

## Parametrização para além do processo de projeto: experimentando aberturas para interação

Parametrization beyond the design process: trying out openness for interaction

**Maria Cecília Rocha Couto Gomes**

Lagear UFMG, Brasil  
mceciliarcgomes@gmail.com

**Ana Paula Baltazar dos Santos**

Lagear UFMG, Brasil  
baltazar.ana@gmail.com

**Guilherme Ferreira de Arruda**

Lagear UFMG, Brasil  
guiarruda.arq@gmail.com

**José dos Santos Cabral Filho**

Lagear UFMG, Brasil  
cabralfilho@gmail.com

**Luís Henrique Marques de Oliveira Silva**

Lagear UFMG, Brasil  
luish.s@hotmail.com

**Luiza Encarnação Diniz**

Lagear UFMG, Brasil  
luizaediniz@gmail.com

**Mariana Julia Souza Barbosa Lima**

Lagear UFMG, Brasil  
mariana.sb.lima@gmail.com

**Mateus de Sousa van Stralen**

Lagear UFMG, Brasil  
mateus.stralen@gmail.com

### Abstract

This paper discusses the use of parametrization and digital fabrication in architecture proposing a shift from increasing the architect's control over the final product (determinist paradigm), towards increasing users' interaction. It presents the design process of an experimental interactive object intended to meet the former discussion and test the limits and difficulties that might arise during the process. Such an object was developed by Lagear (UFMG), as a response to the exhibition Homo Faber: Digital Fabrication in Latin America, CAAD FUTURES 2015.

**Keywords:** Interactive object; Parametrization; Digital Fabrication; Representation; Interaction.

Este artigo discute as tecnologias de parametrização e fabricação digital como ferramentas para além do determinismo e do controle do designer sobre o produto final. Essa discussão salienta o potencial da parametrização para além do processo de projeto, em direção à interação dos usuários, inserindo-os nas decisões sobre os espaços. Para investigar a abertura à interação via parâmetros apresenta-se o processo de produção de um objeto interativo experimental. Desenvolvido no Lagear (Laboratório Gráfico para Experimentação Arquitetônica), esse objeto foi produzido em resposta ao convite da exposição "Homo Faber: Digital Fabrication in Latin America, CAAD FUTURES 2015", pioneira no mapeamento de práticas arquitetônicas e urbanas na América Latina (Sperling and Herrera, 2015).

Nas últimas décadas as ferramentas digitais têm sido fundamentais no campo da arquitetura para conceber, simular, representar, construir e documentar os edifícios. Parece haver a possibilidade de mudança de paradigma no processo de projeto convencional baseado no Renascimento, que separa concepção e construção, culminando com o desenho como o principal produto dos arquitetos. No entanto, ainda prevalece na produção da arquitetura a separação entre projeto, construção e uso, bem como dos envolvidos em cada uma dessas etapas. Mesmo que os produtos formais ganhem uma maior complexidade em suas volumetrias, ainda reproduzem fielmente, numa forma final cristalizada, as representações que lhes deram origem (Baltazar, 2012).

Com o uso das ferramentas digitais, considera-se um bom projeto aquele que descreve de maneira detalhada e rigorosamente o que deve ser reproduzido na obra, restringindo ao máximo as discrepâncias entre o que foi concebido e aquilo que se concretiza. Com isso, a escolha pela utilização de processos computacionais comumente se pauta na possibilidade de obter maior controle sobre as etapas e o resultado do projeto. Processos como o Building Information Modeling (BIM) e o desenho paramétrico associados ao uso de ferramentas de fabricação digital tendem a criar uma ligação direta entre a representação digital e sua materialização física. Esta ligação direta entre projeto e fabricação, que Kolarevic (2003) chama de contínuo digital, já é um processo comum na indústria automotiva, aeroespacial e na construção de navios. Porém, foi somente na última década que os avanços nas tecnologias CAD e CAM impactaram a produção arquitetônica. Neste processo contínuo, o arquiteto passa a determinar todo o desenvolvimento, retomando a posição de controle central própria da tradição renascentista.

