

LENZ

SEMINÁRIO E WORKSHOP

EM BUSCA DA FORMA, SISTEMAS GENERATIVOS

/ GONÇALO CASTRO-HENRIQUES

/ ANDRÉS PASSARO

/ MARIA ELISA R. REIS VIANNA

/ ERNESTO BUENO

/ JARRYER DE MARTINO

/ VICTOR SARDENBERG

/ DANIEL LENZ

/ REBECA DUQUE ESTRADA



Seminário /Workshop «Em busca da Forma, Sistemas Generativos»

	Segunda, 28 Ago	terça, 29 Ago	quarta, 30 Ago	quinta, 31 Ago	sexta, 1 Set
09:00	Palestra Abertura «Em Busca da Forma, Sistemas Generativos» Gonçalo Henriques, Andrés Passaro(1)	Marlus Araujo «Elogio da superficialidade e a aventura em busca de imagens jamais vistas» (4)	Verônica Natividade, «Digital deal» (7)	Pedro Engels, «Supergrid – uma gramática da forma para uma didática do kit-de-partes»(10)	Lab Projeto
10:00	Vitor Sardenberg, «A Realidade é um Lugar Estranho» (2)	Ernesto Bueno, «Sobre os systems no processo de projeto: Uma retomada teórica com implicações práticas» (5)	L- Jarryer Martino, «A Forma pela Evolução» (8)	Margaret Chokyu, «Gramática da Forma: reprodução e produção de formas arquitetônicas» (11)	
11:00	Rebeca Estrada, «Active Matter como base para uma arquitetura responsiva» (3)	Gabi Celani, «Teorias e tecnologias contemporâneas aplicadas ao projeto» (6)	Josep Ferrando, «Sistemas Flexíveis» (9)	Heidi Jalkh (Ger) «Making matter sensitive through form» ou Luciana Gronda (FADU-UNL) «Materialidade Digital e 'performance' em processos generativos integrais» (12)	
12:00	Almoço				
13:00	Tutorial Automatos, Victor Sardenberg	Tutorial L-Systems, Gonçalo e Ernesto Bueno	Tutorial Algoritmos Genéticos, Jarryer Martino	Tutorial Gramática Forma, Daniel Lenz	Lab Projeto
15:30	Pausa				
16:00	Tutorial Automatos, Victor Sardenberg	Tutorial L-Systems, Gonçalo e Ernesto Bueno	Tutorial Algoritmos genéticos, Jarryeer Martino	Tutorial Gramática Forma, Daniel Lenz	Lab Projeto
18:00				Divisão de grupos	Revisão projetos
	sábado, 2 Set	domingo 3 Set	Segunda, 4 Set	terça, 5 Set	Quarta, 6 Set
09:00					
10:00	Realidade Virtual		Lab Projeto	Lab Projeto	Lab Projeto
11:00	Lab Projeto		Revisão projetos		
12:00	Lab Projeto		Lab Projeto	Lab Projeto	Apresentação final
15:30			Lab Projeto	Lab Projeto	
18:00					

