



Techne Digital **Santiago Albarracin**

Como citar esse texto: SANTIAGO, A. *Techne Digital*. **VIRUS**, São Carlos, n. 11, 2015. [online] Disponível em: <<http://www.nomads.usp.br/virus/virus11/?sec=4&item=8&lang=pt>>. Acesso em: dd mm aaaa.

Santiago Albarracin é arquiteto, com pós-graduação em *Design Paramétrico*. É docente na Cátedra de Análise Crítica da Arquitetura Moderna e Pós-moderna, da Universidade de Buenos Aires, Argentina.

RESUMO

Depois de mais de um quarto de século do advento da computação na arquitetura é hora de estabelecer novos desafios e problemas. Uma questão que sempre existiu ao longo desses anos, e especialmente na chamada "arquitetura paramétrica", é a forma como os projetos são concretizados, como é a transição entre o computador e o mundo físico. Hoje em dia, temos várias ferramentas para realizar a materialização de um projeto, mas para obter uma forma perfeita, que se mantenha firme, desperdice menos material possível, que o material seja adequado, são ainda fatos que muito poucas pessoas alcançam. Através do conceito de *techne* digital queremos analisar como escritórios de arquitetura realizam projetos de empresas de renome, nos quais formas complexas só são possíveis de representar graças a softwares paramétricos, e também detectar suas principais características e habilidades que as destacam de outras empresas. Resumidamente, este artigo tenta ampliar o conceito grego de *techne*, dentro do contexto contemporâneo digital e seus diferentes atores.

PALAVRAS-CHAVE

parametrização, *techne*, construção, material, expertise.

1. TECHNE DIGITAL

A verdadeira questão é a complexidade algorítmica como um novo modelo de matéria, forma e comportamento em uma escala geral. (KWINTER; PAYNE, 2008, p. 231)

O sistema digital estabeleceu domínio na arquitetura sendo momento oportuno para criar novas questões e obstáculos. Pesquisas recentes discutem como o digital e o virtual dentro arquitetura estão relacionados ao comportamento e desempenho do material, como a implementação de *grandes dados* para analisar e prever o comportamento de diferentes objetos. Este último está sendo utilizado para o desenvolvimento das *idades inteligentes* ou soluções altamente complexas onde vários fatores estão envolvidos.

Enquanto todas essas pesquisas estão sendo realizadas no mundo virtual, a questão que permanece é como materializar-las, como é o passo entre o computador e o modelo físico, e como podemos desenvolver a construção. Nos últimos vinte anos, tem sido visto um progresso significativo nestas questões pelas mãos de jovens escritórios de arquitetura que desenvolvem experimentos com cortadores a laser, máquinas de CNC e impressoras 3D utilizadas como ferramentas para materializar projetos digitais. Esses escritórios costumavam desenvolver soluções radicais em seus projetos, variando desde edifícios até instalações de arte. Prestar assessoria técnica é parte de seu trabalho também. Eles têm as habilidades e os conhecimentos necessários para determinar a forma mais eficaz para construir o objeto, uma vez que esses projetos, em geral, apresentam geometrias complexas; ou a partir de pesquisas para descobrir novos materiais; ou ainda instalações interativas além do espectro mais clássico da arquitetura.

2. RUMO A UMA TÉCNICA DIGITAL

O espaço virtual torna-se um palco para a especulação e reflexão, para testar, deformar, envolver, dar forma e incentivar sequências espaciais que de outra forma permaneceriam imagens gráficas estáticas. Através de sua natureza líquida, o espaço digital se tornou um parceiro no desenvolvimento de ideias e formas, não apenas como um convidado passivo de formas pré-concebidas ou formatos recomendados pelo software. (DOLLENS, 2002, p. 17)¹

Desde início dos anos noventa, o computador tem sido adotado como uma ferramenta de trabalho pela sua poderosa capacidade de desenvolver processos e cálculos complexos. A maioria dos usuários desses programas de computador, aproveitam esse potencial para enriquecer seus projetos. Através desta ferramenta o desenho e projeto de muitos edifícios foi possível, e, finalmente, construídos.

¹ Do original "El espacio virtual se convierte en un escenario para la especulación y la reflexión, para ensayar, deformar, envolver, dar forma, y animar secuencias espaciales que, de otro modo, permanecerían como imágenes gráficas estáticas. A través de su naturaleza líquida, el espacio digital se convierte en un colaborador del desarrollo de ideas y formas, no sólo en un huésped pasivo de formas preconcebidas o de formatos dados del software recomendado"

No começo, os designers ficaram surpreendidos pela facilidade em desenvolver formas livres, o que levou, em alguns casos, para um excesso ou abuso no uso dessas ferramentas.

