

Raciocínio Analógico Paramétrico: uma experiência criativa em arquitetura

Analogical Parametric Reasoning: a creative experience in architecture

Wilson Florio

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo Mackenzie e Unicamp, Brasil.

Email: wflorio@uol.com.br

Abstract: *The aim of this paper is to examine the role of the analogies in the parametric modeling, particularly as factor of induction of creativity in architecture design process. For this purpose two experiments are presented. In the first one the students tested the relationship involving parametric modeling in the Paracloud and Rhino, that resulted in physical models produced by laser cutter. In the second experiment the students produced algorithms in the Grasshopper, resulting in families of structures. The results allow us to affirm that the parametric modeling stimulates the creativity, therefore allow combining parameters that result in unexpected discoveries.*

Palabras clave: Parametric Modeling; Laser cutter; Analogy; Creativity; Design Process.

Modelagem Paramétrica

Nas últimas duas décadas as máquinas de controle numérico têm auxiliado a fabricação de formas orgânicas e incentivado o uso da criatividade. Branko Kolarevic e colegas (2003) apontam pesquisas e edifícios construídos a partir das novas técnicas de modelagem geométrica e de fabricação digital, particularmente a importância dos novos conhecimentos sobre topologia, geometrias não-euclidianas, NURBS e parametrização. Além disso, a arquitetura internacional recente demonstra claramente que a modelagem paramétrica (MP) e a fabricação digital têm amparado os arquitetos e engenheiros nessa renovação no modo de construir.

Normalmente, durante o processo de criação e desenvolvimento de um projeto de arquitetura, características específicas de partes desenhadas são revisadas e modificadas muitas vezes. Para responder a esse problema foi desenvolvida uma estrutura, embutida em programas gráficos computacionais, baseada em parâmetros e hierarquia: as variações paramétricas.

O uso de parâmetros para definir a geometria de elementos construtivos, no âmbito da construção civil, tem provado ser cada vez mais eficaz no processo de projeto. Edifícios são compostos literalmente de milhares de partes individuais, e de um grande número de conexões. Uma modelagem desse tipo exige que essas porções sejam

agrupadas em componentes constituídos por parâmetros, de modo a facilitar a manipulação de acordo com a necessidade do usuário. Assim, a MP torna-se uma poderosa ferramenta digital para explorar diferentes configurações geométricas em projetos AEC (Florio, 2009, p.572).

O poder dos computadores está na sua capacidade de calcular rapidamente complexas fórmulas matemáticas. No âmbito do projeto de edifícios, isso tem permitido viabilizar geometrias complexas, introduzindo a possibilidade de criar e manipular toda uma nova família de formas e superfícies curvas. Novas ferramentas computacionais em ambientes paramétricos permitem programar as dependências entre componentes, por meio do uso de variáveis, chamadas *parâmetros*. Estes permitem construir regras, traçar relações entre os pontos de uma curva ou de uma superfície, e definir o relacionamento entre pontos. Portanto, as curvas derivadas delas capacitam a criação de superfícies curvas controladas.

Há diferentes modos de estabelecer parâmetros. A MP por *scripts* é extremamente eficiente para programar algoritmos complexos. No entanto, alguns *plug-ins*, como o Grasshopper e o Paneling Tools, têm facilitado o trabalho daqueles que não são programadores, ou mesmo não possuem interesse em realizar a verdadeira programação. Nos últimos anos tem-se acompanhado o crescente interesse dos estudantes de arquitetura por formas e espaços

de grande complexidade, em particular edifícios contemporâneos gerados a partir das novas tecnologias digitais. O *plug-in* Grasshopper, com *scripts* embutidos nos comandos, é o mais popular na atualidade. Criado em 2008, este *plug-in* tem fascinado jovens estudantes a operar com *scripts* e sequências de comandos que os antigos meios de programação não conseguiram. Sua facilidade de operação tem incentivado a produção de componentes de grande complexidade, com parâmetros claramente definidos. Consequentemente, nota-se que tais programas têm contribuído para avanços significativos sobre o domínio de formas de grande complexidade, sobretudo para novos estudos sobre a geometria euclidiana e topológica.

