

Ecologias de Projeto: métodos e processos em arquitetura digital

Design Ecology: methods and processes in digital architecture

Bruno Rocha 1, Gabriela Bolssoni 2, Victor Bussolotti 3

1 Univ. Fed. Espírito Santo, Av. Fernando Ferrari 514, Brasil, bmassara@gmail.com

2 Univ. Fed. Espírito Santo, Av. Fernando Ferrari 514, Brasil, gabriela_bolssoni@hotmail.com.com

3 Univ. Fed. Espírito Santo, Av. Fernando Ferrari 514, Brasil, victorbussolotti@hotmail.com

RESUMO

Este artigo apresenta e discute os resultados do *workshop* intitulado “Ecologias de Projeto: métodos e processos” cuja metodologia de caráter experimental relaciona os conceitos de conhecimento por simulação (Lévy, 1993) associados a um novo olhar sobre a reflexão-em-ação (Schön, 2000) em uma dinâmica dedicada à concepção de projeto. A proposta foi estruturada em três etapas: a) sistematização conceitual programática (definição e posicionamento do problema), b) concepção dos protótipos (ciclos de transformação) e c) parametrização e fabricação digital (convergência processual). As premissas fundamentais das Ecologias de Projeto consideram a aplicação de conceitos derivados da ecologia, tais como cooperação, adaptação, evolução, aprendizado mútuo e a interação com o meio ambiente no contexto projetual. Para operar essa conexão utilizou-se da integração entre a metodologia experimental com processos de fabricação digital enquanto ambiente de sensibilização. Os resultados demonstraram potencialidades na interação coletiva entre os participantes, na confiança no desenvolvimento de soluções morfologicamente complexas, na valorização da materialidade na concepção projetual, no desenvolvimento da intuição e instantaneidade na tomada de decisões e na horizontalidade participativa em projeto de caráter coletivizado.

Palavras-chave: Conhecimento por Simulação, Ecologias de Projeto, Fabricação Digital, Parametrização, Reflexão-em-Ação.

ABSTRACT

This article presents and discusses the results of the workshop “Design Ecologies: methods and processes” which its experimental methodology has correlation with the concepts of knowledge by simulation (Lévy, 1993) associated with a new understanding of reflection-in-action (Schön, 2000) by means of a design workshop. The workshop was developed in three steps: a) programmatic conceptual systematization (definition and positioning of the problem), b) prototype design (transformation cycles) and c) digital parametrization and fabrication (procedural convergence). The fundamental premises of the Design Ecologies workshop was conceived to apply structural concepts of ecology, such as cooperation, adaptation, evolution, mutual learning and interaction in architectural design context. In order to achieve this connection, it was established an integration between the experimental methodology and digital fabrication processes as a sensitization environment. The results showed potentialities in the collective interaction between the participants, in the confidence in the development of morphologically complex solutions, in the valorization of materiality in the project conception, in the development of intuition and instantaneity in decision making and in the horizontal participation in a collectivized project.

Keywords: Knowledge by Simulation, Design Ecologies, Parametrization, Digital Fabrication, Reflection-in-Action.

RESUMEN

Este artículo presenta y discute los resultados del *workshop* titulado “Ecologias de Proyecto: métodos y procesos” cuya metodología experimental relaciona los conceptos de conocimiento por simulación (Lévy, 1993) asociados con una nueva mirada a la reflexión-em-acción (Schön, 2000) en una dinámica dedicada al diseño de proyectos. La propuesta se estructura en tres pasos: a) sistematización conceptual programática (definición y posicionamiento del problema), b) diseño de prototipos (ciclos de transformación) y c) parametrización y fabricación digital (convergencia de procedimientos). Las premisas fundamentales de Ecologias de Proyecto consideran la aplicación de conceptos derivados de la ecología, como la cooperación, la adaptación, la evolución, el

aprendizaje mutuo y la interacción con el medio ambiente en el contexto del proyecto. Para operar esta conexión, utilizamos la integración entre la metodología experimental y los procesos de fabricación digital como un entorno de sensibilización. Los resultados demostraron potencialidades en la interacción colectiva entre los participantes, en la confianza en el desarrollo de soluciones morfológicamente complejas, en la valorización de la materialidad en la concepción del proyecto, en el desarrollo de la intuición y la instantaneidad en la toma de decisiones y en la horizontalidad participativa en un proyecto colectivizado.

Palabras-clave: Conocimiento por Simulación, Ecologias de Proyecto, Parametrización, Fabricación Digital, Reflexión-en-Acción.

1. INTRODUÇÃO

A sociedade contemporânea habita um mundo em constantes mudanças, fruto dos desdobramentos das inovações tecnológicas extremamente intensificadas nas últimas décadas com a popularização das interfaces, linguagens e dispositivos computacionais na criação e acesso às informações. No contexto da arquitetura e do urbanismo os recursos tecnológicos já se consolidaram como um repertório inseparável da prática projetual, embora nem sempre a atualização operativa por eles perpetrada venha acompanhada de uma abordagem metodológica atualizada à sua intrínseca complexidade.

