

# Experimentação projetual no ensino de arquitetura apoiada por tecnologia de fabricação digital

## *Design Experimentation in the teaching of architecture supported by digital manufacturing technology*

**David Moreno Sperling**

*Núcleo de Estudos das Espacialidades Contemporâneas (NEC.USP), Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, Brasil*  
sperling@sc.usp.br

**Marina Rodrigues de Oliveira**

*Grupo de Pesquisa Arquitect, Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, Brasil*  
marina.roliveira@gmail.com

**Abstract:** *This article presents and discusses a teaching experience carried out with the first class of the course of Architecture and Urbanism of the Institute of Architecture and Urbanism, University of Sao Paulo (Sao Carlos, Brazil), with the initial goal of learning the software Rhinoceros. "Forms in motion" was structured in four key questions: conceptual investigation, design experimentation, use of digital devices of modeling and prototyping, relationships between spatial creation and the city.*

**Palabras clave:** formal emergence; design investigation; Rhinoceros; rapid prototyping.

### Introdução

O artigo apresenta e discute uma experiência didática realizada com alunos de primeiro ano, em dois meses do segundo semestre de 2010, inserida na disciplina Informática Aplicada à Arquitetura do curso de Arquitetura e Urbanismo do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Carlos, Brasil.

Tendo como objetivo inicial o aprendizado do software Rhinoceros, a atividade foi estruturada por quatro aspectos-chave: investigação conceitual, experimentação projetual, incursão em dispositivos digitais de modelação e prototipagem, e proposição de relações entre criação espacial e cidade.

### Questão 1: investigação conceitual

O título da atividade, "Formas em Movimento", procurou agregar aspectos relevantes tanto para a aproximação dos alunos aos debates teóricos sobre arquitetura digital, quanto para indução de ações exploratórias de projeto.

Forma: "1. *Maneira de ser*. 2. *Feição exterior; aparência*" (Rodrigo, Nuno, Raggiotti, 2004, 416)

Movimento: "1. *Ato ou efeito de movimentar(-se)*. 2. *Deslocamento de um corpo, mudança de posição no espaço*. 3. *Mudança pela qual um corpo está sucessivamente presente em diferentes pontos do espaço*. 4. *Ação, animação*. (...) 9.

*Circulação, agitação produzida por uma multidão de pessoas ou veículos que se move em diferentes sentidos.*" (Rodrigo, Nuno, Raggiotti, 2004, 627).

Em termos teóricos, a noção de "movimento" foi discutida como conceito potente para se pensar aspectos culturais, disciplinares e projetuais. Tomando um campo mais amplo, foram problematizadas a dinâmica de movimento e aceleração da cultura tecnológica contemporânea e seus desdobramentos fenomenológicos (Virilio, 2003; Flusser, 2007), a revisão de estatutos disciplinares da 'arquitetura' (Solá-Morales, 2002), e transformações dos processos projetuais pela incorporação de conceitos científicos e pelo uso de interfaces digitais e artefatos prototipados (Kolarevic, 2003; Sperling, 2008). E, em um recorte específico dirigido ao projeto a ser desenvolvido, outras questões foram discutidas. Por exemplo, como incorporar a noção de "movimento" como dispositivo conceitual? (Berkel; Bos, 2008). Como pensar o "movimento" nas formas e nos espaços arquiteturais? (Schumacher; Schaeffer; Vogt, 2010). Como pensar a arquitetura a partir de relações espaciais entre 'fluxos' e 'fixos'? (Couture; Rashid, 2002)

Outra forma de problematização conceitual para a introdução da noção de "movimento" em arquitetura foi desenvolvida com a realização pelos alunos de seminários de leituras de nove projetos contemporâneos

selecionados previamente segundo três linhas principais de trabalho: “corpos”, “conceitos científicos”, “animações”. Em “corpos”, foram analisados os projetos Turning Torso (2001), de Santiago Calatrava; Moebius House (1998), de UN Studio; e Ether/1 (1995), de dECOi. Em “conceitos científicos”, foram estudados Klein Bottle House (2008), de McBride Charles Ryan; Simmons Hall (2002), de Steven Holl; e Oblique WTC (2002), de NOX. E, em “animações”, os projetos pesquisados foram Embryological House (2001), de Greg Lynn; Of the Road/5speed (1999), de NOX; e IFCCA (1999), de UN Studio.