A partir do programa Rhinoceros, que opera com recursos NURB, e do Grasshopper, pôde-se avançar na investigação de formas e superfícies de terceiro grau ou superior. Não se trata mais de operar apenas sobre elementos geométricos como linhas e planos, trata-se de operar sobre parâmetros que subjazem à construção da forma no espaço. Assim, a manipulação topológica dos pontos que constituem os elementos geométricos é que impulsiona a construções geométricos de grande complexidade formal e espacial.

Pesquisas publicadas no Sigradi nos últimos anos (Alvarado e Turkienicz, 2010; Bruscatto e Alvarado, 2010; Bueno e Barrera, 2008; Celani, 2009; Chiarella, 2004; Florio e Tagliari, 2008; Hanna e Turner, 2006; Hernandez, 2004; Tagliari e Florio, 2009; Herrera, 2009; Vincent, Nardelli e Nardin, 2010), entre outras, revelam a crescente importância da modelagem paramétrica e dos sistemas generativos no processo de projeto em arquitetura. Além disso, a intensificação do uso de protótipos rápidos e da fabricação digital de elementos construtivos no âmbito acadêmico tem renovado o interesse pelo processo construtivo e materialização em ambiente físico.

Raciocínio Analógico e Criatividade

Atualmente pode-se afirmar que criatividade é a faculdade humana que excede os processos e rotinas diárias de pensamento e fazer. Na realidade, criatividade é a capacidade de realizar uma produção que seja ao mesmo tempo nova e adaptada ao contexto na qual ela se manifesta, ou ainda, criatividade é a combinação original de idéias conhecidas. Por este entendimento, arquitetos são criativos quando produzem combinações e associações incomuns de idéias, com resultados inesperados. Nesse sentido, a MP permite expandir, de modo ágil, o número de combinações entre as variáveis, proporcionando a obtenção de descobertas inesperadas.

Entretanto, a obtenção de combinações e de variações por meio da modelagem paramétrica exige um pensamento

lógico, associativo e explícito sobre processos iterativos (Hardy, 2011, p.14), o que requer disciplina, organização sobre o processo de projeto e pensamento abstrato. Assim, na presente pesquisa procurou-se estimular os alunos a realizarem associações entre ideias contidas entre diferentes projetos, entre corpo humano e edifícios, e entre edifícios e natureza, de um modo explícito e sob parâmetros.

Experimentos realizados

Nos anos de 2010 e 2011 foram realizadas duas experiências didáticas com alunos de 4º e 10º semestres na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas e da Universidade Mackenzie, respectivamente. Na primeira as disciplinas envolvidas foram Informática IV e Maquete, enquanto que na segunda foi no TFG - Trabalho Final de Graduação.

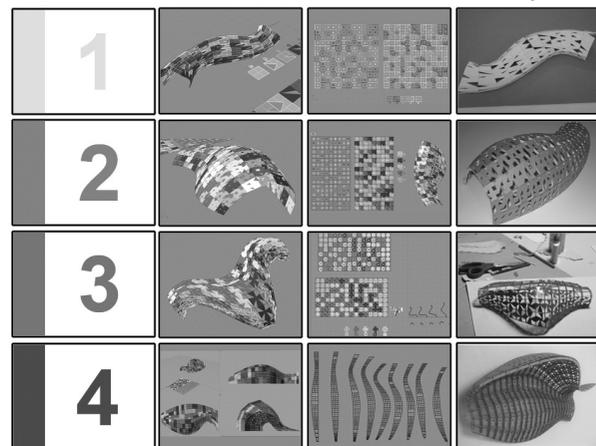


Fig. 1. Experimentos realizados pelos estudantes da Unicamp.

Fonte: Autor: 2010.