A proposta de trabalho aqui apresentada intitulada Ecologias de Projeto traz experiências práticas e reflexões que nos permitem lançar um novo olhar, tanto em termos operacionais quanto epistemológicos, sobre as particularidades da concepção da arquitetura na era da informação. O conceito Ecologias de Projeto tem a intenção de estruturar um conjunto de abordagens e processos inspirados pelos princípios mais elementares da *ecologia*: a ciência das relações e das interações. É também o título de um projeto de pesquisa em desenvolvimento no Departamento de Arquitetura e Urbanismo da UFES coordenado pelo professor Dr. Bruno Massara Rocha e tema de disciplina do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo na mesma universidade. O conceito proposto busca tratar do conjunto das relações instauradas na prática da arquitetura a partir da consolidação das redes de troca de informação digital que compreendem soluções técnicas, processos criativos, metodologias projetuais, envolvendo conhecimentos específicos sobre *softwares* e *hardwares* que, operados de forma integrada, estruturam parte significativa da produção contemporânea de espaços, objetos, equipamentos e interfaces de interação humana. Ecologias de Projeto podem ser consideradas inteligências projetuais (ROCHA, 2015) destinadas a responder ao crescente ganho de complexidade dos problemas contemporâneos por meio de um repertório também complexo de técnicas e processos. Em termos mais ampliados, é possível dizer que Ecologias de Projeto são parte dos reflexos processuais e metodológicos de toda uma reconfiguração do saber contemporâneo e dos modos de pensar, fazer e produzir instaurados pelas tecnologias digitais no âmbito da arquitetura.

A compreensão do conceito implica inicialmente em uma consideração do termo *ecologia*, cunhado por Ernst Haeckel em 1873, e que reúne em sua origem etimológica grega as palavras *oikos* (meio/habituação) e *logos* (estudo), constituindo este campo do saber dedicado a estudar os meios pelos quais os organismos interagem uns com os outros e com os elementos do ambiente (CHARBONNEAU et al., 1979). Deste importante campo das ciências da vida emergem conceitos que nos parecem essenciais para a arquitetura e a vida contemporânea na era da informação, tais como: cooperação, adaptação, evolução, aprendizado mútuo e interação com o ambiente. O conceito Ecologias de Projeto busca trazer para o campo do projeto de arquitetura uma aplicação experimental destes conceitos de-

rivados da ecologia como uma forma de avançar tanto metodológica quanto processualmente sobre o modelo individual, formal, autoral, linear e genérico de se pensar e produzir projetos. Fonte de inspiração central das Ecologias de Projeto são as considerações de Bateson (2000) acerca da ecologia cognitiva, temática que compreende e busca enfatizar as inevitáveis interdependências entre sociedade, natureza, conhecimento e cultura (BATESON, 2000). O termo ecologias é ainda apropriado por uma série de autores contemporâneos para conduzir um discurso articulado com redes de relações que transcendem o contexto da biologia enveredando por outras áreas das ciências sociais e humanas, tais como: ecologia urbana (HAHN, 2002), ecologia de mídias (LEÃO, 2005; SANTAELLA, 1997), ecologias de objetos e ecologias de informação (VASSÃO, 2010). Em todas elas nota-se um panorama de apropriação sempre articulado com sistemas interligados, interdependentes, mutuamente correlacionados e que evoluem juntos como um organismo vivo. Neste sentido, as Ecologias de Projeto buscam inspiração nestes sistemas interligados para explorar um conjunto renovado de práticas de projeto, ainda em caráter experimental de formulação, que operam com as seguintes orientações básicas: a) o compartilhamento de dados e informações em fluxo contínuo e não-hierárquicos; b) a realização de ciclos sucessivos de evolução e adaptação de ideias por meio de novas gerações de protótipos; c) envolvimento direto das ações em relação às condições do contexto, considerando repertórios, dados e narrativas existentes; d) valorização dos métodos de reconfiguração, reprogramação, reutilização das preexistências e não a sua supressão; e) processo de criação através de síntese e não por composição, com abertura à improvisação paramétrica e variabilidade experimental e especulativa.

Algumas das reflexões processuais e metodológicas apresentadas aqui são derivadas de *workshops* realizados com arquitetos, estudantes, designers e professores ao longo dos últimos dois anos no laboratório do Grupo de Pesquisas Conexão Vix da UFES. Parte do suporte metodológico utilizado para a implementação do workshop foram os conceitos de conhecimento por simulação (LÉVY, 1993) e reflexão em ação (SCHÖN, 2000) abordados a seguir.

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1. Conhecimento por Simulação

Segundo Lévy (1993) não se pode mais conceber pesquisas científicas sem redistribuir as antigas divisões entre experiência e teoria. No complexo contexto em que vivemos, emerge um modelo de comportamento dotado da denominação *conhecimento por simulação*, favorecido graças à aproximação entre teoria e prática proporcionadas pelos recursos de modelagem paramétrica e fabricação digital nas práticas projetuais. Uma visão integrativa (CROSS e DORST, 2001) opera nesta junção de mecanismos de produção de conhecimento, a idealização e a simulação, orientando-se por meio de muitos ciclos onde teoria e prática são permanentemente confrontadas.

A partir do conhecimento por simulação Lévy (1993) demonstrou um novo gênero do saber, a ecologia cognitiva, definindo-a como o estudo das dimensões técnicas e coletivas da cognição. Segundo o autor o suporte dessa ecologia cognitiva encontra-se nas redes de informação, plataformas de softwares e recursos de hardware. A informação se torna pervasiva na realidade dos projetos, permitindo melhorar a eficiência, reduzir custos, desenvolver processos construtivos novos, operando

em sinergia com o pensamento humano e complementando enormemente as capacidades cognitivas humanas.