Sob o ponto de vista do usuário, a ênfase prescritiva no processo de produção arquitetônica acaba restringindo modificações nos espaços construídos. A cristalização do processo de projeto em um produto acabado e fechado reforça a preponderância do espaço concebido sobre o espaço vivido, ignorando a continuidade do projeto e sua construção durante o uso (Baltazar, 2012). Sob o aspecto construtivo, a vontade de se obter uma correspondência

exata entre representação e objeto construído acaba aumentando o controle sobre ambos, racionalizando e compatibilizando todas as etapas e ignorando que a transposição entre a representação e o objeto acabado seria naturalmente permeada por fatores objetivos e subjetivos que modificariam o resultado final (Stralen; Cabral Filho; Baltazar, 2014). Isso implica um processo de construção cada vez mais alienado, reduzindo as possibilidades de o trabalhador interferir criativamente (Ferro, 2006).

Dessa forma, apesar de configurar processos e resultados mais complexos e informados, o uso das ferramentas digitais acaba colaborando para a manutenção do controle daquele que projeta e, além disso, da tradição formalista na arquitetura. Nesse sentido, pode-se fazer um importante paralelo com a produção renascentista, em que o projetista, por meio de desenhos codificados, passa a ter maior controle sobre as construções distinguindo-se dos meros artesãos, obtendo maior importância social e servindo às camadas mais privilegiadas. Por outro lado, o construtor passa a ter seu trabalho alienado e explorado para extração de mais valia, reproduzindo no canteiro de obras desenhos pré-concebidos. Ou seja, instaura-se a divisão do trabalho intelectual e braçal e o desenho como instrumento de dominação (Ferro, 2006). Atualmente o uso das ferramentas digitais não se distancia muito disso: têm sido utilizadas em grandes projetos de modo a garantir a elaboração de formas complexas em edifícios extraordinários, na maioria das vezes configurando um estilo de determinado arquiteto e mantendo a alienação dos trabalhadores da construção. Apesar de em alguns casos visarem melhoria de qualidades ambientais, essas formas acabam fortalecendo a noção de autoria sobre os projetos e alimentando o modo de produção capitalista de espaços.

Se, por um lado a parametrização tem sido utilizada como ferramenta para ampliar o controle do arquiteto sobre o espaço ou objeto, produzindo formas cristalizadas, por outro lado possui um potencial pouco explorado para fabricação de estruturas móveis, flexíveis e adaptáveis, cujo processo de produção seria continuado entre a concepção e o uso, tornando os produtos mais abertos às contribuições de eventos posteriores (Stralen, Baltazar e Bernardo, 2012). Essa seria uma possível mudança de paradigma, pelo fato de a representação, nesse caso, não esgotar em si mesma as possibilidades daquilo que será construído. Além disso, uma possibilidade de explorar esse potencial é focar na interação, propondo produtos que sejam de fato processos contínuos e capazes de integrar diferentes etapas entre concepção e uso. A parametrização é promissora no processo de concepção de interfaces, uma vez que abre possibilidades para que parâmetros sejam manipulados pelos usuários. A cadeia de relações geométricas que caracteriza o processo paramétrico pode ser manipulada sem que se perca a consistência do conjunto. Neste processo os objetos não são mais desenhados, mas sim programados a partir das relações entre diversos parâmetros.

Esta nova forma de pensar o processo de projeto abre perspectivas interessantes, pois permite que os parâmetros

sejam alterados em qualquer etapa do processo, sem a necessidade de se refazer todos os passos já realizados. Tal abordagem propõe uma arquitetura pautada na problematização de situações e em sua continuidade com os usuários, de forma dialógica. Trata-se, portanto, de uma exploração no sentido de engajar os próprios usuários no processo de projeto durante o uso, tornando-os agentes e responsáveis pelos espaços que habitam.

