

Parametrização e fabricação como ferramentas para o avanço do processo de projeto

Parameterization and manufacturing as tools for advancing the design process

Mateus van Stralen

Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.
mateus.stralen@gmail.com

Ana Paula Baltazar

Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.
baltazar.ana@gmail.com

Marcus Bernardo

Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.
mv.augustus@gmail.com

ABSTRACT

This article discusses the experience of a design course at the School of Architecture at Universidade Federal de Minas Gerais, Brazil, based on the principles of kinetic architecture, parametric design and digital fabrication, together with a proposal for a breakthrough in the design process. The article is written by the two professors of the course, who drafted and conducted the proposal with a group of 14 students, along with a researcher who participated in the critical analysis of the course and the students' work.

KEYWORDS: Processo de projeto; Parametrização; Fabricação digital; Arquitetura Cinética.

Este artigo discute a experiência de uma disciplina de projeto no curso de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), baseada nos princípios de arquitetura cinética, desenho paramétrico e fabricação digital, somados a uma proposta de avanço no processo de projeto. O artigo é escrito pelos dois professores da disciplina, que elaboraram e conduziram a proposta com um grupo de 14 estudantes, juntamente com uma pesquisadora que participou da análise crítica da disciplina e dos trabalhos apresentados pelos estudantes. Primeiramente introduzimos a proposta da disciplina e sua condução e em seguida apresentamos a análise crítica da disciplina à luz das discussões sobre processo de projeto, apontando parametrização e fabricação digital como possibilidades de superação do paradigma formal visando abertura para intervenção dos usuários.

O objetivo da disciplina foi permitir aos alunos investigar o potencial de novos processos de projeto, de parametrização e fabricação a partir do uso de componentes cinéticos na arquitetura. O desafio proposto aos estudantes foi o de elaborar um projeto a partir do conceito de arquitetura cinética, que tem o movimento como princípio estruturador. Ou seja, estava

explícito desde o início a demanda de um produto que não fosse estático, acabado, mas que mantivesse algum tipo de abertura durante o uso. Estabeleceu-se assim, ainda que implicitamente, a demanda pela investigação da possibilidade de continuidade entre projeto, construção e uso. O processo foi dividido em três módulos distintos: módulo de pesquisa, módulo de projeto paramétrico e prototipia e módulo de fabricação. No módulo de pesquisa foi proposto um seminário com temas relacionados aos conceitos de arquitetura cinética, design paramétrico e fabricação digital. Este seminário visou fomentar a discussão em torno do potencial de novas práticas projetuais, novas formas de fabricação e o papel do arquiteto frente a estas novas possibilidades. No segundo módulo os alunos se dedicaram ao projeto de objetos arquitetônicos cinéticos, desenvolvendo também protótipos que simulassem o funcionamento dos mesmos e detalhando seus processos de fabricação. No terceiro módulo a turma se juntou para fabricar dois projetos escolhidos.

No módulo de pesquisa os alunos foram separados em grupos com temas de pesquisa distintos: arquitetura cinética, parametrização, fabricação digital, sistemas pantográficos e estruturas articuláveis. Os alunos

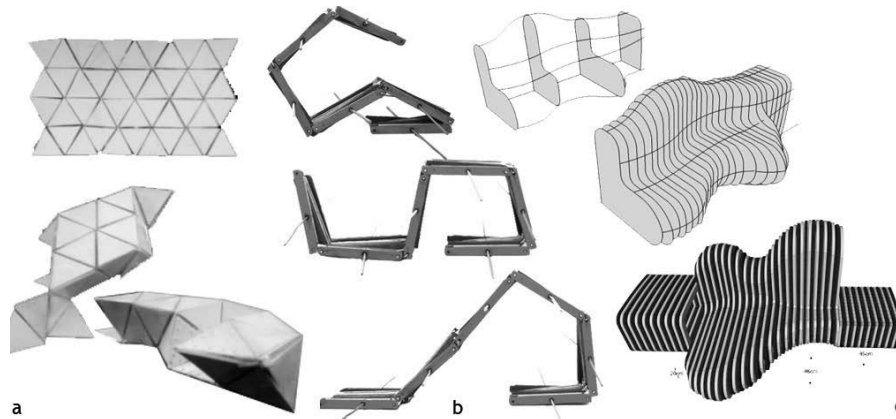


Fig. 1a. Malha de triângulos. Fig. 1b. Mobiliário multi-articulado. Fig. 1c. Banco articulado

conseguiram levantar um repertório de funções no contexto de diferentes sistemas de movimentação. Tal repertório foi posteriormente apropriado nos projetos como parâmetros de mobilidade e conformação geométrica. Ainda nessa primeira etapa foram apresentados aos alunos alguns softwares de design paramétrico como o Rhinoceros em conjunto com o plugin Grasshopper e de simulação como o Sketchup physics. O uso destes softwares não foi colocado como premissa para o desenvolvimento dos projetos, já que o objetivo da disciplina não era reproduzir práticas de parametrização já estabelecidas, mas sim investigar o potencial da parametrização no design, fabricação e uso de objetos arquitetônicos cinéticos. É importante ressaltar o foco da disciplina na produção de arquitetura cinética, sendo que parametrização e fabricação digital foram vistas durante todo o processo como possíveis ferramentas para viabilizar tanto projeto quanto produção de tal arquitetura.