Na pesquisa realizada no 2º semestre de 2010, a proposta para os alunos da Unicamp foi produzir uma cobertura de dupla curvatura utilizando os programas Rhinoceros e Paracloud. Os trinta alunos foram divididos em dez equipes, com o objetivo de propor uma cobertura para atender a diferentes propósitos funcionais. Durante as aulas de Informática, os alunos desenvolveram diferentes propostas de coberturas curvilíneas, assim como cinco a seis módulos diferentes para a cobertura. Inicialmente as equipes foram orientadas a produzir ideias a partir de analogias, particularmente associações entre elementos da natureza, corpo humano e edifícios.

Estas superfícies e os respectivos módulos foram importados no programa Paracloud. Neste programa, pode-se combinar aleatoriamente os módulos para serem aplicados sobre a superfície. Diferentes combinações de parâmetros foram testados. A figura 1 mostra quatro destes trabalhos, cujas formas foram derivadas do corpo huma-

no e de formas orgânicas da natureza. Entretanto, apenas uma das combinações de cada equipe foi escolhida para ser produzida em modelos físicos.

O programa Paracloud permitiu combinar e aplicar os cinco módulos sobre a superfície subdividida e enviar novamente para o Rhinoceros. Neste programa, os módulos foram desdobrados pela técnica *unroll* (também conhecida como *unfolding*). Por outro lado, foram geradas as vigas longitudinais e transversais, com encaixe macho-fêmea, a partir da superfície inicial. O passo seguinte foi organizar estas superfícies e os módulos em folhas com dimensões de 80 x 50 cm, e enviar para a máquina de corte a laser Universal Systems, do LAPAC da Unicamp. As vigas com encaixes e os módulos desdobrados em papel de 1 mm foram numerados pelo programa Paracloud, de modo a facilitar a localização de cada componente. Estes elementos foram montados na aula de maquete (Figura 2).

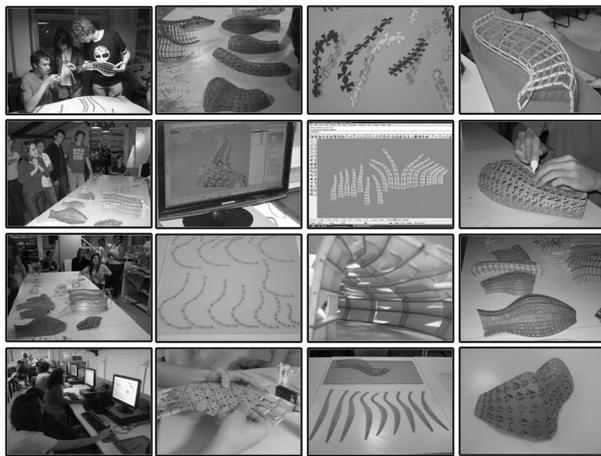


Fig. 2. Experimentos realizados pelos estudantes da Unicamp. Fonte: Autor: 2010.

No 1º semestre de 2011, a proposta para os alunos do Mackenzie foi produzir alternativas para coberturas dobradas utilizando o programa Rhinoceros e o *plug-in* Grasshopper. Dez alunos foram selecionados para participar de um *workshop* durante uma semana. Os alunos foram divididos em duplas, de modo que ao final foram obtidos cinco diferentes propostas de coberturas paramétricas. Por se tratar de alunos de final de Curso de Graduação, a intenção foi fornecer subsídios para encorajá-los a testar a MP como um meio de investigação de propostas arquitetônicas. Assim, sem um programa de necessidades para um uso específico, os alunos tiveram oportunidade de se familiarizar com estes recursos.