Através da exploração da complexidade da arte digital ao longo destes anos, tem sido desenvolvida uma capacidade de sintetizar novos materiais e trabalhar com uma exatidão que não era possível até então. Isto levou a uma atualização e implantação de novas metodologias de projeto, muitas delas utilizadas de forma analógicas, possibilitando o surgimento do projeto de arquitetura por software paramétricos.

Techne, neste caso, não significa arte ou talento, muito menos técnica no sentido moderno; *techne* é o conhecimento, aí reside o verdadeiro significado da *techne*. *Techne* é um hábito intelectual, isso significa que é um princípio de conhecimento, o seu exercício leva a um tipo de conhecimento. *Techne* está buscando compreender além do que é estabelecido pela experiência. Este conhecimento tem superioridade, porque produz e ressalta tudo o que pode ser acessível, interpretável e inteligível; não é uma *techne* porque a sua produção implica habilidades técnicas, ferramentas e materiais, mas porque é o "conhecimento que questiona" e "faz dar certo".

Apesar de vermos na arquitetura muitas técnicas relacionadas às formas complexas, no momento de materializa-las os resultados não são os esperados. Ao longo destes vinte anos os resultados têm melhorado, apesar desses avanços ou soluções para materialização dos projetos terem sido encontradas em ambientes não relacionadas com o ambiente da arquitetura, mas sim na engenharia ou desenho industrial.

Esta revolução digital estabeleceu e se refere à arquitetura que sofre pela falta de um material representativo, como o ferro na revolução industrial, o concreto armado ou o vidro no chamado movimento moderno na primeira década do século XX. Todos estes projetos de uma matriz de *design* digital com formas complexas foram construídos com materiais tradicionais como tijolos, madeira, metal ou concreto. Isto condiz frequentemente a uma situação entre as telas de computador quando transpostas para o edifício acabado, não sendo tão fiel, e apresentar diferenças entre si.

A arquitetura precisa de mecanismos que lhe permita se conectar com a cultura. Para tal, constantemente usufrui das forças que moldam a sociedade como um material de referência. Por conta disso, sua materialidade é complexa, composta por forças visíveis e invisíveis. A arquitetura evolui baseada em novos conceitos que lhe permite se conectar com essas forças e se revelar em novas composições estéticas e novos efeitos. Estes novos efeitos permitem que ela estabeleça novas relações com a cidade. (KUBO; MOUSSAVI, 2006, p. 1)²

Há muito poucos edifícios construídos em plástico ou polímero que atingiram um bom acabamento, mas seu tamanho é muito limitado e seu custo é muito elevado, e por essas razões é complicado construí-lo em uma escala maior. Esta falta de um material representativo levou a busca de resultados similares com os materiais que estão disponíveis, gerando uma pesquisa profunda e rigorosa de suas propriedades físicas e análises de como eles podem se adaptar aos projetos em desenvolvimento. As propriedades dos materiais começaram a ser um novo "material" na fase de projeto, e suas propriedades são normalmente parte dos parâmetros que afetam todo o projeto.

Hoje em dia, a robótica e muitas máquinas fazem parte de um grupo de ferramentas que trabalham com metais e madeira. Estes processos são informatizados, trazendo a

possibilidade de alcançar a um acabamento muito preciso, levando em consideração os limites e estruturas das máquinas. No que diz respeito à parametrização digital, foi atingida uma capacidade de prever o comportamento de um material e sua reação frente a diferentes estímulos.

3. ADORADORES DIGITAIS

O arquiteto é um trabalhador com modo de produção condicionado pelas tecnologias digitais, mas seu desenvolvimento deve ser natural. Neste sentido, a programação de software é ao mesmo tempo o gênero mais importante da cultura contemporânea, e o campo privilegiado para novos confrontos de forças que org²anizam a produção de nossas sociedades." (PICON, 2009)³

Apesar dos escritórios de arquitetura aqui publicados aparentarem ser um modelo de técnica digital, eles não são nativos digitais, mas incorporaram a assinatura digital como distintivo de seus projetos, e como uma ferramenta inevitável, caso contrário, seria muito difícil de se realizar.

