

O uso de parâmetros dinâmicos como princípios estruturantes do espaço arquitetônico. A experimentação no ateliê de projeto: prototipia e fabricação digital.

The use of dynamic parameters as structuring principles of architectural space.
Experimentation in the design studio: prototipia and digital manufacturing.

Isabel Amalia Medero Rocha

UFPB/UFMG, Brasil

isabelamedero@gmail.com

Mateus de Sousa van Stralen

UFMG, Brasil

mateus-stralen@ufmg.br

Sandro Canavezzi de Abreu

UFMG, Brasil

sandroid@ufmg.br

Abstract

O ensaio desenvolve uma argumentação sobre a utilização da tecnologia digital, como meio cognitivo durante a prática pedagógica no ateliê de projeto, abrindo a possibilidade de inserir o usuário final no processo de projeto. Dentro da ideia de construir a tecnologia e usá-la para aprender, o estudante tomará como base o uso de parâmetros dinâmicos, que consistem em inputs recombinaíveis de diversas naturezas associados a um processo de prototipia, na problematização e proposição espacial da arquitetura.

Keywords: Prototipia; fabricação digital; ateliê de projeto; processo de projeto; parâmetros dinâmicos.

Introdução

Toda abordagem teórica e experimental implica numa busca, cuja trajetória faz com que se selecione um caminho e se excluam outros. Nas origens da cultura digital, por trás da conotação científica e técnica da informática, existem ideias que pensaram o computador abrangendo diferentes áreas do conhecimento humano. Essas ideias, permanecem incubadas em fóruns específicos enquanto a implementação da cultura digital no ensino de Arquitetura enfatizou, principalmente na década de 1990, a habilidade e o uso da ferramenta numa visão instrumental, sem uma consciência crítica, potencializando um enfoque formalista na arquitetura. A formalização e a manipulação formal prevaleciam na valorização de uma arquitetura calcada no objetual, em contraposição a uma arquitetura que expressasse participação ativa do sujeito/usuário como produtor também de seu espaço. Nesse período, com raras exceções, a experimentação e a crítica de conceitos cibernéticos que faziam parte das tecnologias da informação e comunicação (TI e TIC) passaram principalmente para o âmbito da comunicação e da arte eletrônica.

É flagrante na arquitetura contemporânea com meios digitais a exaustiva produção de textos teóricos, nos quais o tema predominante se refere a imagem de complexidade formal como resultante de um contexto de ruptura com a história da arquitetura clássica e do movimento moderno. Embora esse panorama comece a transformar-se na primeira década de 2000, muitas máscaras dessa arquitetura transparecem em alguns momentos episódicos, na estética da arquitetura de metrópoles brasileiras, como pastiches de uma pós-modernidade digital, inspirada em arquiteturas externas à nossa realidade física, veiculadas pela mídia internacional (Rocha, 2009)

A tecnologia digital que representa e produz o projeto e a construção dessas obras, está presente em nossas escolas, sem o respaldo de uma crítica consistente aberta a experimentações. O ambiente computacional, com as ferramentas e dispositivos digitais de eletrônica e prototipagem rápida e fabricação digital, abre espaço para o surgimento de outras referências processuais e metodológicas que podem ser utilizadas para estimular o processo criativo no ateliê de projeto. É na interação *designer/programa* /projeto que a prática pedagógica, a tecnologia digital e a prática projetual se movimentam simultaneamente. (Rocha, 2012)

A noção e o conceito de materialidade se modificam quando a geração da arquitetura passa a ter, como suporte de produção e representação, um ambiente em que a ferramenta é considerada como meio cognitivo no processo de aprendizagem. Nesse caso a arquitetura pode ser traduzida para o mundo analógico, por linguagens de materialização que além de privilegiar características físicas e comportamentais de novos materiais e de efeitos espaciais na manipulação de variáveis sensoriais, possibilite também outras formas de apropriação e percepção na produção de espaço pelos sujeitos envolvidos no processo (usuário, designer, programador) num processo dialógico de interação.

A opção é ideológica, podemos continuar utilizando a fabricação digital na formalização objetual da arquitetura ou utilizá-la num processo de experimentação que inclua como parte essencial o sujeito como produtor também de seu espaço. A metodologia de ateliê de projeto proposta neste ensaio busca a segunda opção.

Ao propor a utilização de algoritmos de parâmetros dinâmicos desenvolvidos na interface de programação Grasshopper 3D, busca-se a utilização da prototipagem

como plataforma de experimentos dinâmicos, no sentido estratégico de propiciar aos sujeitos envolvidos no processo de aprendizagem, a possibilidade de interagir com variáveis de modo propositivo numa intervenção espacial.