Palestras

Seq	Autor	Título
1	Palestra Abertura «Em Busca da Forma, Sistemas Generativos» Gonçalo Henriques, Andrés Passaro	Palestra de introdução sobre sistemas generativos. Metodologia do evento, pesquisa preliminar, técnicas de projeto generativo, desafio de projeto e objetivos do evento.
2	Vitor Sardenberg, «A Realidade é um Lugar Estranho» (2)	Passou o tempo em que era possível esperar que o que imaginamos ser real corresponda aos eventos do nosso dia-a-dia. Na câmara de eco das redes sociais, lemos sobre desdobramentos de eventos que nunca imaginaríamos há alguns meses (ou semanas?). Tudo parece ser real e irreal ao mesmo tempo. Se considerarmos a Arquitetura como a prática por excelência da produção da realidade, um amplo e poderoso campo de atuação se apresenta. A palestra argumentará que a Arquitetura é algo muito mais potente do que a produção de edifícios: É a exploração de ideias formais cujas implicações são sociais e culturais. Serão apresentados alguns projetos especulativos que exploram como a arquitetura pode responder aos devaneios do hipercapitalismo. Por meio de caricaturas e explorações estéticas, um novo tipo de engajamento e crítica social pode ser explorado.
3	Rebeca Estrada, «Active Matter como base para uma arquitetura responsiva»	Quando a arquitetura e a biologia interagem, é criada uma competência transfronteiriça, combinando conhecimentos e desafiando as lógicas tradicionais de cada campo. Acreditando na riqueza desta troca, o objetivo da presente pesquisa é explorar o comportamento passivo responsivo encontrado em materiais naturais e aplicá-lo a elementos arquitetônicos, a fim de desenvolver um sistema responsivo que possa se adaptar às condições ambientais através de uma abordagem na qual o material passa a ser protagonista.
4	Marlus Araujo «Elogio da superficialidade e a aventura em busca de imagens jamais vistas»	A partir das reflexões de Vilém Flusser apresentadas em seu livro "Universos das imagens técnicas", a palestra argumentará sobre os processos de criação digitais mediados pela computação, assim como as novas capacidades de concretizar o abstrato e o papel que o "artista" criador exerce neste novo contexto.
5	Ernesto Bueno, «Sobre os L-systems no processo de projeto: Uma retomada teórica com implicações práticas»	Os L-systems são sistemas generativos a partir de regras de reescritura, capazes de reproduzir geométrica e topologicamente sistemas de crescimento, de ramificação e estruturas fractais. Eles são tipicamente usados na modelagem de espécies botânicas e outros organismos, e potencialmente úteis em metodologias de projeto. Ante isto, cabe-se perguntar: é possível automatizar a geração da geometria complexa sem perder o controle do projeto? A palestra apresenta um breve passeio pela história do uso dos L-systems na arquitetura e abre o debate para questões persistentes sobre o tema: a linguagem generativa pode contribuir com a linguagem arquitetônica? Neste tipo de processos, qual o papel de elementos fundamentais, como o contexto do projeto? Onde fica a criatividade?
6	Gabi Celani, «Teorias e tecnologias contemporâneas aplicadas ao projeto»	Após uma breve introdução aos fundamentos dos sistemas generativos, serão apresentados os trabalhos desenvolvidos pelo grupo de pesquisas Teorias e tecnologias contemporâneas aplicadas ao projeto, sediado na Unicamp, com destaque para questões metodológicas e discussão sobre as dificuldades intrínsecas ao estabelecimento de uma área de estudos transversais aos diversos temas da Arquitetura e Urbanismo.
7	Verônica Natividade, «Digital deal»	A palestra argumentará sobre o potencial de algoritmos genéticos evolutivos para a geração da forma arquitetônica, no processo chamado de "morfogêse digital". Será demonstrado um breve histórico sobre a noção de "performance based design" e serão demonstrados alguns projetos desenvolvidos com esses princípios associados à fabricação digital. A explanação pretende discutir a pertinência dessas técnicas e conceitos no contexto mais ampla da arquitetura contemporânea.

