, que o problema na arquitetura tende, portanto, a assemelhar-se a uma trama, um emaranhado de elementos conectados em múltiplos sentidos. Mas não deve se tratar, no entanto, de um somatório de suas partes.

“A soma das partes é insuficiente para se conhecer o todo”, baseando-se no argumento de que “o todo pode ser maior ou menor que o somatório de suas partes”, sendo: (i) “o todo é mais que a soma das partes”, ao interagir com o contexto e é influenciado por ele; (ii) “o todo pode ser menor que a soma das partes”, ao considerar que as partes podem não conseguir atuar em sua completude (MORIN, 2006, p.85). “O perigo das inconsistências ou lacunas desse processo é minimizado em parte pela habilidade do arquiteto e sua capacidade de construir o problema, o que depende de sua formação e experiência profissional, além de sua capacidade para organizar o processo (...)” (SANTOS, 2012, p. 47).

Na contemporaneidade, tais questões permanecem no núcleo do pensamento cognitivo que, atualmente, entrelaça três principais pressupostos da ciência: (i) complexidade, (ii) instabilidade e (iii) intersubjetividade.

## **Complexidade, Instabilidade e Intersubjetividade**

Em meados dos anos 1980 dois eventos marcam o interesse pelo estudo do pensamento complexo de maneira sistemática e interdisciplinar. Em 1983, o debate sobre O problema epistemológico da complexidade em Lisboa – Portugal –, e em 1984, o colóquio sobre as Teorias da Complexidade em Cérisy – França –, contaram com a participação de especialistas de diversas áreas (VASCONCELLOS, 2013). Neste período, o médico e biólogo Henri Atlan e o filósofo Edgar Morin se destacaram no debate sobre o pensamento complexo.

O texto de abertura do colóquio em Cérisy baseia-se na reflexão acerca da transitoriedade do entendimento do termo complexidade, que aos poucos deixa de representar algo difícil de compreender e torna-se algo a ser abordado e estudado sistematicamente (ATLAN, 1984).

O pensamento complexo propõe que das partes surgem a necessidade de explicação mais aprofundada, distanciando o raciocínio das estratégias de simplificação. Entende-se que o princípio da complexidade se baseia na necessidade de distinguir, de analisar, com o propósito de estabelecer a conexão entre as diferentes partes de um todo – o objeto e o ambiente, a coisa observada e seu observador – evitando dissociá-las, abordando o objeto em seu contexto (MORIN, 2006). Ou seja, “(...) um pensamento complexo que permita abordar as contradições, em vez de excluí-las” (VASCONCELLOS, 2013, p. 107).

“Uma das consequências do pensamento complexo é que, em vez de pensar a compartimentação estrita do saber, passa-se a focalizar as possíveis e necessárias relações

entre as disciplinas e a efetivação de contribuições entre elas, caracterizando-se uma interdisciplinaridade” (VASCONCELLOS, 2013, p.114).

Portanto, o pressuposto da complexidade na ciência contemporânea estabelece “o reconhecimento de que a simplificação obscurece as inter-relações de fato existentes entre todos os fenômenos e de que é imprescindível ver e lidar com a complexidade em todos os seus níveis” (VASCONCELLOS, 2013, p. 101).

A Instabilidade pressupõe reconhecer cientificamente a desordem e exige uma maneira de pensar que inclui a indeterminação e a imprevisibilidade. O conceito de instabilidade assume um “mundo em processo de tornar-se, em transformação contínua e formado por constante auto-organização” (VASCONCELLOS, 2013, p.119).

A Intersubjetividade emerge no campo da filosofia em proposta de revisão do pressuposto da objetividade científica, mas é apenas no seio da própria ciência, na física, que este debate assume caráter científico. O centro do debate está na relação entre “o sujeito que conhece e o objeto que é conhecido”. Em síntese, o físico alemão Heisenberg demonstrou “ser impossível a observação objetiva das partículas atômicas, uma vez que o próprio ato de observação interferia e alterava o objeto (...)” (VASCONCELLOS, 2013, p.132-133).

Inclusive no âmbito da Arquitetura deve-se reconhecer a possibilidade de coexistência de múltiplas versões da realidade, cientes de que cada observador poderá construir uma realidade própria sobre o mesmo elemento observado (VASCONCELLOS, 2013, p.101). Diante desta relação interdependente entre observado e observador, destaca-se como primordial a responsabilidade e o comprometimento com objetivos comuns à equipe composta por diferentes agentes imersos em um mesmo processo de concepção.