No primeiro dia do *workshop* os alunos tiveram contato com alguns algoritmos prontos, de modo a entender o encadeamento entre comandos, funções e parâmetros. No segundo dia propuseram, ainda de um modo não tão sistematizado, uma cobertura a partir da definição

de pontos no espaço, nas direções x, y e z. Este processo inicial foi importante, pois os estudantes perceberam o potencial destes recursos, assim como a importância da sequência lógica na definição dos parâmetros. No terceiro dia os estudantes utilizaram algumas estruturas conhecidas como ponto de partida para a parametrização. O conhecimento prévio de precedentes foi muito útil para servir como uma base do *raciocínio analógico*, pois algumas características foram *mapeadas* e *transferidas* para o projeto, e puderam ser diversificados em diferentes famílias de formas por meio da modelagem paramétrica. Nos últimos dois dias os alunos tiveram que propor uma solução própria, com os parâmetros claramente anunciados. No final cada dupla propôs uma estrutura-cobertura composta por dobraduras, mostrando a flexibilidade dos parâmetros a partir de pelo menos 24 variações entre os parâmetros criados (Figura 3).

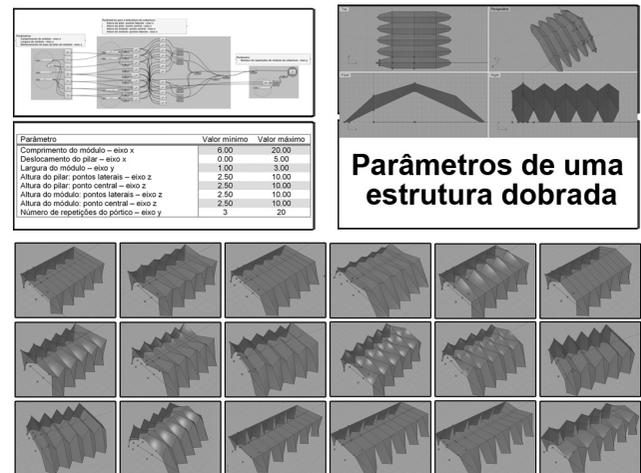


Fig. 3. Experimento realizado por uma das equipes de estudantes do Mackenzie. Fonte: Autor, 2011.

Discussão

A experiência na Unicamp foi mais completa, pois a duração de um semestre envolveu, de um modo integrado, as disciplinas de Informática e de Maquete. Foram constatados alguns fatos importantes, tanto para o ensino de Informática como de Maquete. A primeira constatação é que os estudantes ainda apresentam dificuldades para geometrizarem superfícies orgânicas, sem uma forma definida. As superfícies curvilíneas parecem confundir a percepção e localização dos componentes no espaço, dificultando a plena compreensão espacial daquilo que está sendo gerado.

A segunda constatação é que durante a montagem dos modelos físicos, obtidos por meio de peças cortadas pela máquina a laser, os estudantes mostraram-se surpresos com algumas das características dos modelos obtidos. Em primeiro lugar, a escala 1:100 os surpreendeu, uma vez que eles achavam que alguns componentes eram

maiores do que aquilo que viram na tela do monitor de vídeo. Em segundo lugar, os estudantes se conscientizaram da importância dos modelos físicos como um meio complementar fundamental para a plena compreensão da materialidade da arquitetura.

A terceira constatação é que os resultados obtidos proporcionaram a sensação de êxito diante do desafio de criar e produzir algo de seu interesse. A motivação e a autoconfiança aumentaram de modo significativo, pois eles perceberam que este exercício possui um potencial de aplicação direta em suas atividades projetuais. Parece que os estudantes entenderam que os meios de expressão e de representação estão intimamente relacionados com o processo de projeto.

A quarta constatação é que os estudantes apresentam dificuldades para identificar características conceituais e profundas sobre projetos similares. Consequentemente, a tendência é identificarem apenas alguns traços ou características no âmbito formal, sem de deter em outros domínios, como a estrutura e materiais empregados. Neste momento, a sedução da forma prevalece sobre os outros domínios, como o funcional e técnico-constructivo. Nos primeiros semestres do Curso de Arquitetura essa limitação é ainda aceitável, mas o mesmo não pode ser dito para alunos no final do Curso, que deveriam que ter uma base mais sólida e conceitual para a atuação em projeto.