A arquitetura interativa aponta nesse sentido, embora de maneira ainda modesta, muitas vezes sem questionar os processos convencionais, e, principalmente, criando mecanismos que são majoritariamente apenas reativos. O ponto fundamental que ainda carece de avanços é a relação dialógica entre usuários e espaços (ou objetos), de modo a favorecer o surgimento de novas informações e possibilitar uma maior abertura para interações inusitadas das pessoas entre elas e com os espaços (objetos). As interações reativas certamente não promovem essa reciprocidade, ficando restritas à mera ação e reação. (Baltazar, 2012; Flusser, 1999; Haque, 2006).

Nesse sentido, deve haver um repertório de parâmetros que posteriormente serão manipulados durante o uso. A parametrização passa a ter maior relevância para a interação do que para a representação, ou seja, parâmetros são concebidos para ampliar possibilidades do espaço vivido (para usar o termo de Lefebvre, 1991) e não reproduzindo o processo convencional de projeto de espaços concebidos sob controle do designer. Dois exemplos ilustram essa possibilidade de abertura de parâmetros no espaço vivido, mesmo sem utilizar parametrização na concepção/representação. São eles a Casa Schröder, de Gerrit Rietveld, e o Fun Palace, de Cedric Price.

A Casa Schröder foi projetada por Gerrit Rietveld junto com a Sra. Schröder em 1924, visando um espaço que comportasse diferentes usos ao longo do tempo. Deveria haver, por exemplo, espaço suficiente para os três filhos brincarem durante o dia e também a possibilidade de fechar os cômodos durante a noite. Para isso, foram feitos ambientes que se articulam de maneiras variáveis, por meio de painéis deslizantes. Foi demandado também que todos os cômodos tivessem conexão com o exterior, além de ponto de aquecimento, visando garantir a possibilidade de independência dos cômodos com relação à casa. Isso possibilitou, por exemplo, que Rietveld mais tarde mudasse seu escritório para um dos cômodos do andar térreo, sem interferir na dinâmica da casa e sem que isso estivesse previsto no projeto original. Pode-se compreender que, dessa forma, a casa contém um repertório de parâmetros que se modificam conforme a interação dos moradores no momento e ao longo do tempo.

Por sua vez, o Fun Palace foi proposto por Cedric Price em 1960, junto a Joan Littlewood, que pretendia revolucionar a estrutura convencional do teatro com estruturas móveis a serem organizadas pela interação dos usuários. Embora não tenha sido construído, propunha um sistema modular interativo que se reorganizaria em resposta à interação dos usuários ou por movimento programado caso ninguém

interferisse em sua disposição por um determinado tempo. Price defendia que o arquiteto deveria desenvolver sistemas que trouxessem as relações sociais para o primeiro plano, através da flexibilidade e da interação. Seus conceitos (Price, 1996) de “value-free” e de arquitetura “of enabling” partem de um questionamento da produção arquitetônica modernista da época, propondo uma abertura para que os usuários dessem significado à arquitetura enquanto a completassem temporariamente.

Em ambos os casos, não estava sendo questionada exatamente a representação como paradigma, isso nem era tocado na época. Ainda assim, as propostas de Rietveld e Schröder e Price e Littlewood podem ser lidas como produções críticas de tal paradigma. O projeto de parâmetros para interação serve de exemplo para uma arquitetura que tenha de fato uma relação dialógica com os usuários.

Os dois exemplos apontam também para uma distinção importante entre interface e interação. Uma interface reativa simples pode promover uma interação dialógica, enquanto uma interface tecnicamente complexa que aprende e modifica sua resposta (output) em decorrência da interação dos usuários pode não chegar a promover o diálogo entre as pessoas e das pessoas com a interface. Contudo, a complexidade da interface não significa fechamento para o diálogo. Por exemplo, a Casa Schröder é uma interface reativa, mas possibilita uma interação dialógica por meio das mudanças de seus parâmetros durante o uso. Já o Fun Palace é uma interface complexa com movimento programado, mas também possibilita o diálogo durante a interação. Assim, é importante entender que não é preciso que a interface seja complexa, mas que possibilite a abertura para que a interação entre as pessoas e delas com a interface seja dialógica.