Neste híbrido humano/informação ampliam-se as potencialidades da imaginação e da intuição. Com as simulações computacionais é possível explorar modelagens mais complexas, em maior número, amplificando, através das máquinas, nossa imagística mental e nossa memória de curto prazo (LÉVY, 1993). Santaella (1997) concorda que as máquinas computacionais são capazes de atingir um determinado resultado ou propósito complexo com significativo nível de autonomia. É esse tipo de capacidade de articulação complexa, que nos permite compará-las com o cérebro humano, que levou a denominá-las máquinas cerebrais. Os computadores evoluíram e humanizaram-se, adquirindo mais fluidez em suas interfaces e constituindo novos agenciamentos humano/máquinas. É nesse enfrentamento humano/máquina que se situa parte significativa das propostas conceituais e processuais das Ecologias de Projeto. A coevolução das ideias aparelhadas por um suporte maquínico de alta complexidade reorganiza as interfaces entre a reflexão e a ação. Para a autora, experienciamos a emergência de um novo ecossistema sensório-cognitivo de alta complexidade na produção de conhecimento potencializado pela interação entre sistemas naturais e artificiais. Imaginar de que forma esse ecossistema tangencia o conhecimento projetual e como podemos melhorar nossas infraestruturas de interação humana é um dos grandes desafios atuais.

2.2. A atualização dos modelos de reflexão-em-ação

No universo combinado entre pensamento e prototipagem, há necessidade de recuperar as contribuições do pensamento de Schön (2000), teórico da reflexão projetual cujas ideias historicamente sempre defenderam o traço, o desenho e a materialização do pensamento como instrumento essencial de reflexão e aprendizado. O contexto de experimentação processual instaurado pelo desenho e pelas maquetes é responsável por descortinar uma ampla rede de virtualidades que reforça sua essencialidade no ganho de qualidade no universo do projeto e da construção.

A virtualidade, entendida enquanto campo de possibilidades, já se fez presente no pensamento de Schön desde a década de 1980 quando o desenho manual e as demais linguagens gráficas de apresentação ocupavam o espaço de mecanismos operativos centrais na imaginação arquitetônica. O desenho é o caminho por meio do qual o projetista pode se lançar ao universo do experimental, realizar testes e tentativas de solução de problemas, observá-las e testar e outros contextos e combinações, podendo continuamente corrigir seus princípios de criação e reavaliar os resultados de cada uma de suas ações (SCHÖN, 2000). A partir dos anos 1990, o conceito de virtualidade se amplia exponencialmente em função da emergência das tecnologias digitais que, com o passar dos anos, acabaram por assumir a posse da virtualidade como condição existencial do espaço eletrônico.

A reflexão-em-ação em sua versão eletrônica vem potencializada pela capacidade de memorização dos processos, interconexão das experimentações, fabricação de protótipos, distribuição de conteúdo dentre outras importantes contribuições ao fazer da arquitetura. No que se refere ao primeiro item, a memorização dos processos, como ele encontra-se embarcado no próprio recurso maquínico e o registro das experiências bem-sucedidas vão se configurando numa forma de inteligência projetual (ALLEN, 2013), um ponto essencial do debate metodológico e epistemológico da arquitetura contemporânea.

Rocha (2015) considera que, com esta capacidade ampliada de memorização maquínica somada à prototipagem rápida das ideias, abre-se um campo sensivelmente mais favorável para o domínio imponderável de raciocínio que, aparelhado, se manifesta e evolui a partir de um confronto direto mais recorrente entre o pensamento e os objetos criados pela prática.

Os ciclos sucessivos de integração entre idealização e testes, resultantes da interação humano/máquina, abrem espaço para um raciocínio imprevisível que se assemelha aos princípios da improvisação na arte ou no cotidiano por parte de pessoas comuns. O processo criativo se amplifica em função da espontaneidade, das oportunidades contingentes e da ação tática rápida e adaptativa que somente o fazer permite instituir. Rocha (2015) entende que a inteligência improvisacional, decorrente da atualização da reflexão-em-ação, põe em prática de forma muito particular raciocínios e habilidades essenciais ao projeto em situações complexas, nas quais não há uma solução padrão ou caminhos precisos para sua obtenção.

Em se tratando de complexidade, há uma demanda constante pela adaptação, pelo ajuste, por sistemas flexíveis e tecnologias experimentativas que tornem viáveis novos modos de estruturação do processo projetual. Os recursos paramétricos, por exemplo, configuram as próprias memórias processuais, como redes de informação que transportam dados entre todas as variáveis criadas de modo a colocá-las em interação constante. Essa processualidade forma/informação permite criar no processo criativo de projeto o que Allen (2013) denomina de *condições de campo*. Segundo o autor, *condição de campo* pode ser entendido como uma matriz formal ou espacial capaz de unificar diversos elementos, ao mesmo tempo respeitando a identidade de cada um deles. As configurações de campo, continua ele, são agregados frouxos, caracterizados pela porosidade e a interconectividade local. Em contextos dessa natureza, o que de fato está em jogo não é a forma das coisas, mas sua *formação*, ou seja, todas as relações envolvidas e em combinação que agenciam seu resultado em função de cada contexto.

3. MÉTODOS E PROCESSOS

Inspirados pelas potencialidades relacionais presentes no conhecimento por simulação (LÉVY, 1993) e na versão atualizada da reflexão-em-ação foram elaborados workshop de projetos intitulados Ecologias de Projeto cujas propostas encontram-se descritas aqui. Ministrados enquanto exercícios de projeto, envolveram três etapas básicas de elaboração, cada uma delas com suas particularidades processuais, mas integradas com o objetivo de fabricação coletiva de um protótipo de pavilhão multifuncional situado no meio urbano.

Os objetivos foram estabelecidas muito em função dos princípios da Ecologias de Projetos, tema de disciplina com carga horária de 60hs na pós-graduação, tais como: a) definir um programa de uso/ocupação experimental, atualizado pelas novas tecnologias de comunicação e informação, capaz de reprogramar o espaço onde se insere melhorando ou tornando positivamente mais complexa a experiência sociocultural por parte da população; b) explorar soluções construtivas que admitam a adaptação e o reaproveitamento de materiais, recorrendo e forçando o aprimoramento das técnicas de fabricação digital. A configuração inicial do problema foi deixada intencionalmente aberta e foi tratada por essa razão de modo mais genérico, enquanto os recursos de desenvolvimento foram abordados com mais rigor e estruturação, como veremos adiante.