Referencial teórico

A formalização na arquitetura

Podem ser identificadas duas vertentes onde as tecnologias digitais são exploradas no processo de projeto arquitetônico, (1) pelo lado da manipulação formal, a partir de procedimentos que atuam na geometria da arquitetura ampliando a possibilidade de gerar complexidade formal, devido ao desenvolvimento dos algoritmos computacionais, a aplicação de conceitos topológicos e à fabricação digital; e (2) pelo lado emergência da forma por meio da interação entre dados e informações diversas como funções, atividades, usos, fluxos, pessoas, sitio e contexto, variáveis comportamentais, elementos da construção e, toda a informação que faz parte de um programa de arquitetura. São *inputs* codificados e manipulados pelos programas computacionais para gerar alternativas de *outputs* geradores da forma arquitetônica.

Na geração destas arquiteturas, as partes tradicionais compositivas dos elementos de arquitetura, facilmente identificáveis e legíveis, cedem lugar a uma arquitetura objetual, em que a fusão e a contradição entre os múltiplos sistemas não podem ser sintetizadas dentro de um único sistema unificado e harmônico. A contradição existente em um crescimento orgânico, assimétrico de formas complexas, fracionárias e amorfas faz com que, a interação entre formas tenha um alto grau de informação na maneira como seus componentes se diferenciam. (Florio,2005). Estas geometrias fractal, topológicas e dinâmicas, produz uma arquitetura onde transparecem dois componentes; o envoltório como uma pele e a estrutura de sustentação que se esconde para que estas múltiplas peles, como máscaras, se comuniquem com o mundo. Uma pele que unifica fachada e cobertura recobrando toda a edificação. Os programas e técnicas de prototipagem e fabricação digital e a exploração de novos materiais, possibilitam a concepção e construção destas arquiteturas.

Na década de 1990 e com mais força no novo milênio, uma crítica mais consciente da ideologia subjacente nos programas, e a ideia da tecnologia não como mera ferramenta técnica, mas como meio de transformar o mundo, passa a ser discutida e experimentada principalmente em alguns meios acadêmicos. O fenômeno digital em arquitetura, tendo passado o imagético deslumbramento inicial, começou a ser avaliado mais criteriosamente. Nos últimos vinte anos, matrizes teóricas e estudos de caso mais aprofundados estão sendo efetuados nas universidades numa tentativa de entender as repercussões da tecnologia. Esses trabalhos buscam conhecer os processos e as tecnologias que estão gerando essas arquiteturas.

Nesse período, considerando o espaço arquitetônico sensorial, vivenciado e existencial, são resgatados conceitos

e aportes da teoria do projeto de Pallasma, Gregotti, Norberg Shultz e Glanville procurando ver a tecnologia além de seu potencial formalizador, como um meio agregador de interação entre sujeitos e objetos, e, o contexto psicossocial e cultural onde a arquitetura potencializa sua natureza social.

O pensamento e o ofício: sujeito-objeto

O objeto digital, manipulado pelo arquiteto, acentua seu distanciamento do mundo físico, reproduz (o designer) um mundo imaginário, em que o software e dispositivos, são os protagonistas do espaço arquitetônico, onde a representação captura a identidade do representado. No texto *Cidades fantasmas*, Fuão se refere às cidades vazias na representação da arquitetura em fotos e na cidade, como consequência da tecnologia e sua repercussão na compreensão do espaço arquitetônico, que pode ser transposto para o espaço do ambiente digital. Uma das ideias que está por trás da exclusão da figura humana, é a de mostrar como está feita a arquitetura e de como pode ser copiada e inspirar outras, ou seja, ela deve possuir clareza e legibilidade suficientes para a compreensão do espaço *tal como é*. O problema, no entanto, esclarece Fuão, *é a ideia por trás desse "tal como é"*. [...] Arquitetos e urbanistas continuam achando que o que se vê nas revistas e nas fotos (e o que se modela no computador) é exatamente aquilo que está "lá fora", e não conseguem perceber que estes edifícios [] fazem parte de uma cidade imaginária. Essa cidade que se reapresenta nada mais é que uma coletânea de edifícios-imagens []. Uma cidade fantasma, onde não mora ninguém, totalmente oposta à cidade real. (Fuão, 2001)

A potencialidade das técnicas, funcionalidades e os dispositivos dos programas computacionais utilizados no projeto de arquitetura adquirem cada vez mais recursos e se tornam cada vez mais potentes O modelo digital passa a ser uma imagem técnica complexa e com cada vez mais informações. A informação pode ser transferida de um suporte a outro, seu valor não é como objeto, mas como informação pura (alfanumérica) visualizada como cenas, ao mesmo tempo, em diversos suportes. (Flusser, 2007)