## **Considerações Finais**

O processo de concepção arquitetônica envolve uma multiplicidade de agentes, parâmetros, critérios, condicionantes e níveis de hierarquia, e diante disso, destaca-se o profissional como protagonista frente ao problema e seus desdobramentos a partir de uma tomada de decisão. Acredita-se que, os pressupostos da complexidade, da instabilidade e da intersubjetividade configuram-se como oportunidade de diálogo entre os problemas de projeto e, não necessariamente, como obstáculos a serem enfrentados.

Enquanto no jogo de xadrez o problema se reestrutura a cada jogada do adversário e as variáveis se reposicionam em diferentes níveis de relevância, no processo de projeto,

podemos supor uma estrutura semelhante, apesar de muito mais complexa. Cabe, portanto, ao projetista, estabelecer uma postura ética e comprometida com os objetivos comuns da equipe, permitindo que cada tomada de decisão se desdobre na reestruturação do problema, assim como, na formulação de novos problemas.

## Referências Bibliográficas

ALEXANDER, C. A city is not a tree. *Architectural Forum*, v. 122, nº 1, 1965. pp. 58-62.

ATLAN, H. L'intuition du complexe et ses théorisations. In : SOULIÉ, F.F. et al. *Colloque de Cérisy en 1984 : Les théories de la complexité*. Paris: Éditions du Seuil, 1991. pp. 9-42.

BUCHANAN, R. Wicked Problems in Design Thinking. *Design Issues*, v. VIII, nº 2, 1992. pp. 5-21.

CASTRO, E. Método de auxílio à concepção arquitetônica baseado na análise multicritério e em dados simulados dos comportamentos da edificação. Tese (doutorado). COPPE/UFRJ e INSA/LYON. Rio de Janeiro e Lyon: Universidade Federal do Rio de Janeiro e Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 2005.

FONTENELLE, M. R.; BASTOS, L. E. G. The multicriteria approach in the architecture conception: Defining windows for an office building in Rio de Janeiro. *Building and Environment* 74, 2014. pp. 96-105.

HENSEN, J. L. M.; LAMBERTS, R. (Orgs.). *Building Performance Simulation for Design and Operation*. Kindle Edition. New York: Spon Press, 2011.

KLEINMAN, P. *Psicologia: tudo o que você precisa saber sobre*. Tradução Leonardo Abramowicz. 2ªed. São Paulo: Editora Gente, 2015.

MORIN, E. *Introdução ao pensamento Complexo*. Tradução Eliane Lisboa. Porto Alegre: Sulina, 2006.

NEUFELD, C. B.; BRUST, P. G.; STEIN, L. M. Bases Epistemológicas da Psicologia Cognitiva Experimental. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*. v. 27, nº 1, 2011. pp. 103-112.

PICON, A. *Digital Culture in Architecture an Introduction for the Design Professions*. Basel: Birkhäuser, 2010.

SANTOS, C. M. L. *Compreendendo o edifício como organismo. Interfaces entre pensamento sistêmico, metodologia do projeto e sustentabilidade*. Tese (doutorado em arquitetura). Rio de Janeiro: UFRJ/FAU/PROARQ, 2012.

SHENK, D. *O jogo imortal: o que o xadrez nos revela sobre a guerra, a arte, a ciência e o cérebro humano*. Tradução Roberto F. Valente. Rio de Janeiro: Zahar, 2007.

SHITSUKA, R. *Xadrez e a Estratégia No Dia-a-dia*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2004.

SILVA, F. D.; OLIVEIRA, R. C.; SCALETSKY, C. *Entre a lógica e o imaginário: uma reflexão sobre a gráfica digital na concepção do projeto de arquitetura*. Lima: SIGRADI, 2005. pp. 490-493.

Disponível em: [http://cumincades.scix.net/data/works/att/sigradi2005\\_490.content.pdf](http://cumincades.scix.net/data/works/att/sigradi2005_490.content.pdf). Acesso em 15 julho 2015.

SIMON, H. A. *The Sciences of the Artificial*. 3ªed. Cambridge: The MIT Press, 1996. Disponível em: [http://courses.washington.edu/thesisd/documents/Kun\\_Herbert%20Simon\\_Sciences\\_of\\_the\\_Artificial.pdf](http://courses.washington.edu/thesisd/documents/Kun_Herbert%20Simon_Sciences_of_the_Artificial.pdf). Acesso em 15 julho 2015.

SIMON, H. A. *The structure of ill-structured Problems*. *Developments in Design Methodology*. N. Cross (ed.), John Wiley & Sons, Inc., 1984. pp. 146-166.

VASCONCELLOS, M. J. E. *Pensamento Sistêmico – o novo paradigma da ciência*. 10ªed. Campinas: Papirus, 2013.

VINCKE, P. *L'aide Multicritère à la Decision*. Bruxelles: Ed. Ellipses, 1989.