Para dar continuidade ao objetivo de execução conceitual do pavilhão multifuncional o workshop foi estruturado em três etapas principais, sendo elas (1) Sistematização Conceitual Programática; (2) Concepção do Protótipo e (3) Parametrização e Fabricação Digital.

3.1. Sistematização Conceitual Programática

A definição do programa foi realizada como um *brainstorm* colaborativo entre todos os participantes de forma horizontal e democrática. Esta etapa adota um modelo de pensamento divergente bem descrito por Jones (1992) como o momento do projeto onde se apresentam as contradições. Nesta etapa inicial é importante criar um campo de relações e devires que aumentem estrategicamente o nível de incerteza e abstração na percepção do problema possibilitando assim maior isenção de preconceitos.

Na prática, percebeu-se que as sugestões lançadas no *brainstorm* eram baseadas nas visões individuais de cada participante, de acordo com suas experiências anteriores, onde toda contribuição era válida sem muito rigor ou critério de seleção predefinido. Objetivou nesta etapa, trocas rápidas de ideias e anotações, praticando ao máximo e com rapidez as relações possíveis do conhecimento por simulação de Lévy (1993). O modo de conduzir esta etapa considerou a importância que as trocas intuitivas de ideias apresentavam para a elaboração de um projeto coletivo e isso foi sendo progressivamente revelado ao longo da dinâmica. Assim, todos os participantes eram incentivados a contribuir, implementando uma rede fluida de colaboração para a proposição dos itens do programa, como apresentado na Fig. 1.



Figura 1: Definição do programa de forma colaborativa, Edições 2018 e 2019, respectivamente.
Fonte: autores, 2019.

A partir do *brainstorm* foi montado um quadro geral programático, como indica a Fig. 2. A proposta do workshop era estimular a emergência espontânea de conceitos a partir da temática inicial e do problema apresentado. Os conceitos sugeridos eram redigidos em pequenos pedaços de *post-its* e colados de modo aleatório sobre uma superfície em branco. Para incentivar a manifestação espontânea e quase intuitiva dos participantes o tempo para reunir as contribuições foi extremamente curto com o objetivo de evitar reflexões muito elaboradas, justificativas ou a busca por coerência. Ao contrário, o que se esperava era uma manifestação um tanto quanto orgânica. Havia uma expectativa de que os conceitos sugeridos tivessem alguma conexão com o conteúdo teórico apresentado ao longo das aulas na disciplina⁴³. Dentre os principais conceitos apresentados destacam-se: *arquitetura viva*, *fle-*

43 O conteúdo completo da disciplina pode ser consultado no endereço eletrônico: <http://www.territorios.org/rede/>

xibilidade, integração, conectividade, membranas inteligentes, espaço de transição, permeável, transparência, interatividade, coexistir, inclusivo, respiração, energia eólica e solar, poros, escultura urbana, escalável, encaixes, memória e contraste. O que pode ser dito destas escolhas é que elas de certa forma refletiram os temas mais relevantes da disciplina que por sua vez se inspirou nos princípios mais elementares da Ecologia de Projetos: cooperação, adaptação, evolução, aprendizado mútuo e interação com o ambiente. Em toda a extensão conceitual apresentada foi possível identificar este regime de trocas que a ecologia sugere, sejam elas trocas de funções, formas, informações, conhecimento, experiências, etc.

Em seguida, houve uma nova discussão em conjunto na tentativa de estabelecer relações entre os conceitos, sistematizá-los em campos mais específicos de um projeto de arquitetura como, por exemplo: programa, estrutura, tecnologias, contexto e sistemas. Esta sistematização deu origem ao quadro geral programático demonstrado em suas duas versões na Fig. 2.

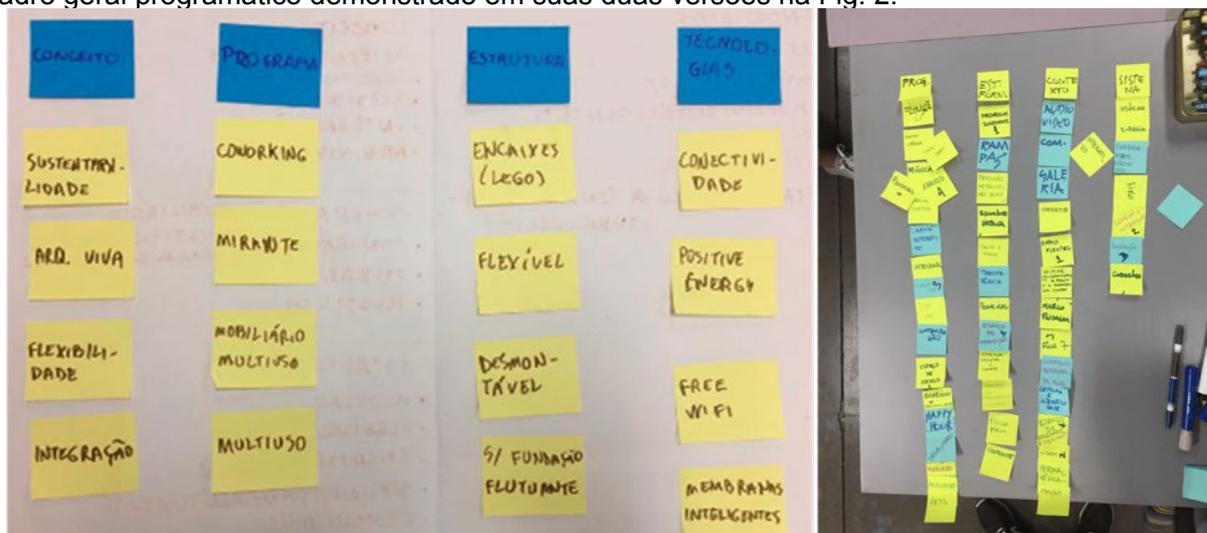


Figura 2: Quadros gerais programáticos, Edições 2018 e 2019, respectivamente.
Fonte: autores, 2019.