8	Jarryer Martino, «A Forma pela Evolução»	Com inspiração na genética e no mecanismo evolutivo presente na natureza, o Algoritmo Genético (AG) contribui para a definição de um sistema generativo evolutivo automatizado capaz de ser configurado para gerar, avaliar e selecionar as soluções que melhor atendem um problema. Segundo Darwin, na natureza não existem indivíduos idênticos em uma mesma espécie, o que favorece a sobrevivência dos mais aptos mediante as condições do meio, gerando a evolução ao longo do tempo. Neste contexto, o AG pode ser estruturado para explorar variações formais durante a fase de concepção do projeto, incorporando ao processo uma característica evolutiva.
9	Josep Ferrando, «Sistemas Flexíveis»	O arquiteto catalão Josep Ferrando desenvolveu nos últimos anos sua própria forma de criar projetos, uma forma particular através de uma operação holística. A principal característica de todos esses projetos é que o desenho é de natureza radicalmente multi-escalar, ou seja, todos os detalhes, as partes e o todo, são gerados simultaneamente. Eles são expressões de uma mesma coisa em escalas diferentes. Todas as escalas são consideradas ao mesmo tempo, e ao final não se desenha uma determinada forma, mas sim um sistema de agragação com muitas formas possíveis.
10	Pedro Engels, «Supergrid – uma gramática da forma para uma didática do kit-de-partes»	A gramática da forma apelidada de Supergrid usa métodos computacionais para produzir material didático para um atelier de introdução ao projeto que aposta na estratégia o kit-de-partes: onde experimentação projetual é uma espécie de jogo de compor cujas regras envolvem um repertório restrito de elementos e um sistema específico de relações formais. Aqui as referências são a velha grelha modular de concreto armado e os elementos básicos dos edifícios mundanos: vigas, pilares, lajes, paredes, janelas, varandas, terraços, toldos,)
11	Margaret Chokyu, «Gramática da Forma: reprodução e produção de formas arquitetônicas»	As gramáticas da forma têm sido empregadas desde meados da década de 1970 para análise e geração de formas arquitetônicas. A identificação de padrões de composição permite o inferimento de regras que compõem uma gramática da forma. Serão apresentados alguns tipos de gramáticas da forma assim como aplicações em trabalhos que apresentam soluções para algumas questões de projeto, principalmente no campo de habitação.
12	Heidi Jalkh (Ger) «Making matter sensitive through form»	This research explores and develops form-finding processes of bio-inspired cellular structures that unfold out of the plane. These transformable structures are called auxetics and respond to internal and/or external stimuli by changing their form, behaving oppositely to classical materials. The aim is to create a range of embedded responsive auxetic structures thru the fabrication of composite materials that display distinctive behaviours in response of the designed pattern and the actuating force.
12	Luciana Gronda (FADU-UNL) «Materialidade Digital e 'performance' em processos generativos integrais»	Materialidade Digital se refere a uma transformação emergente na condição material da arquitetura, no modo de a conceber e operar. Com a lógica digital o projeto liberta-se da de uma aplicação passiva e pode ser orientado para potenciando as características dos materiais e a experimentação em todas as escalas e propriedades. Nos processos generativos integrais (modelação, simulação, avaliação e fabricação) o material torna-se informado e dinâmico, as decisões a respeito da forma incluem atributos geométricos, estruturais e materiais. Performance é a qualidade que possuem os sistemas materiais para atuar de maneira ativa, responsiva ou viva, autorizada pelas suas próprios tendências e capacidades, em que a forma remete antes de mais para a síntese da eficiência.

O seminário / workshop LAMO «Em busca da forma, sistemas generativos» pretende aprofundar o desenvolvimento teórico e prático da arquitetura algorítmica, explorando novos processos generativos em projeto. Os desenvolvimentos matemáticos do final do séc. XIX trouxeram um conjunto de novos processos para procurar soluções de projeto fundamentados na teoria da informação e dos sistemas. Estes processos têm sido aplicados em áreas como a engenharia, o design e urbanismo. No entanto dado o teor matemático e computacional a aplicação destes processos em projeto é escassa. Este evento pretende pesquisar sobre ferramentas generativas e técnicas computacionais como autómatos-celulares, L-systems, algoritmos genéticos e gramática da forma. A ideia é entender como estes processos formais podem ser traduzidos e aplicados para resolver problemas de conceção de projeto. O evento é suportado por um comité científico internacional de referência e será desenvolvido com especialistas experientes nas técnicas referidas.