Finalizando o primeiro módulo da disciplina os professores apresentaram três exemplos de metodologia de projeto paramétrico e de fabricação usados atualmente. O primeiro exemplo foi o processo de projeto utilizado na empresa *designtoproduction* (Scheurer e Walz) para materializar obras formalmente complexas como as de Zaha Hadid. O segundo exemplo foi uma síntese dos processos de produção descritos no livro *Materializing Design: Architecture in the Digital Age* (Kolarevic, 2003), ressaltando principalmente a capacidade de o projeto inteiro responder coerentemente a variações particulares no decorrer do processo quando todas as etapas do projeto são explicitamente definidas de antemão por meio de funções. Finalmente foram apresentadas técnicas de fabricação não convencionais usadas pelo laboratório CAST que explicita que a fabricação de estruturas complexas pode ser também realizada por meio de técnicas manuais. A discussão feita a partir dos exemplos ressaltou o fato de ambas as técnicas de fabricação — digitais e manuais — alcançarem resultados formais muito próximos, apontando, assim, para a necessidade de explorar o potencial da fabricação digital além da forma.

No segundo módulo, os alunos desenvolveram seus projetos explorando o potencial do movimento no sentido de amplificar a capacidade do projeto responder a novos parâmetros de uso em tempo real. Como o movimento era uma questão central no desenvolvimento das propostas, a investigação de novas formas de simulação foi necessária para possibilitar o estudo da relação entre espaço, tempo e deslocamento. Essas simulações foram feitas tanto digitalmente, usando programas de modelagem gráfica, quanto fisicamente, por meio de protótipos de funcionamento, total ou parcial, dos mecanismos dinâmicos. Esses protótipos também serviram para o estudo das possíveis maneiras de fabricação e montagem dos objetos arquitetônicos.

Ao final desse segundo módulo foi solicitado que todos os alunos apresentassem para uma banca — composta pelos autores deste artigo — o projeto desenvolvido, os protótipos funcionais, os processos de fabricação e montagem escolhidos e a planilha de custo. Os projetos foram fundamentalmente embasados pelos protótipos funcionais, ainda que parciais, dos sistemas de movimentação propostos. A banca fez considerações sobre cada um dos projetos e, no final da análise crítica, o grupo elegeu duas propostas para serem construídas na terceira etapa da disciplina. O primeiro projeto eleito (fig.1a) foi desenvolvido predominantemente por meio de prototipagem física através das manipulação de sucessivos protótipos de complexidade progressiva. Os primeiros protótipos focavam nos parâmetros formais da manipulação de diferentes malhas geométricas. Em sua versão final a malha era constituída por triângulos retângulos idênticos, sendo que técnica construtiva, aspecto material e interação entre as peças foram desenvolvidos através da construção de dois protótipos em tamanho real e material rígido semelhante ao que seria usado em sua produção. O problema central a ser resolvido era a conexão por meio do velcro, que não suportava grandes esforços. Já o segundo projeto eleito (fig. 1b) foi desenvolvido predominantemente por meio de modelagem digital. Constituía-se de um mobiliário composto de hastes articuladas que além de conformarem desde banco a cobertura, retraíam ou expandiam para acomodar diferentes demandas.

No final do processo foi construído um protótipo físico miniaturizado que mostrou alguns problemas relativos à execução: o protótipo não correspondia perfeitamente ao modelo gerando folgas nas articulações, o que o grupo julgou ser solucionável no momento da fabricação propriamente dita. E por último é importante citar um terceiro projeto (fig. 1c), desenvolvido exclusivamente em meio digital, mesmo que seu protótipo não tenha sido escolhido para desenvolvimento. Tratava-se de um banco composto de placas articuladas por um eixo que permitia rotacioná-las para duas posições gerando configurações de uso diversas. Como os parâmetros escolhidos para o desenvolvimento do projeto foram centrados nos aspectos formais do objeto, deixando de lado parâmetros de fabricação — espessura, tamanho e otimização no uso das chapas — e parâmetros mais abrangentes de uso, a fabricação do objeto tornou-se virtualmente inviável.