Esses escritórios nem sempre usam o mesmo software, nem tampouco possuem o mesmo perfil de profissionais, mas compartilham a capacidade de realizar projetos da melhor maneira possível; poderíamos dizer que eles são parte da vanguarda da arquitetura. Os perfis profissionais dos escritórios mais tradicionais que constroem em múltiplas escalas são uma característica singular, indo desde um pequeno grupo focado na pesquisa e estudo de novas metodologias de projeto aplicadas em seus trabalhos; até escritórios que recebem demandas de artistas, arquitetos, empresas, entre outros clientes, para desenvolver e realizar seus projetos e/ou design de projetos.

Os escritórios mais antigos costumavam ter uma equipe mais heterogênea, onde arquitetos, engenheiros, designers e programadores trabalhavam conjuntamente. Há ainda uma terceira opção, a mistura das outras duas, onde costumava-se ter uma composição arquitetônica mais clássica, com a construção de projetos próprios e realização simultânea de projetos externos.

Selecionamos para este trabalho quatro escritórios de arquitetura como modelo que recriam aspecto diferente das tecnologias digitais, são eles: SHoP architects, SO-IL, P.art (AKT II), y Aranda Lash.. É por esta razão que vamos revisitar seus projetos como exemplos claros de técnicas digitais, analisados em quatro categorias, como partes essenciais durante o processo de concepção e construção. As quatro categorias são: design, pesquisa, resolução e construção. A aparição de um projeto em uma

² Tradução livre do autor. No original: "La arquitectura necesita mecanismos que le permitan vincularse con la cultura. Para lograrlo, aprovecha continuamente las fuerzas que conforman la sociedad como material de trabajo. Y por ello, su materialidad es compleja, compuesta por fuerzas visibles e invisibles. La arquitectura evoluciona en base a nuevos conceptos que le permiten vincularse con esas fuerzas y manifestarse en nuevas composiciones estéticas y nuevos afectos. Son estos nuevos afectos los que nos permiten establecer nuevas relaciones con la ciudad." (KUBO; MOUSSAVI, 2006, p. 1)

³ Tradução livre do autor. No original: "El arquitecto es un trabajador cuyo modo de producción se ve condicionado por las tecnologías digitales, pero el desarrollo de éstas no tiene nada de natural. En este sentido, la programación de software es al mismo tiempo el género más importante de la cultura contemporánea y el terreno privilegiado para una confrontación de las fuerzas que organizan la producción de nuestras sociedades." (PICON, 2009)

categoria não significa que não foi considerada em outras, mas precisamente estas obras se destacam na categoria em que foram colocados.

4. DESIGN

Arquitetura como uma prática material é baseada principalmente em abordagens de design que são caracterizadas por uma relação hierárquica que prioriza a geração da forma sobre a sua materialização subsequente.⁴ (MENGES, 2006a, p. 79)

Dentro desta categoria, o que chama a atenção é a forma como o emprego destas novas tecnologias digitais incentiva o desenvolvimento e as primeiras ideias do projeto. Deve-se destacar a versatilidade e a grande variedade dos conceitos de projeto desenvolvidos na fase de concepção, impactando as fases seguintes, de uma forma não linear, com sucessivas avaliações.

Um dos projetos que incorpora o espírito da técnica digital e se concentra em como revitalizar e atualizar o uso de materiais tradicionais, dando um passo a diante na materialização digital, está em Nova York e é chamado Mulberry House, da SHoP Architects. Este projeto está localizado em uma área onde as normas de construção em vigor exigem que todas as fachadas sejam construídas em tijolo, como é por toda a área. Isto é respeitado, mas ao mesmo tempo a sua intenção é de descolar-se do passado ao decidir não repetir o ambiente, dando à fachada seu toque pessoal, através de suaves ondulações. A concepção dessa fachada em tijolo trouxe várias respostas às exigências do projeto, como respeitar o regulamento do edifício, maximizar o espaço através do painel modular usado por toda a fachada, reduzir a largura do muro e aumentar a superfície de habitação.

Heatherwick Studio, dirigida por Thomas Heatherwick, foi quem projetou o British Pavilion de Shanghai, em 2010. Este projeto foi concebido associadamente com a AKT, que tem um grupo de pesquisa chamado P.art, em português pode ser traduzido por Equipe de Pesquisa Paramétrica Aplicada. P.art se apresenta como um grupo de pesquisa que ao invés de pensar fora da caixa, decidiu jogar a caixa fora. As pesquisas deste grupo são parte da primeira fase da concepção até a fase de construção; seus trabalhos consistem na pesquisa de uma forma original, como construí-la, ou o que seria a maneira mais eficiente e econômica para construí-la, entre outras funções. Também estudam cada parâmetro que afeta o projeto e executam simulações e previsões de como ele se comporta.