A tecnologia deve ser interpretada, não só como ferramenta, mas em sentido exploratório, incentivando uma atitude de busca e experimento. "O Programa quando se torna programa se representa, formaliza, formata, edita, instrumentaliza, e aí o podemos reconhecer como tal". (Fuão, 2000)

Flusser, no livro *O Mundo codificado - Por uma filosofia do Design e da Comunicação* (2007), no capítulo *Design: Obstáculo para a remoção de obstáculos?* Diz que existem indícios de que a atitude do projetista (*designer*) está começando a mudar:

"Começamos de fato a separar o conceito objeto do conceito matéria, e a projetar objetos de uso materiais, como programas de computador e redes de comunicação. Isso não significa que o surgimento de uma "cultura imaterial" venha a ser menos obstrutiva: pelo contrário, pode ser que ela restrinja mais a liberdade do que a cultura material. Mas o olhar do

designer, ao desenvolver esses designs imateriais, dirige-se espontaneamente, digamos, para outros homens. Os objetos de uso imateriais são ídolos transparentes, e, portanto, permitem que os outros homens que estão por trás deles sejam percebidos. Sua face mediática, ínter subjetiva, dialógica é visível". (Flusser, 2007: 197)

A imaterialidade proposta por Flusser está vinculada à programação de algoritmos computacionais no processo de concepção da arquitetura. O projetista, nessa modalidade de projeto, é aquele com olhar específico conforme denominação do autor, que programa as máquinas com códigos numéricos para extrair novas visões de arquiteturas, que transcendem ao computador, para o mundo real.

Programas cada vez mais potentes e complexos se interpoem entre o sujeito e o objeto. Se o homem já tinha desaparecido das fotografias de arquitetura, esse fenômeno se acentua no ascético ambiente digital, onde reaparece como um ser/entidade estereotipado através de plug-ins e no uso de simulações comportamentais e de desempenho cada vez mais sofisticados de realidade virtual e ou realidade ampliada. A preocupação em 'humanizar' o uso do computador introduz nos projetos, processos híbridos com variáveis psicossociais, originados de teorias comportamentais, na busca de espacializar percepções da vida e da natureza do homem contemporâneo, sem, no entanto, considerar o usuário final na produção deste espaço. As simulações virtuais possibilitadas pelos programas de modelagem e animação, embora favoreçam a experimentação visual, através dos percursos e da interatividade com os modelos 3D na apreensão e domínio do espaço arquitetônico, não suprem a qualidade sensorial deste espaço. A utilidade arquitetônica, o uso e a caracterização espacial dos espaços e funções podem ser conhecidos e melhor vivenciados na obra construída. Isto é, a qualidade espacial é estabelecida pela vivência e experimentação deste espaço. Essa ideia que separa objeto/sujeito prevalece no fazer, da fabricação digital.

Conhecidos nestes últimos 20 anos, a influência da ferramenta durante a concepção podendo induzir determinados procedimentos projetuais, se abre a reflexão para mudanças no pensamento arquitetônico, no sentido de perceber o digital, como um ambiente onde a natureza informacional da tecnologia em conjunto com as transformações na sociedade passa a exigir um reposicionamento do arquiteto quanto a sua visão de mundo, no que tange às consequências que a natureza dos programas, e a natureza das relações espaço, homem e tecnologia exercem sobre a arquitetura.

A sociedade passa a exigir outras interpretações que levam a que não se tenham regras tão explícitas quanto ao agenciamento e uso dos espaços. A flexibilidade não se dá somente explicitada por uma planta livre, mas por uma multiplicidade funcional que exige um olhar além de múltiplos layouts de uso do espaço. A legibilidade explícita do espaço permitida na liberação oferecida pela estrutura independente, ao libertar as paredes de sua função portante, passa a conter

espaços caracterizados por relações espaciais múltiplas e ambíguas.

Manuel Gausa, no *Metápolis* argumenta que, o valor da arquitetura atualmente não está somente em criar formas no espaço, mas em propiciar relações neste espaço. Não se trata de compor projetos, mas de propor e dispor reações, ações e relações que serão mais qualitativas quanto mais potencialmente interativas. (Gausa, 2004: 538) Ele vê a figura do arquiteto não como de um 'produtor de objetos', e sim em termos de um 'estrategista de processos

Os conceitos que emergem do significado de 'objeto, processo e representação', estabelecem estratégias projetuais que podem variar desde o estabelecimento de regras e procedimentos explícitos e deterministas, até estratégias cujas regras e procedimentos não são estabelecidos durante o processo, tornando-se claras somente ao final do processo. Estratégias que abdicam da previsibilidade formal e espacial, abrindo margem ao espaço sensorial em constante transformação, como a noção de espaço como evento e acontecimento.