3.2. Concepção do Protótipo

A partir da sistematização conceitual programática, os participantes se reorganizaram em grupos por afinidade de maneira espontânea para a concepção do projeto. Os grupos deveriam utilizar o quadro geral programático para sintetizar novas versões de programas em um estágio mais evoluído que o original. Assim, como uma árvore, todos as novas versões dos programas se originaram de uma única raiz programática concebida por todos os integrantes na etapa anterior.

O protótipo do projeto foi idealizado utilizando como preceito a triangulação de superfícies geométricas planas. Este procedimento permite projetar volumes complexos cujas faces inclinam-se formando morfologias geométricas não ortogonais, assimétricas, mas com grande potencial de fabricação digital. No caso da impressão 3D, a técnica de fabricação por camadas possibilita a execução com facilidade de planos inclinados sem auxílio de suporte ou estruturas auxiliares. O emprego desta metodologia se mostrou um exercício eficaz para ampliar a experiência de projeto, rompendo com a prática tradicional ortogonal e explorando novas morfologias e resultados mais complexos na materialidade do projeto.

[disciplinas.html](#)

A formulação inicial do protótipo foi feita a partir da modelagem simplificada de malhas triangulares com o auxílio do *software Sketchup*. O protótipo foi produzido em duas versões físicas: impresso em 3D (ABS - *Acrilonitrila butadieno estireno*) na escala 1/500 utilizando as impressoras Cube Pro e 3D Machine ONE e montado por dobradura em papel rígido na escala 1/100, a partir da planificação no *software Pepakura Designer*, como ilustra a Fig. 3.

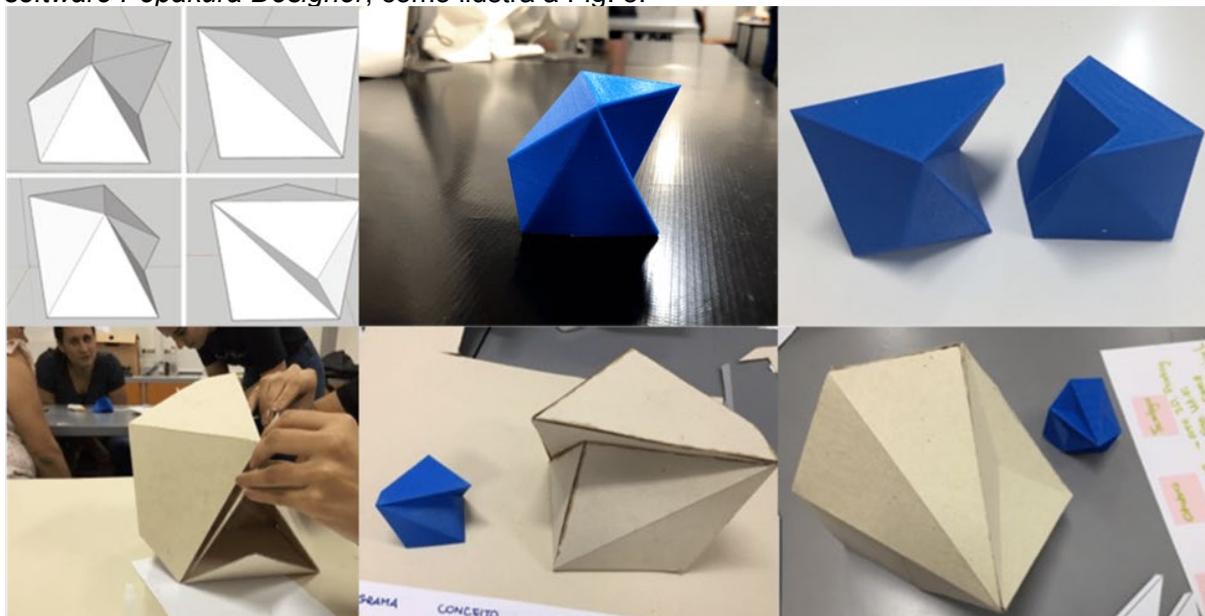


Figura 3: Exemplo de protótipo elaborado ilustrando todas as fases da primeira etapa do processo: volumetria gerada no *Sketchup*, protótipos impressos e produzidos por planificação de faces, respectivamente.

Fonte: autores, 2019.

Ao final, observou-se que esta etapa permitiu pôr em prática várias novas instâncias de interação no processo criativo. A primeira delas foi entre o modelo digitalizado e a sua versão física, ou seja, o idealizado e o tangível. Foi possível visualizar de imediato os primeiros esboços da morfologia e sobre ele refletir novos ajustes. A comparação entre as duas técnicas de fabricação, impressão e dobra, foi essencial para entender as particularidades de cada uma, tais como o tempo de execução, os materiais empregados, a qualidade do acabamento, o nível de interação com o projetista e dele para com os demais. Todos os participantes se comprometeram mutuamente a solucionar a primeira versão do protótipo e se envolveram em um proveitoso sistema de trocas e de ajuda recíproca.