## Questão 2: experimentação projetual

Como disparadores das experimentações projetuais, foram realizados mapeamentos visuais em vídeo *stop-motion* de processos de emergência formal induzidos pelo homem (processos físico-químicos de liberação de energia, ações mecânicas, magnetismo, transformação de estados da matéria). Foram escolhidos pelos mesmos nove grupos de alunos, os seguintes processos: movimentos de um maestro regendo uma música em três e quatro tempos (grupo 1); comportamento de limalhas de ferro pela proximidade com um ímã (grupo 2); comportamento da tinta-óleo na água (grupo 3); comportamento da tinta de carimbo na água (grupo 4); comportamento de um balão de borracha cheio de água após queda livre de um metro de altura (grupo 5); geração e aspensão de bolhas de sabão (grupo 6); fluxos de fumaça de cigarro (grupo 7); queima de papel (grupo 8); comportamento de uma chama sob vento lateral (grupo 9).

O segundo passo foi dado pela transformação destes vídeos em tiras fotográficas e a seleção de cenas que evidenciassem a síntese da ocorrência do movimento. Uma vez sintetizados imageticamente, os movimentos foram reduzidos a conceitos-chave que verbalmente traduzissem as suas lógicas gerais: ritmo x imprevisibilidade (grupo 1); fragmentação x direcionamento (grupo 2); difusão x densidade (grupo 3); difusão x limite (grupo 4); tensão x elasticidade (grupo 5); tensão x fragilidade (grupo 6); caminhos x permanência (grupo 7); fluidez x velocidade (grupo 8); vibração x efêmero (grupo 9).

Em paralelo às atividades anteriores, os alunos acompanharam tutoriais do Rhinoceros – software escolhido para a atividade pela junção que oferece entre processos de modelagem por controle geométrico/algébrico e modelagem intuitiva (pinçamentos e deformações). Foi, en-

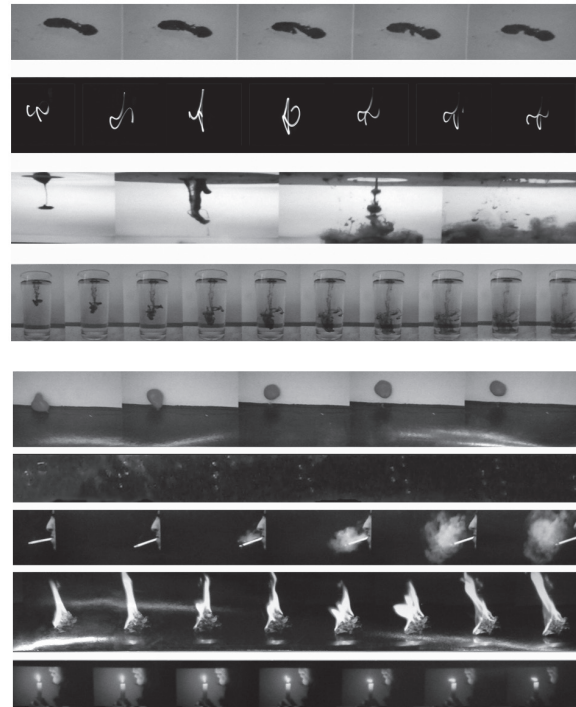


Fig. 1. Tiras fotográficas de mapeamento de movimentos.