Passa-se da arquitetura do objeto para arquitetura das relações, na qual as Interfaces, softwares e programação estabelecem procedimentos e operações durante o processo de concepção.

A tecnologia digital na concepção e produção da arquitetura. Design algorítmico, parâmetros dinâmicos e prototipagem.

Entre as técnicas e métodos utilizados no processo de projeto de arquiteturas contemporâneas, três tem recebido maior atenção dos arquitetos e pesquisadores: Modelo Paramétrico (*Parametric Model* – PM); o Modelo de Informação da Construção (*Building Information Modeling* - BIM) e a Fabricação Digital. Embora não sejam processos novos eles têm incentivado nos últimos anos um fluxo de novas teorias e processos de projeto baseados na computação, cada uma com sua promessa de mudança da prática da arquitetura. Embora, em alguns momentos, se interliguem durante a concepção e produção da arquitetura, são tecnologias com características diferenciadas. O Sistema BIM pressupõe Modelo Paramétrico em sua funcionalidade, porém nem todo Modelo Paramétrico pressupõe a tecnologia BIM.

Os sistemas BIM abrangem um conjunto de programas e aplicações computacionais, que incluem sistemas e subsistemas de análise, de estrutura, mecânicos, de automação e controle da construção, de gestão, entre outros. Todos esses programas já existiam, alguns desde a década de 1960 e 1970, a diferença é que, depois da programação orientada ao objeto e da geometria topológica computadorizada, eles puderam ser integrados a um modelo digital 3D. A maioria dos modelos BIM são direcionados a metodologias de construção convencionais, porém o sistema permite uma maior integração com sistemas de fabricação digital. Por outro lado, é possível fabricar elementos através

da prototipagem rápida sem necessariamente o objeto ter sido projetado através da tecnologia BIM.

Observa-se atualmente a tendência de englobar todas essas tecnologias através de sistemas integradores de aplicações e programas computacionais. Esta abordagem conduz à produção de uma arquitetura em que concepção e construção interagem desde o processo de idealização até a conclusão da obra, o que Kolarevic (2003) chama de contínuo digital.

O projeto paramétrico está intrinsecamente vinculado ao desenvolvimento da tecnologia BIM. Qualquer input alfanumérico afeta o modelo gráfico e todas as informações e reciprocamente qualquer alteração no modelo gráfico altera os dados descritivos. O modo como se organizam todos os dados gráficos e descritivos deve ser estabelecido a priori pelo projetista, e a estratégia adotada nesta organização caracteriza o poder do programa. Esta forma de pensar o projeto exige que o projetista saiba associar informação não visual com o objeto, pois para facilitar a manipulação dos documentos gerados, cada desenho, vista 3D, tabela ou planilha é gerada sob o mesmo formato de dados.

O projeto paramétrico estabelece a descrição algorítmica da geometria, utilizando modelos paramétricos durante o processo de projeto. Os arquitetos podem construir modelos matemáticos e gerar procedimentos que são condicionados por numerosas variáveis. Nos programas que possuem esta capacidade, o input declarado é o parâmetro de um projeto, e não sua forma. Porém, o alto grau de controle dos parâmetros facilita o desenvolvimento de geometrias complexas, como por exemplos os chamados “blobs”. Este poder de controle do objeto acentua no ensino a tendência de uma arquitetura centrada no objeto e na experimentação dos limites formais da tecnologia e não nas possibilidades de produção de uma arquitetura centrada no usuário.

Mcluhan e Flusser, embora não tivessem vivido o apogeu do fenômeno digital, anteciparam ideias que ainda dão suporte ao entendimento da era da Informação e das transformações na concepção do espaço e do tempo decorrentes da eletrônica: a velocidade elétrica tende a abolir espaço e tempo da consciência humana. Não existe atraso no efeito de um evento sobre outro. A extensão elétrica do sistema nervoso cria um campo unificado de estruturas inter-relacionadas organicamente que chamamos de a atual Era da Informação”. (Mcluhan, 1964: 47). Essa transformação que está acontecendo, pelo lado da revolução da mídia eletrônica, tem tido um profundo impacto no pensamento arquitetônico.

A substituição das informações é rápida demais para que haja uma compreensão organizada e as imagens em movimento dificultam a decodificação racional, afetando nossa noção de temporalidade e de espacialidade. Não podemos nos deixar ofuscar pelos pixels da mídia eletrônica, como meros espectadores. O arquiteto precisa ultrapassar a barreira da mídia, entrar por traz das superfícies, camada por camada, para decifrar a cada momento, em cada decisão de projeto, qual o sentido do uso da ferramenta e como ela pode ser

exaurida, transformada e reprogramada para atender às necessidades de um mundo que espera por soluções arquitetônicas sensíveis e inclusivas.