3.3. Parametrização e Fabricação Digital

Complementarmente à concepção do protótipo, esta etapa explorou diferentes recursos paramétricos e interativos para aprimorar os modelos elaborados em um novo ciclo de reflexão-em-ação com vista a customização das superfícies. Os modelos foram parametrizados utilizando o *Grasshopper*, editor de algoritmos do *software* de modelagem *Rhinoceros 3D*, objetivando posterior fabricação digital. Na Edição 2018 a fabricação digital das superfícies foi feita por meio de fabricação aditiva (impressão 3D), enquanto em 2019 utilizou-se da fabricação subtrativa (cortadora a laser). Para definição da morfologia das superfícies parametrizadas os grupos fizeram uso do diagrama de *Voronoi*. O diagrama de *Voronoi* consiste em um modelo matemático bastante difundido entre os arquitetos cuja geometria é característica em vários organismos presentes na natureza. O que chama atenção neste diagrama é o fato de que independentemente do arranjo de suas células fundamentais, sua essência orgânica se mantém. A parametrização foi fundamental para experimentar diferentes combinações dos aspectos

geométricos do projeto, tais como: distância entre pontos de referência, espessura das estruturas e densidade e arranjo das células. A escolha das melhores configurações foi uma experiência um tanto quanto intuitiva que levou em consideração as relações entre aspectos estéticos, estruturais, funcionais e programáticas. A Fig. 4. abaixo ilustra diferentes momentos desta etapa.

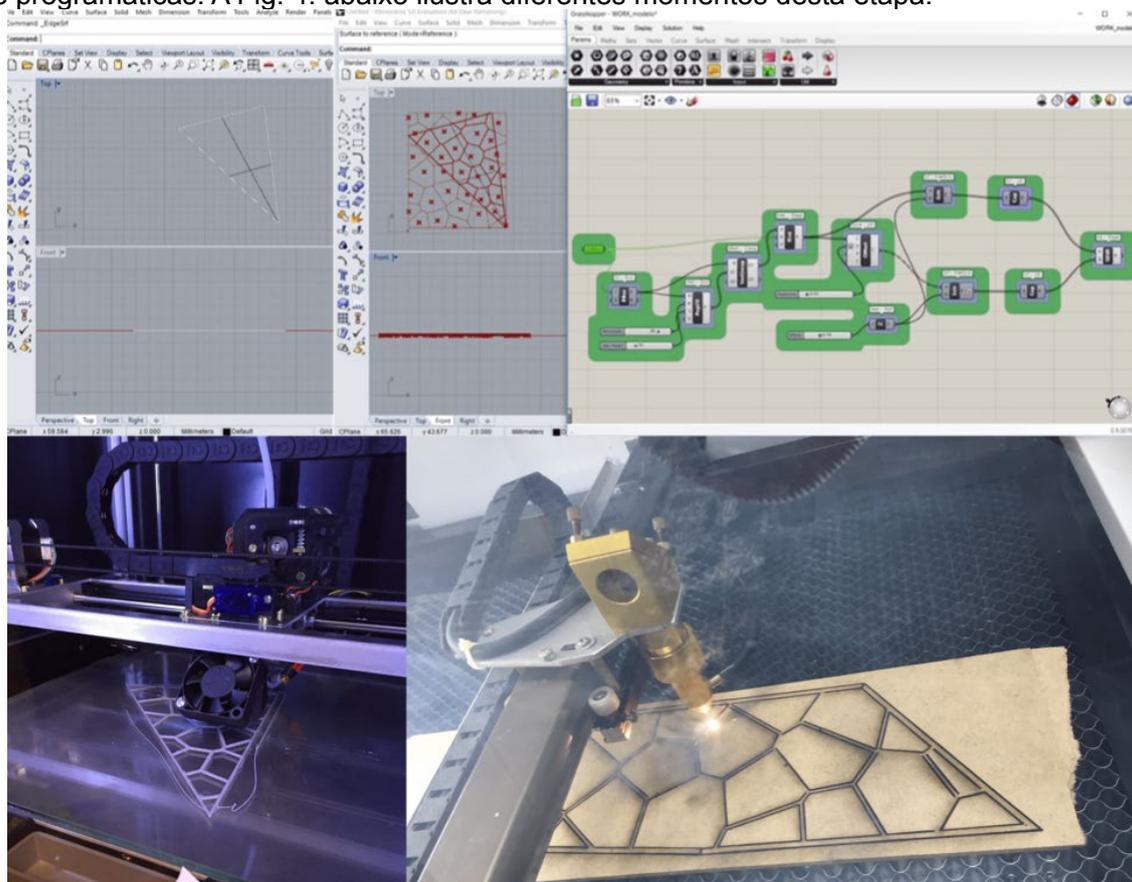


Figura 4: Algoritmo do *Grasshopper* com os parâmetros do diagrama *Voronoi* utilizado nas superfícies e processo de fabricação digital das mesmas.

Fonte: autores, 2019.

Ao longo do processo de montagem foram incorporadas novas ideias, tais como: novos padrões de fechamento e diferentes materiais (acetato, MDF, papel cartão colorido, papel manteiga). Este tipo de movimento exploratório trouxe reflexões sobre a qualidade e o caráter dos materiais, investigando níveis de opacidade, relações entre cheios e vazios, questões estéticas da morfologia das superfícies, entre outras ideias de envoltória, conforme a Fig. 5.