Introdução, estado da arte

Um sistema generativo é um processo de busca de soluções que se aproxima dos processos evolutivos naturais, quando é um sistema aberto. Permite gerar diversas soluções, ao longo do tempo, através de regras das quais se podem extrair as soluções de projeto mais adequadas. Generativo é um adjetivo que deriva da palavra latina *generare*. Designa: aquele que gera ou tem a propriedade de gerar; é relativo à geração; na linguística está associado à teoria da gramática que estabelece um modelo, descrevendo estruturalmente a geração do discurso a partir de um conjunto de regras.

Os sistemas generativos vêm sendo utilizados para procurar soluções de acordo com objetivos, explícitos em determinados tipos de problemas, como os problemas matemáticos formais. A procura implícita é utilizada em outro tipo de problemas como os que não são computáveis e os que não são claramente definíveis, dada a sua complexidade (em inglês ill-defined or wicked problems) como acontece frequentemente em problemas da área de projeto, em arquitetura

Desde o séc. XIX têm sido desenvolvidos novos processos generativos. A disciplina formal da matemática mudou de paradigma com a introdução de processos computacionais, com base na lógica probabilística e em processos evolutivos, que incluem busca aleatória, o pensamento em enxame entre outros processos associados ao desenvolvimento da inteligência artificial.

Os processos de design generativo são hoje utilizados com sucesso em áreas como o design gráfico, a otimização matemática e a engenharia de materiais. A utilização de computação distribuída permite criar ciclos de inúmeras possibilidades de projeto, testando configurações, sendo necessário definir mecanismos para escolher as melhores soluções, em cada geração. O projeto generativo permite gerar soluções de projeto para além do imaginado.

Os processos generativos permitem o desenvolvimento da criatividade. John Gero destaca que o conceito de criatividade deve ser considerado também no processo de geração dos resultados e não apenas para melhorar a qualidade do produto final, mas para tal é necessário utilizar um método que explore intensivamente as possibilidades de solução de um problema, sendo capaz de gerar resultados inesperados e que não são familiares ao projetista. Nesse sentido deve ser considerado o conceito de *emergência*, identificando as vantagens do processo generativo, relativamente ao projeto tradicional heurístico. Para Irving Taylor (“The Nature of the Creative Process”) a criatividade pode ser classificada de 5 maneiras: expressiva, produtiva, inventiva, inovadora e emergente. No contexto de sistemas generativos é de destacar a criatividade produtiva, pois é obtida a partir do domínio de uma técnica que possibilita o controle de um ambiente onde será gerado o trabalho final.

O desenvolvimento e aplicação de processos generativos são fundamentais para resolver problemas de projeto. No entanto a aplicação destes processos em Arquitetura tem sido residual e incipiente, sendo que as aplicações desenvolvidas estão, na maioria dos casos, limitadas a questões visuais ou à grande escala urbana. Como exemplos de design generativo temos as pesquisas de Casey Reas¹. A aplicação destes conceitos na escala urbana está associada à pesquisa seminal de José Duarte², que está ser desenvolvida por uma nova geração de pesquisa em Portugal como o contributo de José Beirão, Nuno Montenegro, Sara Eloy, Alexandra Paio, entre outros. No Brasil se destaca as pesquisas de Gabriela Celani, Benamy Turkienicz, Fernando Lima, Robson Canuto, entre outros e as pesquisa iniciadas na UFRJ por Maria Angela Dias e Margareth Chokyu. No entanto estas pesquisas têm encontrado menor aplicação em projeto na meso-escala, na escala da praça ou de espaços temporários como pavilhões. Argumenta-se que para transferir estas metodologias para o processo projeto é necessário estudar o contexto de aplicação destes processos computacionais. Assim pretende-se mapear novos processos generativos e técnicas nomeadamente, autómatos celulares, L-systems, algoritmos genéticos, gramáticas da forma e testar a sua aplicação em projeto