Estudos propositivos de uma arquitetura interativa, auxiliada pelas possibilidades sensoriais da eletrônica, com a utilização de parâmetros dinâmicos, aliam-se na concepção e criação de espaços arquitetônicos concretizados durante o processo de prototipia e fabricação digital, com a inclusão do usuário final no desenho do projeto.

Em um processo de projeto, todos os parâmetros são a princípio dinâmicos. É possível alterar as dimensões de um cômodo, mudar o material de revestimento de uma parede, ou dimensionar a estrutura conforme um determinado vão. Porém, cada alteração de parâmetros implica muitas vezes em apagar o que foi desenhado ou especificado e redesenhar/recalcular todo o processo novamente. Em um projeto paramétrico construído por meio de algoritmos esta situação muda significativamente. Como os algoritmos são construídos por meio de cadeias lógicas de parâmetros interligados, a alteração de um dos parâmetros altera toda a cadeia automaticamente. É possível como prerrogativa do arquiteto estabelecer entre todos os parâmetros quais poderão ser abertos e alterados de forma dinâmica pelos usuários.

Trata-se de experimentar o potencial da prototipia na proposição espacial de uma arquitetura paramétrica, através de interfaces de apoio com ferramentas digitais e analógicas que possibilitem o uso do que chamamos de parâmetros dinâmicos. Dentro da ideia de construir a tecnologia e usá-la para aprender, o estudante tomará como base o uso destes parâmetros dinâmicos associados a um processo de prototipia, na problematização e proposição espacial da arquitetura.

Atelier de projeto: metodologia e estratégias pedagógicas.

Na abordagem pedagógica do ensino de arquitetura, considera-se a ação projetual como parte inerente da construção do conhecimento arquitetônico durante o processo de ensino-aprendizagem. Em uma relação de aprendizagem a construção do conhecimento se dá entorno do projeto arquitetônico. Com a intermediação digital, o questionamento do conceito e da validação, que dão significado ao objeto, entremeado com as operações que cada software ou dispositivo traz embutido em sua programação, o grau de controle e de interveniência do designer e do meio durante o processo de projeto sofre transformações em relação ao processo de projeto tradicional. A proposta pedagógica é fundamentada em uma abordagem construtivista radical que convida os alunos para um processo mais pessoal de construção do aprendizado. No sentido de von Glasersfeld (1996) o objetivo de uma educação construtivista é dar suporte aos estudantes para construir sua própria competência intelectual. Neste sentido é importante para o aluno saber o porquê certas maneiras de pensar e agir são consideradas desejáveis. A educação

baseada na epistemologia construtivista fornece aos alunos oportunidades de se envolver em atividades destinadas a promover sua construção de conhecimento.

É inegável da nossa prática docente, a importância do processo de projeto como estratégia pedagógica nos últimos 30 anos. No entanto, o que está em discussão, no momento atual, é a transformação que o processo tradicional está tendo com as possibilidades da prototipagem e fabricação digital. Não mais o processo de representação do projeto, e sim o processo de produção da arquitetura. Inicialmente, a repercussão e os problemas surgidos no ensino de projeto com a implementação e uso da tecnologia digital deviam-se ao desconhecimento, por parte dos envolvidos no processo de aprendizagem, das características e da ideologia dos programas computacionais.

Considerava-se que a mudança era somente instrumental; pensando o computador como ferramenta e não como meio. Este aspecto, passa a ser um aliado na ideia de utilizar o programa como meio de aprendizagem de projeto. A estratégia do jogo passa a ser um procedimento lícito de experimentação para o estudante utilizar as ferramentas de modo criativo durante o processo. Um aspecto passa a ser importante, não basta saber usar o programa é preciso entender a natureza (regras implícitas na programação) de cada programa, para poder modificar ou transgredir estas regras durante o processo, quando necessário à estratégia projetual.

Surge a necessidade cada vez maior de conhecer as características dos programas, para aproveitar o potencial de experimentação que o ambiente digital oferece. Cada estratégia projetual, estabelece regras e jogadores, entre eles, programa e designer tem um rol importante de oportunidades. Na medida em que os programas e dispositivos passam a ser considerados como meio durante o processo de projeto percebe-se a importância que as operações computacionais passam a adquirir durante a concepção da arquitetura.