O British Pavilion foi um projeto multi-premiado, e não apenas pela sua impressionante imagem e design, mas também pela qualidade com que foi concluída. O projeto se assemelha a um grande cubo, ou caixa, que é perfurado por tubos acrílicos em que cada um deles tem sementes de todo o Reino Unido. Estes tubos se movimentam, não são estáticos, durante o dia permitem a passagem de luz solar, e à noite se iluminam com a luz do interior. Este cubo está colocado sobre uma paisagem ondulada artificial

⁴ Tradução nossa. "Architecture as a material practice is mainly based on design approaches that are characterised by a hierarchical relationship that prioritises the generation of form over its subsequent materialisation." (MENGES, 2006a, p. 79)

onde as pessoas podem se deitar e descansar; abaixo dessa estrutura se realiza as atividades promocionais do pavilhão.

Aranda Lash surgiu em 1999, na cidade de Nova York, e é um escritório focado na pesquisa e materialização dos projetos. Ao contrário de seus colegas de Los Angeles, que imitam estruturas celulares e asas de insetos, Aranda Lash está mais interessado no processo do que no padrão. Em vez de se preocuparem com o material, a sua principal preocupação é por que o material assume um determinado estado e como eles poderiam melhora-lo. Esta característica os coloca a um passo além do outros. Apesar de ser um escritório onde a produção digital é forte, sua maneira de materializar e testar seus projetos é artesanal.

5. PESQUISA

Testes de performance digital são realizadas em colaboração com consultores externos. Isto envolve diferentes aplicações de softwares e sistemas operacionais, mas mais importante, cada um requer sua própria representação simplificada do modelo de entrada para suas rotinas de análise.⁵ (MENGES, 2006b, p. 46)

Esta etapa é muito próxima da fase de concepção, e muitas vezes elas se misturam, mas o importante aqui é a criação de um caminho para avançar da forma mais eficiente. Neste estágio questões sobre o material, a estrutura e contexto são importantes porque podem afetar o projeto.

Foreign Office Architects (FOA) ganhou uma competição para projetar uma loja do John Lewis, no centro da cidade de Leicester. Dentro da proposta, houve uma fachada coberta por um padrão de arabesco, inspirado em uma loja da marca localizada em Londres. P.art desenvolveu este projeto, e a proposta final foi que as imagens das fachadas permitissem que as pessoas no interior do centro comercial pudessem enxergar o lado de fora, mas ninguém do lado de fora pudessem ve-los. Este efeito é produzido graças à superposição desses padrões de forma alternada, colocados em uma camada dupla, conseguindo o efeito desejado.

Depois de três anos trabalhando em parceria com Mathew Ritchie, Aranda Lash, os engenheiros estruturais da Arup AGU e do Thyssen-Bornemisza Art Contemporary construíram o projeto The Morning Line. O projeto foi concebido como um anti-pavilhão, devendo ser uma ruína e um monumento ao mesmo tempo, um desenho de e no espaço, uma estrutura celular aberta. Iniciando a partir de um tetraedro truncado, em seguida reconfigurado em várias formatos arquitetônicos, em escalas de círculos fractais e então construído em diferentes tamanhos. O resultado é um espaço no qual se detecta a presença de pessoas e ao simultaneamente tocar diferentes músicas durante todo o tempo.

6. RESOLUÇÃO

Meu próprio modelo tenta postular matéria como organizador: material em primeiro lugar, em segundo a organização. Este modelo de composição arquitetônica exige uma mentalidade diferente do designer. (...) Pontos, linhas e planos vêm

⁵ Tradução nossa. "Digital performance tests are carried out in collaboration with external consultants. This involves many different software applications and operating systems, but more importantly each requires a different simplified representation of the model as the input to their analysis routines." (MENGES, 2006b, p. 46)

carregados com qualidades distintas em quantidades mensuráveis, como densidade, puxar, arrastar, tração, compressão, aceleração e porosidade. Estas qualidades e quantidades, ou propriedades, permitem que a geometria passa a ter um comportamento ativo, e não apenas representativo e passiva. (...) Matéria impulsiona organização como a física desenha o diagrama. (KWINTER; PAYNE, 2008, p. 237)

A promessa da categoria é principalmente focada em como resolver e construir o diferencial da proposta em sua fase de concepção. Esta fase ativa o ciclo entre a concepção e o objeto final.