Na experiência realizada no Mackenzie, os alunos do final do Curso tiveram melhores noções de estrutura, e apresentaram questões importantes sobre materiais mais apropriados a cada proposta. Além disso, estabeleceram melhor os critérios para os parâmetros dos componentes da estrutura. Parece que o tempo maior de estudo favorece a compreensão de múltiplos aspectos do projeto, fazendo com que os estudantes, e depois arquitetos, consigam pensar e resolver problemas de vários domínios ao mesmo tempo.

Por fim, outra importante constatação é a importância de um repertório de soluções conhecidas como um meio de estudar e aprofundar questões de projeto. Embora os alunos consigam realizar suas próprias propostas, quando são apresentados estudos de casos similares aos que eles estão enfrentando em um dado momento, seus projetos alcançam maior consistência, maior profundidade e enfrentam, com maior consciência, um espectro mais amplo de problemas.

Agradecimentos

O autor agradece o apoio do CNPQ, aos funcionários do LAPAC na Unicamp e aos estudantes das duas Universidades pela extrema dedicação e empenho nos trabalhos realizados.

Referências

- Alvarado, R. G.; Turkienicz, B. 2010. Generative House: Exploration of Digital Fabrication and Generative System for Low - cost Housing in Southern Brazil. Anais SIGRADI, Bogotá, Colombia, p. 384-387.
- Bruscatto, U. M.; ALVARADO Rodrigo G. 2010. Muro pixel: exploración digital de un sistema constructivo de placas entrelazadas. Anais - SIGRADI 2010, Bogotá, Colombia, p. 205-208.
- Bueno, E.; Barrera, C. 2008. El Scripting como estrategia de diseño: una experiencia pedagógica: Scripting as a strategy for the design: one pedagogical experience. Anais SIGRADI, La Habana, Cuba, p.549-553.
- Celani, G. 2009. Enseñando diseño generativo: una experiencia didáctica. Proceedings of SIGRADI 2009, Sao Paulo, Brazil, p. 162-165.
- Chiarella, M. 2004. Superficies paramétricas y arquitectura: Conceptos, ideación y desarrollo. Anais SIGRADI 2004, Porte Alegre, Brasil, p.393-395.
- Florio, W. Modelagem Paramétrica no Processo de Projeto em Arquitetura. Anais do SBPQ 2009, USP São Carlos, p.571-582.
- Florio, W.; Tagliari, A. 2008. O uso de cortadora a laser na fabricação digital de maquetes físicas : The use of a laser cutter in the manufacture digital models of physical. Anais SIGRADI, La Habana, Cuba, p.256-263.
- Hanna, S.; Turner, A. 2006. Teaching parametric design in code and construction: Enseñando Diseño paramétrico en código y construcción. Proceedings of SIGRADI, Santiago de Chile, Chile, p. 158-161.
- Hernandez, C. R. B. 2004. Parametric Gaudi. SIGRADI, Porto Alegre, Brasil, p.213-215.
- Kolarevic, Branko (Ed.). 2003. Architecture in the digital age: design and manufacturing. New York: Spon Press.
- Hardy, S. 2011. Parametricism: Student Performance Criteria (SPC). Proceedings of ACADIA 2011. University of Nebraska, Lincoln, USA.
- Herrera, P. C. 2009. Patrones y convenciones en el uso de Rhinoscripting. Anais SIGRADI, São Paulo, Brazil, p.340-342.
- Tagliari, A.; Florio, W. 2009. Fabricação Digital de Superfícies: Aplicações da Modelagem Paramétrica na Criação de Ornamentos na Arquitetura Contemporânea. Anais SIGRADI, São Paulo, Brazil, p.77-79.
- Vincent, C. C.; Nardelli E. S.; Nardin, L. R. 2010. Parametrics in Mass Customization. Anais SIGRADI, Bogotá, Colombia, p. 236-239.