No terceiro módulo da disciplina os alunos foram separados em dois grupos responsáveis pela fabricação dos objetos. Em um primeiro momento os grupos se reuniram para discutir possíveis mudanças e adaptações nos projetos e no processo de fabricação. A ideia era que todos no grupo se sentissem co-responsáveis pelo bom andamento do processo e não somente como executores de propostas escolhidas. No projeto da malha de triângulos o grupo deliberou sobre o tipo de material a ser utilizado na fabricação do objeto final, já que o material utilizado no protótipo não resistiria ao uso em áreas externas, julgado relevante pelos alunos. Ao final da discussão o grupo resolveu o problema através da impermeabilização dos triângulos com o uso de massa plástica e pintura esmalte. O velcro utilizado para unir os triângulos também foi trocado por um mais resistente para permitir que a malha suportasse mais peso. Como os processo de fabricação e de montagem já tinham sido testados e aperfeiçoados nos vários protótipos os alunos não encontraram grandes problemas nesta etapa, mas tiveram dificuldade na etapa de pintura e impermeabilização que ainda era um experimento novo. O objeto final foi disposto no gramado do pátio central da escola de arquitetura e deixado à disposição dos estudantes. A malha de triângulos foi rapidamente

apropriada e transformada em espaço de descanso e de recreação, tendo sua forma alterada para atender a diversas situações de uso.

O segundo grupo teve grande dificuldade durante todo o processo de prototipagem e fabricação. Desde a execução das primeiras peças surgiram vários problemas relativos aos materiais utilizados, ao processo de corte e às técnicas de montagem. A exatidão necessária para que os encaixes funcionassem era milimétrica, portanto incompatível com as ferramentas a que tinham acesso. As folgas contribuíram para a sobrecarga dos nós e o material utilizado não suportou os esforços. Esse problema impediu que outras questões, como o equilíbrio da forma nas posições verticais, fossem estudadas. Como o primeiro protótipo não foi feito com materiais e escala adequados, os alunos não conseguiram antecipar os problemas na fabricação, o que levou à produção de um objeto que se assemelhava a um protótipo parcial. O objeto foi disposto no pátio e, devido à sua fragilidade, só foi apropriado como escultura cinética, tendo sua forma manipulada pelos transeuntes de diversas maneiras.

Ficou claro, quando do acompanhamento do desenvolvimento dos trabalhos na disciplina, que houve a reprodução de uma série de procedimentos usuais no campo da arquitetura, sem que fossem questionadas suas premissas. O caso do terceiro projeto citado (fig. 3), por exemplo, ilustra bem a reprodução irrefletida de um processo de projeto manual em um meio digital. Ainda que o objetivo fosse a produção de um objeto arquitetônico cinético, a parametrização foi limitada pelo paradigma formal, sem considerar a possibilidades da parametrização como ponte entre projeto e fabricação. Nesse projeto, não foi nem sequer cogitada a parametrização para aproveitamento da chapa a ser usada na fabricação. Também não foi considerada a ponte entre projeto e uso. As possibilidades de reconfiguração eram extremamente limitadas. Ainda que houvesse interação do usuário, o objeto teria que ser totalmente desmontado para uma nova montagem. Os parâmetros não permaneceram como variáveis nem durante o processo de projeto nem para o objeto em uso.

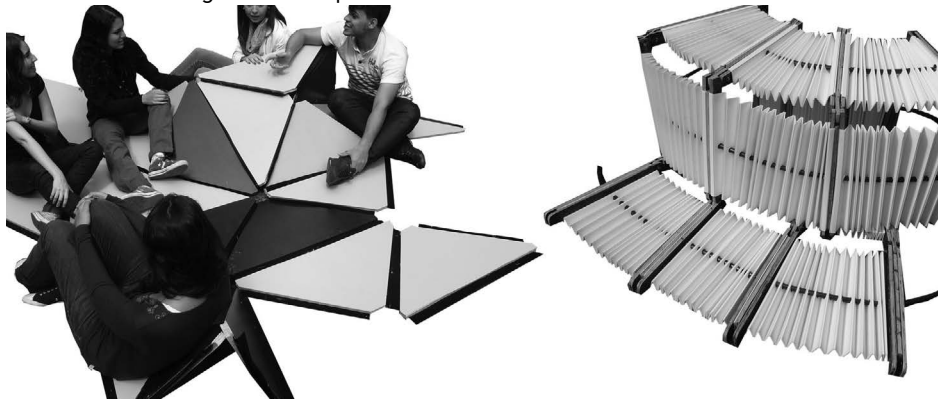


Fig. 2. Malha triangular e Mobiliário multi-articulado em uso.