No processo generativo, ao contrário do processo tradicional, o projetista atua sobre o sistema gerador e não diretamente na solução, como refere Thomas Fisher³. Assim os resultados obtidos necessitam ser interpretados o que requer desenvolver um maior conhecimento sobre o próprio processo, o que implica não só utilizar algoritmos, como ser capaz de os modificar. Assim os sistemas generativos aproximam-se mais de um processo aberto, o que num certo sentido de um conceito evolutivo, que encontra paralelo na evolução, e na morfogénese natural. Na utilização de sistemas generativos é determinante a avaliação dos resultados e capacidade de modificar os algoritmos para os melhorar. Ou seja é importante assegurar o retorno de informação (feedback) para permitir melhorar o algoritmo e assim os resultados. Esta adequação pode fazer com que o algoritmo deixe de ser apenas uma caixa preta - de que só obtemos o resultado – para passar a ser uma caixa mais transparente, em que é possível interferir no processo de funcionamento. Nesse sentido é importante referir os conceitos desenvolvidos por Kostas Terzidis em Design algorítmico, que incluem os processos de computação e de computorização⁴, conceitos que podem ser consultados num artigo anterior⁵.

Sobre a aplicação dos sistemas generativos

A otimização matemática tem uma definição precisa, mas que é estrita em termos formais. Ela é utilizada com frequência num estágio final de projeto para “otimizar”, no sentido de melhorar o desempenho, depois de definida a forma. Por exemplo quando uma cobertura é desenvolvida pelo processo tradicional, sendo no final otimizada apenas para melhorar o desempenho estrutural. A procura da forma em projeto além de critérios formais, também obedece a critérios implícitos pertencentes a uma classe de problemas mal definidos,

¹ Reas, Casey, How To Draw With Code: <https://youtu.be/8DMEHxOLQE>

² Duarte, José Pinto, “A Discursive Grammar for Customizing Mass Housing: the case of Siza's houses at Malagueira”, em Automation in Construction, volume 14, Issue 2, Elsevier, March 2005, pp. 265-275.

³ Fisher, Thomas; Herr, Christiane, Teaching generative design, , International Conference on Generative Art, 2000. Disponível em <http://papers.cumincad.org/data/works/att/c78f.content.pdf>

⁴ Kostas, Terzidis T Algorithmic Architecture, Expressive Form, Spon Press, Taylor & Francis Group, 2003.

⁵ Henriques, Gonçalo Castro, “Arquitetura algorítmica: Técnicas, processos e fundamentos”, Anais IV ENANPARQ, Sessão 39. Projeto digital e fabricação na arquitetura: ensino, pesquisa e desafio, Organização: Cláudia Costa Cabral, Carlos Eduardo Comas, edição PROPAR/UFRGS, Porto Alegre, Julho 2016. www.researchgate.net/publication/305827549

designados por “ill-defined problems”. Estes problemas por não serem facilmente traduzíveis em parâmetros e critérios lógicos, são frequentemente desconsiderados no raciocínio matemático das engenharias. No entanto estes critérios são considerados de maneira implícita nos processos de projeto em arquitetura.

Torna-se também necessário estudar o desenvolvimento de algoritmos, como uma atuação sobre o sistema de geração e não diretamente sobre os resultados como referido acima. Nesse sentido pretende-se saber com as técnicas descritas de autómatos celulares, l-systems, algoritmos genéticos e gramática da forma - que tipo de algoritmos é possível desenvolver e para que tipo de problemas é possível serem aplicados em projeto. A resolução de problemas depende dos processos e técnicas utilizadas o que afeta diretamente os resultados e o tipo de problemas que podem ser resolvidos. Esta exploração procura identificar exemplos de sucesso que utilizam estas técnicas visando o desenvolvimento e aplicação em projeto destas novas metodologias. A identificação do problema e de exemplos será a base para propor novas soluções. Assim se justifica o interesse em aprender estas técnicas, recolhendo informação empírica, que permita aos pesquisadores estarem familiarizados com este tipo de processos utilizados. Pretende-se estimular um processo de aprendizagem através da reflexão na ação.