Vicente Guallart considera que a arquitetura é o processo no qual se define espacialmente a organização das atividades humanas no espaço e no tempo. Físico ou virtual. “Até agora, a arquitetura operava principalmente, com o espaço, porque construir significava finalizar o processo. Agora, no mundo digital, o tempo também pertence à arquitetura. E no mundo hiper-real, excitado, relacionado com o mundo digital, também começaram os edifícios e os espaços a incluir de uma maneira mais ativa o tempo e sua autotransformação. A arquitetura será, assim, criadora de processos, e não de feitos finitos”. (Guallart em METAPOLIS, 2004:11)

Um olhar ao passado mostra as estratégias projetuais que ordenam, regulam e conduzem o processo baseando-se principalmente na tradição teórica da arquitetura, iniciada por Alberti. Alberti, ao separar projeto e obra, gerou a base teórica para o desenvolvimento de métodos e procedimentos para o ensino do projeto de arquitetura. Esta tradição está colocada em xeque.

Estratégias pedagógicas

Considerando que de um modo geral, as escolas de arquitetura estão competindo pelos melhores e mais equipados laboratórios de fabricação digital, mas nem todas sabem o que fazer com todo o equipamento, propomos no processo pedagógico, sair dos limites físicos do ateliê de projeto acadêmico e desenvolver o processo de aprendizagem em conjunto com os cooperados em uma oficina de *makerspace*, criada no sistema cooperativado em Belo Horizonte, Oficina.cc, que recebe pessoas de áreas diversificadas e com diferentes conhecimentos não necessariamente institucionalizados no ensino formal. A proposta pedagógica propôs ampliar o repertório do ateliê com experiências diversas que buscassem metodologias de ensino de design e fabricação para além da instrumentalização.

O objetivo da proposta metodológica foi permitir aos alunos investigar o potencial de novos processos de projeto e de novas tecnologias digitais e de fabricação, através da elaboração e execução de um projeto inserido em um contexto real e dialogar com diferentes participantes durante o processo, na Oficina CC e na comunidade religiosa. O processo de ensino se baseou em três aspectos centrais: cooperação, (auto) responsabilidade e (auto) interesse. Neste sentido o estudante direciona seu próprio trabalho de pesquisa e assume um novo papel no processo de aprendizagem, passando de receptor para produtor de conhecimento.

O processo de aprendizado foi estruturado em um processo cibernético composto por três ciclos não sequenciais, que interagem e se sobrepõem durante todo o processo, cujo conteúdo abrange atividades de pesquisa e levantamento de dados, instrumentação / projeto, prototipia e fabricação. A atividade de pesquisa e levantamento de dados do primeiro ciclo foi efetivada através da apresentação para os alunos do local e da comunidade com a qual foi desenvolvido o projeto - chamada de Guarda de Moçambique e Congo Treze de Maio (Figura 1) - e a introdução da discussão crítica sobre design e prototipagem. O contato presencial com o local e as reuniões com os moradores permitiram aos alunos a elaboração de propostas de intervenção arquitetônica no espaço escolhido que contemplassem a inclusão dos moradores no processo de projeto. Foi requisitado aos alunos a elaboração de propostas de intervenção arquitetônica no espaço escolhido que contemplem a inclusão dos moradores no processo de projeto. Partiu dos estudantes a proposta de criar uma interface analógica baseada na abstração da elevação da edificação. A interface permitiu uma discussão mais rica entre os alunos e moradores que analisaram em conjunto as possibilidades de intervenção no espaço proposto (Figura 2).

A introdução crítica foi conduzida através de um seminário com temas relacionados aos conceitos de arquitetura interativa, design paramétrico e fabricação digital, junto aos

cooperados da Oficina.cc. Este seminário visou fomentar uma discussão em torno do potencial de novas práticas projetuais, novas formas de fabricação e o papel do arquiteto frente a estas novas possibilidades. A proposta central foi de investigar o potencial da parametria na abertura do processo de projeto e permitir aos estudantes de arquitetura a produção de modelos em escala 1:1 para testar a performance de seu projeto fisicamente.



Figura 1: Sede da Guarda de Moçambique e Congo Treze de Maio, Belo Horizonte, 2016, acervo pessoal dos autores.



Figura 2: Reunião dos alunos com os moradores utilizando a interface. Uma representação abstrata da fachada foi preenchida com adesivos coloridos para fomentar a discussão sobre a problematização do uso de cada espaço.

O segundo ciclo foi trabalhado por meio de workshops onde os alunos entraram em contato com softwares paramétricos e processos de fabricação. Seguindo um processo de aprendizado P2P (*peer-to-peer*) foram os próprios alunos e cooperados da Oficina.cc que ensinaram uns aos outros. A introdução ao aprendizado sobre parametrização deu-se através da desconstrução dos elementos paramétricos através de um "jogo" de cartas (Figura.03) (papéis sendo colocados sobre a mesa a partir de um *brainstorm* com os alunos descrevendo as proposições). Este procedimento possibilitou arranjos dinâmicos que permitem visualizar e perceber as relações e simulações possíveis entre os condicionantes de projeto: forma, materiais, estrutura e operadores projetuais, que se relacionam e se transformam durante a ação projetual como inputs e outputs de um sistema de parametrização arquitetônica.