SHoP Architects foram os primeiros a ganhar o prestigiado prêmio MoMA PS1 (Programa de Jovens Arquitetos, em inglês Young Architects Program - YAP) para jovens profissionais, oferecendo a possibilidade de projetar e construir um pavilhão para receber atividades no pátio do museu ao longo de todo. À primeira vista, a proposta vencedora, Dunescape at MoMA PS1, não tem nada que me chame a atenção, se comparado com os outros pavilhões construídos por grupo de estudantes ou em eventos públicos durante os últimos anos. O diferencial aqui é a data em que foi construído. Esse projeto foi construído em 2000, mais de dez anos atrás, com o uso de máquinas que hoje em dia são a média para esse trabalho, mas naquela época ainda não eram. O pavilhão foi construído com apenas um tipo de tira de madeira, usado em todo o projeto. Quando foi terminado, foi um ponto de virada no escritório, e um projeto importante a considerar no cenário digital. Neste projeto as possibilidades das ferramentas de parametrização digital foram utilizadas em seu mais alto nível, para tirar o melhor proveito de um único objeto, como uma vara de madeira, para gerar uma variação espacial e programática.

Spiky, um projeto de SO-IL, é um gazebo projetado para a 5ª Bienal Internacional de Arquitetura na China. A pesquisa começou coletando informações sobre o material disponível na região, e o resultado final foi a utilização de uma folha de metal usada como uma malha que se expande. Através de vários testes, o resultado foi um padrão geométrico que permite, para a folha de metal, criar três formas dimensionais e módulos, que quando combinados geram um gazebo. A maneira de montá-lo, é com uma folha de metal cortada a laser, com um mastro no centro que empurra, finalmente, a copa começar a se desmontar. Neste modelo, a folha de metal possui duas dimensões e se desmonta criando um módulo tridimensional. Este módulo pode variar de nove a vinte e cinco dobras.

Uma das primeiras demandas para Aranda Lash que teve um enorme impacto foi 1774, era um móvel, e o resultado foi a combinação de dois processos sobrepostos finalizados em 1774, dando nome ao projeto. Louis XV morreu naquele ano e um sueco chamado Johann Gahn, descobriu um metal chamado manganês. Em um nível molecular, quando os óxidos de misturam, o manganês apresenta uma notável modularidade de super-cristal. Este foi um dos seus primeiros projetos que os colocou em um nível mais elevado, não apenas pela sua resolução e conclusão, mas também por não preencher toda a teoria e produção digital, com uma materialização artesanal.

7. CONSTRUÇÃO

Em roteiro digitais tectônicos, é comum produzir uma representação geométrica dentro da topologia do padrão ou da estrutura. Artesanato digital é a capacidade de produzir códigos

que operam sobre as noções básicas dos modos de design tectônicos. (OXMAN; OXMAN, 2010, p. 20)

Nesta fase onde, acreditamos, as técnicas digitais se tornaram mais ativas, é o momento em que os dados e códigos, que foram manipulados, são materializados; é evidente que eles produziram paz. Não só é necessário saber codificar, mas também saber realizar. É uma característica comum em todos estes escritórios que às vezes se associam com outros para alcançar a perfeição e terminar um projeto da melhor maneira possível.

No décimo aniversário do projeto Associação de Laboratórios de Pesquisa em Arquitetura, foi realizada uma competição para projetar o pavilhão na praça em frente à universidade. Os vencedores do concurso foram Alan Dempsey e Alvin Huang, e sua proposta era uma folha dupla curvada, onde o mobiliário e o teto tornaram-se parte de um mesmo objeto. Sua aparente simplicidade foi uma das razões pelas quais ele foi o vencedor. Na regulamentação da competição foi estipulado que todos os projetos deveriam utilizar um painel de concreto reforçado com fibra de vidro de 13 mm de largura. O pavilhão consiste em tiras do material cortado em uma máquina CNC, construída com eixos parafusados. Este projeto foi realizado em conjunto com AKT P.art.

K3 Kukje Gallerie, um projeto da SO-IL, é um de seus projetos mais relevantes e que alcançou reconhecimento mundial. Ele está localizado em Seul, e a programação da galeria de arte é composta por salas de exposições, escritórios e um auditório. É uma grande caixa de concreto, onde corredores, escadas e elevadores são visíveis do lado de fora. Em uma tentativa de quebrar a caixa, que parece tão pesado, e depois de testar diferentes materiais, o objetivo era cobrir a caixa com uma grade de anéis metálicos, como se fosse uma malha de um guerreiro medieval. A tarefa é alcançada, e os resultados obtidos são de grande sensibilidade, com um foco impressionante na resolução dos dados para que ele pudesse ser construído.