A pesquisa preliminar pretende identificar soluções simples, em pequena/média escala, para resolver problemas de projeto com processos generativos. Para facilitar esta busca será definido um problema tipo que será apresentado aos participantes do workshop.

Contexto Problema/Projeto

O objetivo é utilizar design generativo para resolver um problema de projeto, para um espaço de escala intermédia entre 10x10x10m (máx) e 3x3x3m (min). A ideia é identificar processos existentes para resolver problemas para este espaço que requeiram poucas variáveis. Pretende-se também identificar como interagir com a geração através de feedback. A ideia é desenvolver um processo de interação do algoritmo com o ambiente, em vez de ser uma caixa preta inacessível. Essa adequação permitirá resolver problemas de projeto generativo, específicos de arquitetura.

A pesquisa preliminar ao seminário estudou este problema, procurando identificar situações análogas, variáveis e contextos já testados. As soluções dependem dos instrumentos e dos processos computacionais utilizados. Assim procurou-se identificar o espaço de busca e fatores que interferem nessa busca, partindo de processos genéricos para processos aplicados, em contextos específicos.

Exemplos de aplicação

Praça, abrigo, pavilhão, equipamento, mobiliário urbano, sistema construtivo

Sobre o Texto

Este texto é o resultado de uma pesquisa conjunta que foi iniciada no LAMO. O texto inicial foi escrito por Gonçalo Henriques, sendo depois comentado e revisto com a participação de Victor Sardenberg, Jarryer de Martino, Daniel Lenz e Ernesto Bueno. Na pesquisa prospetiva do LAMO sobre aplicações de sistemas generativos participaram Andrés Passaro, Caio Cavalcanti, Cintia Mechler, Elisa Vianna, Erick Bromerschenkel, Giordana Pacini, Isadora Tebaldi, Julia Nodari, Lais Kaori, Loan Tammela, Nicolle Prado, Rebecca Borges, Roberto Costa Matta, Pedro Engel, Thiers Freire e Vinícius Lucena.

Esta é uma versão provisória do texto destinada aos participantes e tutores do seminário e workshop, e não poderá ser publicada total ou parcialmente sem autorização dos autores.

Coordenação evento

Gonçalo Castro Henriques, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Andrés Passaro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Maria Elisa Vianna, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Comité Científico

Andrés Passaro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Daniel Lenz, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Denise P. Machado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Eliane Bessa, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Ernesto Bueno, Universidade Positivo, Curitiba, Brasil

Gabriela Celani, Universidade Estadual de Campinas, S.Paulo, Brasil

Gonçalo Castro Henriques, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Guto Nóbrega, Programa Pós Graduação Artes Visuais - EBA - UFRJ, Brasil

Jarryer Martino, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Brasil

José Duarte, Penn State University, Stuckeman School, Filadélfia, Estados Unidos

José Pedro Sousa, Universidade do Porto, Faculdade de Arquitetura, Porto, Portugal

Maria Angela Dias, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Mauro Chiarella, FADU-UNL, Santa Fé, Argentina

Rebeca Duque Estrada, Universidade Estugarda, Alemanha

Rodrigo Cury, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Victor Sardenberg, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität, Hannover, Alemanha

Universidade Envolvidas

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

University of Pennsylvania, Estados Unidos

Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto, Portugal

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Alemanha

Universidad Nacional del Litoral, Argentina

Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo Campinas, Brasil

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Universidade Positivo, Curitiba, Brasil

Desenvolvimento pesquisa

Caio Cavalcanti

Erick Bromerschenkel

Giordana Pacini

Isadora Tebaldi

Loan Tammela

Rebecca Borges

Roberto Costa Matta

Apoio Local

Cintia Mechler,

Julia Nodari,

Lais Kaori,

Nicolle Prado,

Pedro Engel,

Thiers Freire,

Vinícius Lucena