Figura 3: Estratégia de construção de um algoritmo paramétrico por meio da desconstrução do sistema proposto em parâmetros diversos e da criação de relações entre as diversas condicionantes de projeto.

No terceiro ciclo os projetos foram prototipados, testados e apresentados a comunidade, com intuito de gerar ciclos de iteração no desenvolvimento dinâmico do objeto. Neste diálogo com o usuário surgiram divergências entre as diferentes ideias e expectativas que propiciaram outras possibilidades projetuais. Após a apresentação das propostas individuais, em pequenos grupos e o *brainstorm* entre todos, foram trabalhadas questões como autoria, desapego e trabalho cooperativo. O grupo decidiu pela criação de um sistema modular que permite diferentes usos. Após a execução de protótipos das diferentes ideias e soluções, optou-se por um sistema modular onde a conexão é o principal elemento articulador. A construção dos protótipos e objetos finais foi executado no espaço compartilhado da Oficina.cc (Figura 4). É importante frisar que os três módulos não aconteceram de forma sequencial, já que cada tema é complementar ao outro. A instrumentação acontece no processo de fabricação dos protótipos e elaboração de experimentos no aprendizado compartilhado com os cooperados da Oficina.cc. A construção do conhecimento durante as configurações formais possíveis, se dá pelo caminho de enfatizar a lógica do processo aberto e não a lógica do objeto fechado.



Figura 4: Desenvolvimento dos protótipos em diferentes escalas e materiais na Oficina.cc.

A interface Grasshopper configura um sistema aberto, porém essa característica não garante a abertura no processo projetual. É o procedimento adotado de interação entre os diferentes sujeitos envolvidos, numa relação dialógica, que permite que a plataforma possa ser utilizada como um meio facilitador no processo criativo. Identificou-se que a abertura pode acontecer em três níveis: no produto; no processo de fabricação e no processo de design. A abertura no processo de design foi explorada pelos alunos em duas vertentes: (1) por meio da interface que facilitou o diálogo com os moradores; (2) na forma de um algoritmo de parâmetros dinâmicos que possibilita o input de diversos materiais introduzindo a possibilidade de reciclagem de materiais. O algoritmo foi concebido para adaptar o projeto as propriedades dos materiais (espessura e resistência das peças), dimensões e posicionamento dos encaixes. A abertura no produto foi alcançada pela criação da solução modular onde os encaixes e conexões são os principais elementos articuladores.

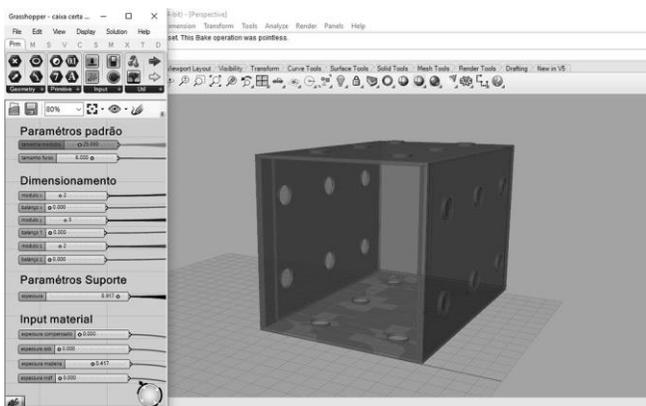


Figura 4: Grasshopper e Rhino . Algoritmo com parâmetros dinâmicos de dimensionamento e input de materiais.

A prototipagem de junções, encaixes e conexões propiciou uma discussão sobre sistemas e materiais alimentando as hipóteses de estabelecimento dos parâmetros. Inicialmente foram trabalhadas as informações de input numérico e geométrico num output de construção de número de encaixes, posição e possibilidade de crescimento.



Figura 6: Equipe, com uma das considerações e materiais possíveis do sistema proposto.

Considerações finais

A alteração de parâmetros de forma dinâmica abre a possibilidade de inserir o usuário final no processo de desenho, mudando o modo de produção e trabalho do arquiteto. Isso não acontece na prática, e os arquitetos, ao contrário, enfrentam um problema ético ao restringir o aumento do número de possibilidades a sua prática projetual, não as estendendo tampouco ao usuário final (Cabral, 2013). Geralmente os parâmetros deixados abertos são cristalizados na forma final, o que é agravado pela transdução das coordenadas e vetores em matéria física a partir dos processos de fabricação digital. (Sheil, 2012) alerta que esta renderização física dos códigos em produto acabado pode pular uma etapa importante das possíveis transformações do desenho inicial durante a execução. Assim, a prototipagem abre a discussão pois cumpre um papel central no processo de produção de soluções arquitetônicas que se adequam a diferentes relações de tempo-espço, permitindo diversos ciclos de materialização do desenho digital.