Esta malha construída por anéis metálicos soldados manualmente, foi analisada de forma que a distribuição dos esforços estruturais, que é subjetivo, é igual e não tem mais anéis do que outros. Para conseguir isso, não apenas se trabalhou com modelos digitais, mas também com modelos físicos em escalas como 1:10 e 1:1. O resultado final foi uma malha que cobre a galeria, dando uma imagem translúcida com uma textura modulada, diferente daquela imagem monumental que o edifício teria sem a malha.

Aumentando o tamanho dos projetos, o Barclays Arena, um projeto composto por instalações desportivas, com uma grande zona de varejo em Nova Jersey, foi um projecto de escala tão grande que a SHoP Architects não estava acostumada a trabalhar. O principal fato neste caso foi a reutilização de uma série de painéis metálicos, para construir todo o edifício, reduzindo as despesas de material. A otimização do projeto chegou a um nível tão elevado que cada pedaço do prédio tem seu próprio código QR e é possível digitalizá-lo com um aplicativo para iPhone especialmente projetado para isso. Todos os trabalhadores possuíam um destes aparelhos celulares, e depois da colcação de cada peça, ela era digitalizada. Isso trouxe um controle muito rigoroso do que estava acontecendo na construção, porque este aplicativo era constantemente atualizado com novas informações. Este projeto foi



desenhado com CATIA, permitindo a concepção de novos painéis, além de uma maior otimização dos já existentes.

8. CONCLUSÃO

O trabalho destes quatro escritórios, pensada nestas quatro categorias, busca resumir e representar da melhor maneira o conceito de técnica digital que temos desenvolvidos ao longo deste trabalho. Agradecemos por não ser algo exclusivo dos arquitetos, ou um escritório particular, uma vez que muitos deles estão interligados e costumavam trabalhar juntos. É claro que os projetos realizados por esses escritórios não têm restrições de qualquer espécie, eles projetam desde móveis a edifícios. É sua experiência e conhecimento que os destaca de outros escritórios. Apresentamos aqui apenas apenas quatro escritórios, mas há outros que desenvolvem o espírito da tecnologia digital.

Também omitimos as universidades onde muitos destes escritórios costumavam dar aulas, são convidados como professores ou trabalham como consultores. Estes ambientes acadêmicos costumavam trabalhar como laboratórios independentes para desenvolver novas metodologias de projeto e testes de novos materiais.

Os projetos que foram mencionadas neste texto foram para além da técnica, são o resultado de experiência, pesquisa e as habilidades de quem projetou e os construiu. São projetos que levantam questões, e ter uma atitude pró-ativa que visa a excelência não só da digital e do paramétrico, mas também na materialização de si mesmos. Alejandro Zaera Polo e Farshid Moussavi deixam claro quando dizem que "a arquitetura não é uma arte plástica, mas a engenharia da vida material." (ZAERA-POLO; MOUSSAVI, 2006, p. 123)

REFERÊNCIAS

- DOLLENS, D. **De lo Digital a lo Analógico**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2002.
- KUBO, M.; MOUSSAVI, F. **La Función del Ornamento**. Barcelona: Editorial Actar, 2006.
- KWINTER, S.; PAYNE, J. A conversation between Sanford Kwinter and Jason Payne. In: SAKAMOTO, T.; FERRÉ, A. (Eds.). **From Control to Design: Parametric/Algorithmic Architecture**. Nova Iorque: Editorial Actar, 2008, p. 218-239.
- MENGES, A. Polymorphism: Techniques and Technologies in Morphogenetic Design. **Architectural Design**, v. 76, n. 2, p. 78-87, mar.-abr. 2006a.
- MENGES, A. Instrumental Geometry: Techniques and Technologies in Morphogenetic Design. **Architectural Design**, v. 76, n. 2, p. 42-53, mar.-abr. 2006b.
- OXMAN, R.; OXMAN, R. The New Structuralism, Design, Engineering, and Architectural Technologies. **Architectural Design**, v. 80, n. 4, p. p.14-23, Jul.-Ago. 2010.
- PICON, A. La arquitectura y lo virtual, hacia una nueva materialidad. In: ORTEGA, L. (Ed.). **La digitalización toma el mando**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2009.
- ZAERA-POLO, A.; MOUSSAVI, F. Código FOA 2000 Remix. **Revista 2G**, Barcelona, n. 16, p. 121-143, 2000.