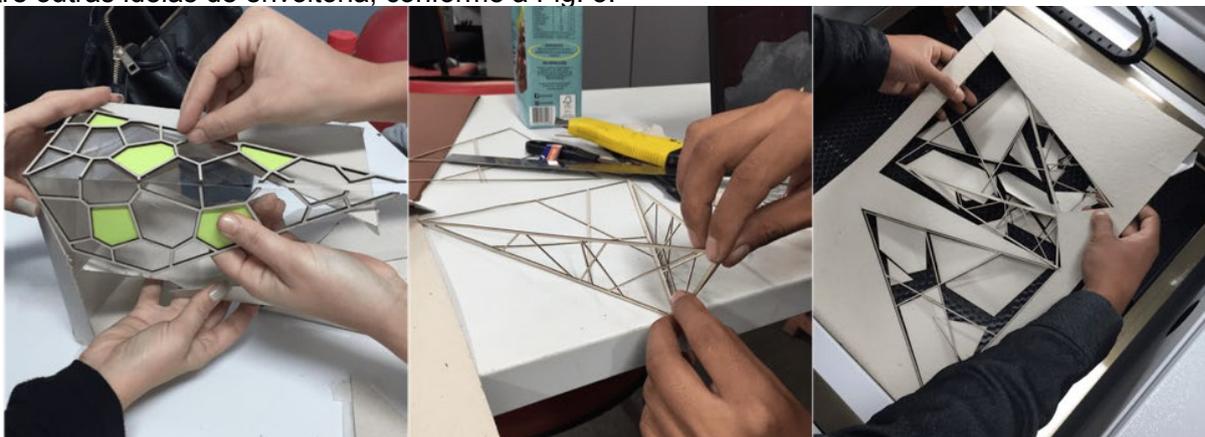


Figura 5: Customização de superfícies.

Fonte: autores, 2019.

Verificou-se que o conhecimento por simulação, neste caso operado a partir de interfaces paramétricas, permitiu adquirir mais experiência projetual a partir de sucessivas sequências de modificação do objeto, um avanço epistemológico em relação às formas tradicionais eminentemente teóricas, ou práticas ou mesmo às tradições orais.

Tomando como base as considerações de Lévy (1993) constatou-se que a manipulação gráfica dos parâmetros e a interação física com os materiais e máquinas criaram diferentes aberturas para se intuir sobre as várias relações presentes em um projeto de arquitetura. A Fig. 6 traz alguns dos resultados finais dos protótipos desenvolvidos nas Edições 2018 e 2019 do *workshop*.

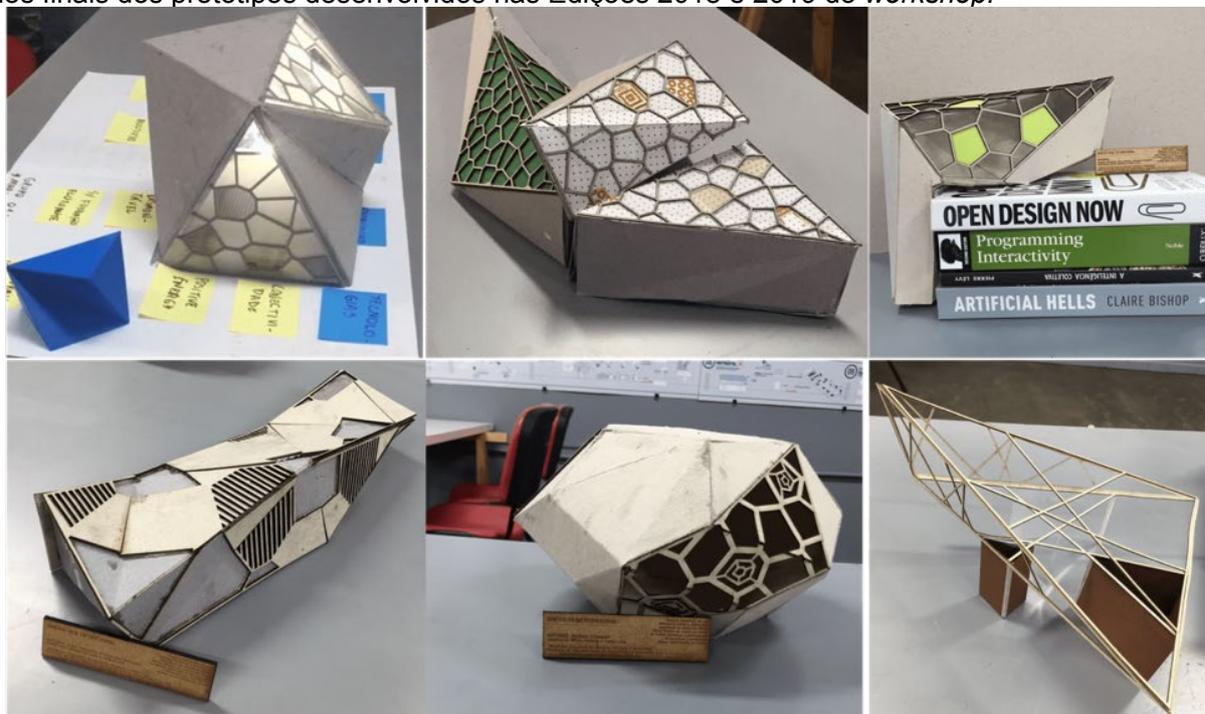


Figura 6: Protótipos finalizados em escala 1/100.
Fonte: autores, 2019.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde a etapa inicial do *workshop* de elaboração do programa, as pessoas foram estimuladas, em alguns momentos até impulsionadas, a trabalharem com o projeto a partir de uma síntese de ideias singulares lançadas e combinadas umas com as outras, numa trajetória contrária a um processo de composição autoral individual. Com o uso de proposições mais livres e independentes, o vínculo rígido que a autoria traz foi sendo progressivamente substituído por um cenário de apropriação das ideias tendo em vista uma descentralização do processo criativo.