Para aprofundar a discussão da arquitetura como interface aberta a interações complexas, o Lagear vem conduzindo experimentos com o intuito de juntar a parametrização para interação e a abordagem crítica do uso das tecnologias digitais (em desenvolvimento desde 1993). O objeto interativo para a exposição Homo Faber: Digital Fabrication in Latin America, foi desenvolvido no intuito de avançar tal discussão.

## O objeto do Lagear para a exposição Homo Faber



**Figura 1:** Objeto na exposição Homo Faber: Digital Fabrication in Latin America.

O objeto produzido consiste em um conjunto de peças encaixáveis, interligadas internamente por fios de nylon, sistema que se baseou no brinquedo “vaquinha mole-mole”. Tais fios são conectados a um motor servo fixado abaixo da base do objeto fazendo com que a estrutura se movimente sendo tensionada e distensionada (Figura 1; Figura 2). Tal estrutura inicial pode receber peças encaixáveis complementando-a. Assim, a estrutura se sustenta e possibilita que os usuários modifiquem seus parâmetros ao encaixarem as outras peças interferindo tanto em sua forma como em seu comportamento.

A produção do objeto contou com dois processos: um para a base, onde se encontram os componentes que controlam o movimento; e outro para o esqueleto, que consiste nas peças, as estruturadas pelos fios e as encaixáveis. No caso da base, a produção envolveu a programação de um código no microcontrolador Arduino que integra um sensor de distância ao motor, com parâmetros facilmente modificáveis, tais como a distância dos usuários para acionar o sensor e o ritmo de movimento do motor. Já as peças do esqueleto foram concebidas no software Rhino, usando os algoritmos de modelagem do Grasshopper, e fabricadas em uma impressora 3D, o que possibilitou, ao longo do processo, inúmeros testes, facilitando a investigação das formas apropriadas para o movimento pretendido.

A interação com o objeto foi concebida da seguinte maneira: inicialmente a estrutura se mantém em movimento pulsante para chamar a atenção dos passantes. Uma vez que alguém se aproxima do objeto, um sensor de distância (sonar PING) desativa os motores, estabilizando a estrutura. Peças semelhantes às da estrutura ficam dispostas na base do objeto de forma que os passantes podem encaixá-las no objeto, modificando e compondo uma outra forma a partir da estrutura inicial. Uma vez que as pessoas se afastam, os motores são ativados novamente, movimentando a estrutura alterada que passa a ter um novo comportamento.

Podem ser feitas, portanto, duas observações a respeito do objeto, uma sobre o processo de produção e outra sobre seu potencial para a interação do público. Quanto à produção, a divisão em partes, a facilidade de testes individuais e a grande variedade de peças fabricadas (Figura 3) fizeram com que fosse dada muito mais atenção a detalhes individuais, retardando um teste do conjunto. Outro problema, decorrente desse primeiro, foi lançar mão da parametrização no processo de projeto das peças, sem que essas pudessem ser alteradas no uso. Ainda que o objeto tenha sido concebido para que fosse alterado, as peças foram todas produzidas sem incorporar tal princípio. Um terceiro problema, de cunho técnico, foi que apesar de o laboratório ter experiência com os componentes eletrônicos (Arduino, motor servo e sonar), quando atuando em conjunto para o acionamento do objeto, tais componentes acabaram comportando de forma inesperada desencadeando uma grande dificuldade para sua

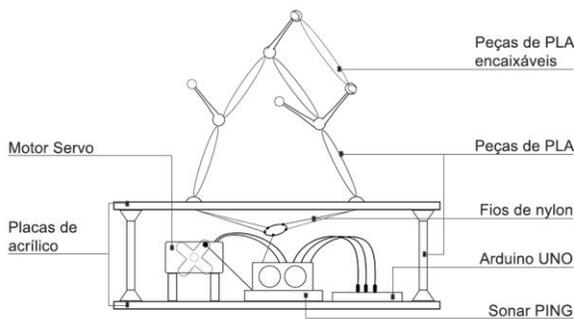


Figura 2: Elevação esquemática do objeto.