Na contemporaneidade, os termos que comportam significados nas diferentes estratégias projetuais, onde convergem ideologias e posturas diferenciadas vêm sendo reavaliados por parte da crítica. Em um momento de transição como este, urge com mais força a reflexão da crítica, pela dificuldade em estabelecer critérios de razoabilidade lógica que norteiem a compreensão do

processo de projeto que alimenta o repertório do estudante durante a prática pedagógica no ateliê de projeto.

Todos estes sistemas, programas e processos precisam estar presentes no ateliê de projeto, para no sentido exploratório e experimental propiciar a reflexão e o diálogo com as novas gerações de estudantes, sobre os processos, a teoria de projeto e a função social da arquitetura na era digital. Pensar estes novos processos por meio de uma disciplina de arquitetura transforma o ateliê em espaço de pesquisa onde os alunos participam ativamente na produção de conhecimento.

A questão colocada que irá exigir um debate contínuo por anos com o uso destas tecnologias, é de que modo elas podem influenciar a ideia inicial de projeto, e se seu uso está determinando ou possibilitando o surgimento de uma nova abordagem arquitetônica, tanto no pensamento como no ofício do arquiteto.

Estas constatações podem não ter a condição de verdade absoluta, porém é o meio onde começa a se delinear, na era digital, o território da arquitetura. Não mais uma arquitetura que se reproduz a partir do conhecido que se recebe, mas uma arquitetura que, embora considere também o conhecido, defronta-se com a condição de 'prever, antecipar, inventar, adequar'; uma mediação destinada a dotar as estruturas produtivas e culturais de cada momento de uma organização espacial em sintonia com as condições de seu 'entorno global'. (Gausa, 2004: 536)

Agradecimentos

Agradecemos a toda equipe da Oficina.cc por permitir o uso de seu espaço e pelo envolvimento em todo o processo. Também agradecemos especialmente os moradores da Guarda de Moçambique e Congo 13 de Maio por nos receber de forma generosa e pela intensa participação no processo. E aos nossos alunos que dão sentido ao nosso trabalho.

Referências

- Cabral filho, J. S.; (2013). The ethical implications of automated computation in design. *Kybernetes : an international journal of cybernetics and general systems*, 42 (9/10), 1354 - 1360. doi:<http://dx.doi.org/10.1108/K-10-2012-0067>
- De Abreu, S.C. (2014). - Construção do Meta-Lab: re-estruturação do laboratório de informática da FAUeD-UFU
- De Abreu, S.C. (2016). Sistema hidra(!): recombinação de interfaces. IV Enamparq – Ufrgs.PA.
- Flório, W. (2005) O uso de ferramentas de modelagem vetorial na concepção de uma arquitetura de formas complexas. Tese de doutorado. São Paulo: FAAUSP.
- Flusser, V. (2007) O mundo codificado: por uma filosofia do design e da comunicação. São Paulo: Ed. Cosac Naify.
- Fuão, F. F.(2001) Cidades Fantasmas. Porto Alegre. Arqtexto. Ufrgs.
- Gausa, M. et al. (2004). *Diccionario metápolis de arquitectura avanzada: ciudad y tecnología en la sociedad de la información*. Barcelona, Ed. Actar,

Guallart, V. (2004) in *Diccionario metápolis de arquitectura avanzada: ciudad y tecnología en la sociedad de la información*. Barcelona, Ed. Actar,

Kolarevic, B. (Editor) 2003. *Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing*. Londres: Spon Press.

Mcluhan, M. (1996) *Comprender los medios de comunicación. Las extensiones del ser humano*. Tradução Patrick Ducher. Barcelona: Ed. Paidós

Rocha, I.A.M. (2009) Programa e Projeto na Era Digital. O ensino de projeto de arquitetura em ambientes virtuais interativos. Tese de Doutorado. Propar. UFRGS. Porto Alegre. Brasil.

Rocha, I.A.M. (2012) Programa e estratégia projetual. XVISigradi. Fortaleza. BR

Sheil, B. (2012) Distinguishing Between the Drawn and the Made. *Architectural Design: Material Computation: Higher Integration in Morphogenetic Design*, Londres.

Von Glasersfeld, E. (1995) – *Radical Constructivism: A way knowing and learning*. Falmer press. London.