Houve, de fato, uma cooperação entre os envolvidos tanto no compartilhamento de propostas e soluções quanto na manipulação dos materiais, modelos digitais, dados e informações complementares, sendo possível identificar boas aceitações das críticas e sugestões e sem manifestações de preocupação com a cópia de ideias, reconhecimento individual e autoria.

Os quadros e diagramas programáticos elaborados sofreram interferência de todos. Houve circulação dos participantes durante a realização da atividade, cujo resultado foi um diagrama geral de potencialidades utilizado como referência principal para a formatação dos quadros programáticos na

etapa seguinte de configuração de grupos específicos. Todos puderam se apropriar livremente dos temas, conceitos e tecnologias sugeridos para utilização subsequente, e assim o fizeram.

Um aspecto importante identificado no uso da metodologia de reflexão-em-ação foi a constante presença de uma incerteza positiva acerca de qual seria de fato o(s) produto(s) final(is) da atividade. As possibilidades ampliadas de simulação dos recursos paramétricos e de fabricação digital no contexto de um projeto de arquitetura oferece espaço para maior experimentação num espaço de tempo reduzido. Mesmo considerando a celeridade do *workshop*, os projetos estavam permanentemente “inacabados”. Isso trouxe uma evolução exponencial das ideias e das suas formas de aplicação no projeto em função não apenas dos recursos paramétricos, mas também das trocas de informação que a proximidade surgida entre os participantes permitiu.

Ao final, o resultado obtido por cada grupo foi surpreendente e avaliado positivamente por todos. Houve uma satisfação perceptível devido ao alto nível de complexidade alcançado pelo projeto, muito em função do contato e interesse das pessoas com suportes digitais de prototipagem rápida e simulação paramétrica. Muitas outras possibilidades de desenvolvimento dos projetos foram identificadas e consideradas possíveis de desdobramentos para futuras pesquisas. Esse é um indicativo de uma qualidade potencial do *workshop* em criar continuidades e novos incrementos para a produção da ciência e do conhecimento.

Cada etapa do *workshop* foi tratada como um campo de experimentação tendo como objetivo principal ampliar a experiência criativa dos participantes com técnicas e processos que eles poderiam futuramente transferir para novos contextos e não apenas a produção de um resultado específico. Nesse sentido, todas as mídias e linguagens utilizadas (colagens, *post-its*, modelagem por triangulação, planificação, impressão 3D, montagem do protótipo físico, programação *Voronoi* paramétrica, fabricação digital das superfícies e inserção das novas superfícies no protótipo físico), apesar de parecerem ligeiramente desconexas, contribuíram de diferentes ângulos para a formação processual dos participantes em sua relação com as tecnologias atuais e sua aplicação nos seus processos criativos individuais. Como resultado desse processo combinatório de técnicas diferenciadas, as avaliações reconheceram mais complementaridade do que separações entre tecnologias analógicas como desenho manual, maquete física, colagem e linguagens digitais paramétricas, fabricação digital e simulação computacional. É possível afirmar que essa combinação de técnicas foi essencial e determinante para se criar um ambiente híbrido de possibilidades para o pensamento criativo contemporâneo nas áreas de arquitetura, urbanismo e *design*, bem como áreas afins como a engenharia, programação de computadores e as artes.

A viabilidade da associação entre todas estas tecnologias citadas se encontra na maior articulação de variáveis em um processo complexo e indeterminado. Situações e problemas complexos precisam ter caminhos para sua solução evolutivamente construídos. Nesse sentido, a diferenciação com complementaridade gerou um campo ampliado de possibilidades de se testar arranjos, padrões, escalas e síntese de informações valendo-se de morfologias também complexas. A experiência da complexidade, tanto comportamental quanto criativa e técnica é uma importante, senão decisiva, contribuição deste experimento para os horizontes de um trabalho coletivo de arquitetura.

5. REFERÊNCIAS

- ALLEN, S. Condições de campo. In: SYKES, K. A. (Ed.). **O campo ampliado da arquitetura: Antologia teórica 1993-2009**. São Paulo: Cosac Naify, p. 242-251, 2013.
- BATESON, G. **Steps to an ecology of mind**. Chicago, University of Chicago Press, 2000.
- CHARBONNEAU, J. et. al. **Enciclopédia de Ecologia**. São Paulo, EDUSP, 1979.
- CROSS, N; DORST, Creativity in the design process: co-evolution of problem–solution. **Design Studies**, v. 22 No. 5 September, 2001.
- HAHN, E. Towards Ecological Urban Restructuring: A challenging new eco-cultural approach. in: **EKISTICS: The problems and science of human settlements**, v. 69, Number 412/413/414, Defining Success of the City in the 21st Century, 2 of 2, January – June, p. 103-116, 2002.
- JONES, J. **Design Methods**. 2nd. ed. New York: John Wiley & Sons, 1992.
- LEÃO, L. **O labirinto da hipermídia: arquitetura e navegação no ciberespaço**. 3. ed. São Paulo, Iluminuras, 2005.
- LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. 1. ed. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993.
- ROCHA, B. **Complexidade e improvisação em arquitetura**. Tese (Doutorado em Design e Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, p.256, 2015.
- SANTAELLA, L. O Homem e as Máquinas. Em: DOMINGUES, Diana (org.) **A Arte no século XXI**. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, p. 33-44, 1997.
- SCHÖN, D. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2000.
- VASSÃO, C. **Metadesign: ferramentas, estratégias e ética para a complexidade**. São Paulo, Blucher, 2010.