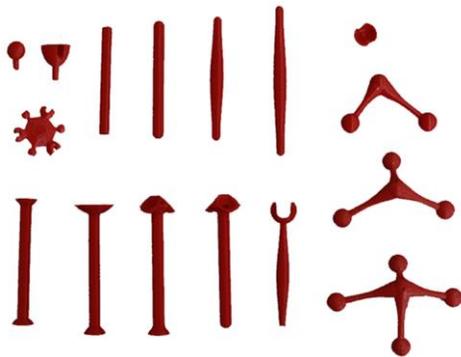


Figura 3: Variedade de peças produzidas durante os testes.

compatibilização. Ou seja, o tempo gasto para refinar as peças individuais e para solucionar o funcionamento do sistema eletrônico fez perder de vista a possibilidade de antecipar a prototipagem do objeto como um todo e de explorar a parametrização das peças. Os testes ficaram muito restritos aos detalhes e a interação dialógica, embora presente na concepção, acabou sendo pouco explorada.

Sobre a interação do público, analisando o contexto da exposição, percebe-se que a maioria das obras expostas

tinha caráter contemplativo, assim como o desenho da exposição. Os objetos foram expostos mais para o centro das mesas, e imagens produzidas pelos grupos ocupavam a parte da exposição mais próxima do público (Figura 1). Assim, os visitantes assumiam uma postura contemplativa e também tinham certa dificuldade em alcançar o objeto para interagir. Contudo, o desenho da exposição não foi totalmente determinante para a pouca interação do público com o objeto. Apesar de o objeto se mover convidando as pessoas a interagirem e de existirem peças soltas a serem encaixadas reconfigurando-o, houve dificuldade em despertar o engajamento do público.

Ainda assim, o objeto tem potencial para promover uma relação dialógica, já que ao estender o controle de seus parâmetros para o uso, é possível que o usuário interfira no seu comportamento e este, por sua vez, influencie na interação do próximo usuário. Não há, dessa forma, um controle de quem desenhou o objeto sobre sua performance uma vez que os usuários têm liberdade para modificar seus

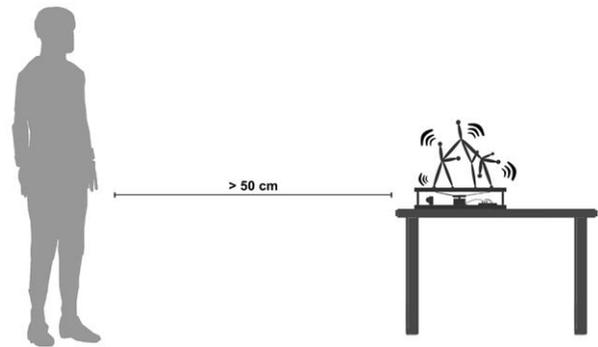


Figura 4: Distância mínima dos passantes para que o objeto se mantenha em movimento.

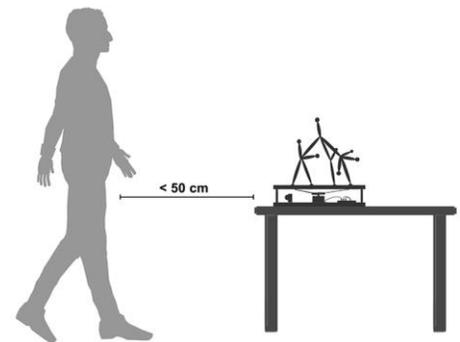


Figura 5: Aproximação do passante estabilizando a estrutura para interação.



**Figura 6:** Interação por meio de reformulação do objeto com as peças avulsas.

parâmetros durante a interação, criando novas informações impossíveis de terem sido previstas anteriormente.