Houve uma grande dificuldade dos alunos em mudar radicalmente o processo de projeto, quebrando com a noção de projeto expressa por Lebbeus Woods (1996, 279) como “*um meio de controlar o comportamento humano e manter esse controle no futuro*”. Ainda que todos tivessem como horizonte a produção de um objeto que incorporasse movimento, promovendo a continuidade entre projeto, construção e uso, o controle do processo de produção e do uso do objeto prevaleceu na maioria dos casos.

Mesmo que projeto paramétrico e fabricação digital questionem o afastamento entre projeto e construção fundado no Renascimento, ainda não superaram o paradigma formal e de controle do arquiteto. Como aponta Arlindo Machado, toda tecnologia nasce velha, pois é criada para responder à situação existente. Contudo, vai morrer velha se não for discutida a partir de seu próprio potencial para avançar uma situação presente. Assim, precisamos repensar o *Digital Master Builder*, de que fala Branko Kolarevic (2003, 55–62). Esse profissional tem sido apenas o próprio arquiteto, como inventado no Renascimento, só que com um controle ainda mais preciso de sua produção intelectual e da subordinação do trabalho de produção (automatizado e alienado). Se por um lado a entrada das ferramentas digitais para parametrização e fabricação na arquitetura parece questionar o paradigma renascentista-moderno, por outro, não tem feito muito mais que reproduzir sua lógica formal com mais precisão, controle e possibilidades de experimentação.

Michael Speaks (1998, 30) nos mostra que o processo de projeto contemporâneo é pautado pelo que “*está à mão*”. Contudo, segundo ele, o que está à mão para as vanguardas americanas é a forma, enquanto o que está à mão para os pós-vanguardistas holandeses é o cotidiano do espaço urbano. No Brasil, nossa tradição de projeto foi fortemente atrelada às vanguardas modernistas européias e americanas e atualmente ainda não abandonamos a reprodução da lógica formal. Ou seja, estamos dois passos atrás de um desenvolvimento ideal do processo de projeto. Num primeiro momento seria necessário superar a lógica formal e chegar no ponto em que se encontram os holandeses, para num segundo momento superarmos a lógica do projeto pronto, acabado, com controle total do arquiteto.

Em outras palavras, parametrização e fabricação digital apresentam potencial para desenvolver mais amplamente o que Lygia Clark já propunha nos anos 60 quando “*rejeitava a definição do artista como um criador endeusado, distanciado do espectador, que quando colocado frente a um trabalho que representa as necessidades poéticas que ele próprio é incapaz de expressar, permanece completamente passivo. Ao contrário, Clark passa a responsabilidade da autoria do trabalho para o espectador, para que ele não mais se comporte como tal, redescobrando sua própria poética e*

tornando-se sujeito de sua própria experiência.” (Fundació Antoni Tàpies)

O projeto da malha triangular (fig.1a) propõe o compartilhamento da autoria com o usuário, que tem a possibilidade de reconfigurar a malha segundo suas demandas de uso. O processo de projeto dessa malha mostrou a possibilidade de trabalhar parâmetros de configuração espacial a partir da abertura do objeto para o uso e ao mesmo tempo mostrou a limitação de se fazer isso sem explorar o potencial das ferramentas digitais. A escolha dos triângulos aconteceu num processo de parametrização manual, pela obviedade das possibilidades de articulação oferecidas pela triangulação. Uma investigação mais rigorosa dos parâmetros em ambiente digital certamente possibilitaria maior abertura para o desenvolvimento do projeto sem distanciá-lo de construção e uso. Ficou claro que tanto parametrização quanto fabricação digital são possibilidades para a superação do paradigma formal a caminho da abertura para intervenção dos usuários. Em suma, se tomadas em seu potencial, as ferramentas digitais podem voltar o foco do projeto para interfaces abertas à incerteza e não para produtos acabados.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer os alunos que participaram da disciplina e também às agências de fomento Fapemig, CNPq e FINEP, que financiam as pesquisas nas quais estamos envolvidos.

Referências

- Cast, Centre for architectural structures and technology. Acesso em setembro de 2012, de http://www.umanitoba.ca/cast_building/
- Fundació Antoni Tàpies. sem data. A presentation of Clark's work. Acesso em abril de 2008, de http://fundaciotapias.com/site/article.php?id_article=3058
- Kolarevic, B. (Editor) 2003. *Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing*. Londres: Spon Press.
- Scheurer, F. Walz, A. We realize complexity in architecture. Acesso em setembro de 2012, de <http://www.designtoproduction.ch/content/view/19/2/>
- Speaks, M. 1998. It's out there... the formal limits of the American avant-garde. Em, S. Perrella (Editor), *Hypersurface Architecture* (páginas 26–31). Architectural Design profile 133, London: Wiley, vol. 68, May/June.
- Woods, L. 1996. The question of space.. Em, S. Aronowitz and others (Editores), *Technoscience and cyberculture*. (páginas 279–92). New York: Routledge.