Contudo, tal potencial dialógico não se efetivou na exposição Homo Faber. Ao observar a interação das pessoas com o objeto na exposição, ficou evidente a prevalência da interface sobre a interação. Ou seja, o objeto enquanto interface tem uma complexidade a caminho do dialógico. Por um lado, tem características reativas, por exemplo, quando reage à presença de passantes (o sensor de distância faz com que o movimento do objeto pare); por outro lado, tem características proativas (Oosterhuis, 2002), por exemplo quando mantém o movimento de tensionamento e distensionamento da estrutura principal surpreendendo os visitantes (Figura 4; Figura 5 e Figura 6). Mas tais características não foram suficientes para engajar os visitantes da exposição numa interação dialógica com o objeto ou entre si. Dessa forma, a interação ficou empobrecida.

O processo de concepção, produção e exposição do objeto foi bastante rico para avançar as discussões do laboratório e delimitar novas frentes a serem melhor investigadas, como por exemplo a continuidade da parametrização da interface na interação. No caso do objeto aqui apresentado, as peças podem ser concebidas com materiais maleáveis ou com possibilidades de reestruturação no uso. O que foi feito se assemelha ao LEGO, que assim como a casa Schröder, prevê um repertório de peças prontas a serem manipuladas pelos usuários. O intuito da investigação, contudo, é que seja possível avançar na direção da complexificação da interface visando a naturalização de uma interação dialógica, tal como apontado pelo Fun Palace, mas que tenha em seu repertório a possibilidade de incorporar o comportamento dos materiais e mudanças estruturais. Vislumbramos assim, uma atuação

mais responsável do arquiteto que envolve o usuário em um processo de construção contínuo aberto à indeterminação.

## Agradecimentos

Agradecemos à FAPEMIG, Capes, CNPq, Finep, Pró-Reitoria de Pesquisa da UFMG por suas bolsas e financiamentos às pesquisas e a David Sperling pelo convite para a participação do Lagear na exposição Homo Faber.

## Referências

- Baltazar, A. P. (2012, December 8). Beyond representation: possible uses of new media in architecture. VIRUS [online]. Retrieved from: <<http://www.nomads.usp.br/virus/virus08/?sec=4&item=1&lang=en>>. [Accessed: 25 January 2016].
- Ferro, S. (2006). *Arquitetura e trabalho livre*, São Paulo: Cosac Naify.
- Flusser, V. (1999) Design: obstacle for/to the removal of obstacles. In: *The shape of things: a philosophy of design*. Reaktion, London, pp. 58–61.
- Haque, U. (2006, August). Architecture, interaction, systems. AU: *Arquitetura & Urbanismo*, 149, 68-71. Retrieved from: <<http://www.haque.co.uk/papers/ArchInterSys.pdf>>. [Accessed: 25 January 2016].
- Kolarevic, B. (Editor). (2003). *Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing*. Londres: Spon Press.
- Lefebvre, H. (1991). *The production of space*. London: Blackwell.
- Oosterhuis, K. (2002, November 22). Lecture at the Building Centre, London.
- Price, C. Life-conditioning. (1996). *Architectural Design*, Londres, 36, p.483.
- Sperling, D.; Herrera, P. C. (Eds.). (2015). *Homo Faber: digital fabrication in Latin America CAAD futures 2015> the next city*. São Carlos: Instituto de Arquitetura e Urbanismo, 136p. Retrieved from: <[http://www.fec.unicamp.br/~celani/caadfutures\\_2015/homofaber\\_catalogue.pdf](http://www.fec.unicamp.br/~celani/caadfutures_2015/homofaber_catalogue.pdf)> [Accessed: 01 February 2016].
- Stralen, M.; Baltazar, A. P.; & Bernardo, M. V. (2012). Parametrização e fabricação como ferramentas para o avanço do processo de projeto. In: *Anais do XVI SIGraDi: A Investigação dos Processos de Forma(in)formação*, pp. 589–92.
- Stralen, M.; Cabral Filho, J. S.; Baltazar, A. P. (2014, December). O metaprojeto contra o controle por restrição na arquitetura. *Proceedings Of The XVIII Conference Of The Iberoamerican Society Of Digital Graphics - SIGraDi: Design in Freedom*, 403-407. <http://dx.doi.org/10.5151/despro-sigradi2014-0081>.