tão, solicitado a cada aluno que desenvolvesse com esta plataforma a investigação projetual de uma “especialidade escultural” (forma sem função pré-determinada) a ser implantada em um local que vivenciam cotidianamente – a praça XV, em São Carlos. Três deveriam ser as questões a serem consideradas pelos alunos: a síntese conceitual definida por seu grupo; a procura por coerências entre a síntese conceitual e os procedimentos projetuais com o software; e a inserção urbana do objeto projetado. A coerência entre a síntese conceitual e os procedimentos projetuais investigada pelos grupos resultou na recorrência das seguintes operações: geração de superfícies por curvas conexas/desconexas; geração de superfícies e volumes tangentes (grupo 1); agrupamento, repetição e rotação de elementos semelhantes (grupo 2); geração de superfícies por caminhos e por curvas conexas (grupo 3); extrusão, deformação e conexão de sólidos (grupo 4); deformação de sólidos (grupo 5); vinculação de curvas fechadas e tangência de sólidos; subtração de superfícies (grupo 6); deformação de superfícies e sólidos (grupo 7); extrusão por caminhos (grupo 8); deformação de sólidos e conexão de superfícies (grupo 9).

## Questão 3: uso de dispositivos digitais de modelação e prototipagem rápida

A incursão em dispositivos digitais de modelação e pro-



Fig. 2. Modelos em cartolina, planificados em Pepakura Designer.

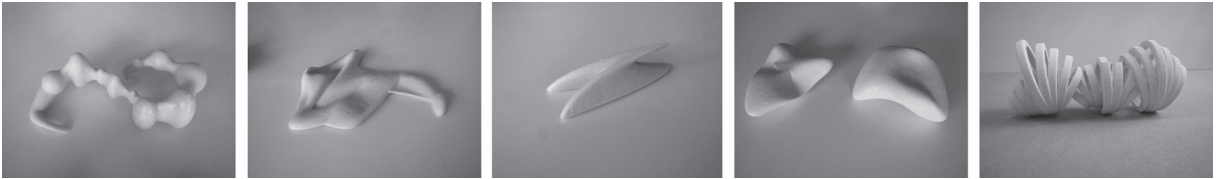


Fig. 3. Modelos prototipados em ZCorp 310.

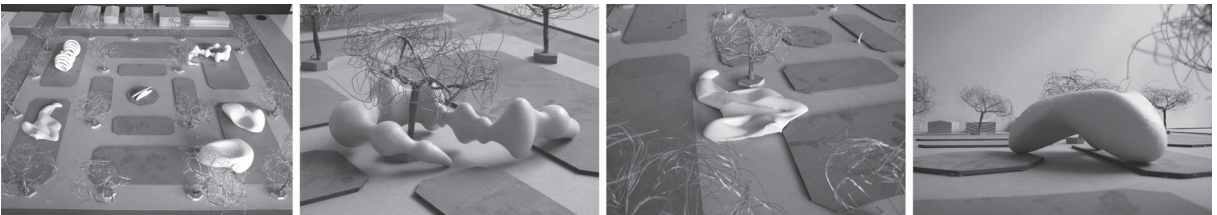


Fig. 4. Modelos prototipados inseridos em maquete urbana.

totipagem iniciada com o projeto em Rhinoceros estendeu-se pela utilização de dois processos de produção de modelos tridimensionais. O primeiro processo utilizou o software Pepakura Designer para a geração da planificação dos modelos, e impressoras jato-de-tinta para impressão das planificações em cartolina, seguidas do corte e colagem manual dos modelos. O segundo processo utilizou impressora 3D Z-Corp 310 do Laboratório de Tribologia do Departamento de Engenharia de Mecânica da EESC-USP para geração dos modelos por deposição de camadas de pó, finalizados com aplicação de resina a base de metacrilato.

A utilização destes diferentes processos de modelagem – que significaram uma ampliação dos processos utilizados usualmente no curso de graduação – permitiu trazer para a atividade uma reflexão epistemológica sobre formas distintas de modelagem (modelagem por superfícies e modelagem por camadas, processos aditivos e subtrativos, automatização, semi-automatização etc).

#### Questão 4: proposição de relações entre criação espacial e cidade

A apresentação final de cada grupo conteve, além dos protótipos de cada aluno, painéis apresentando o tema, as palavras-chave, a tira fotográfica resultante do vídeo *stop-motion* de mapeamento dos movimentos, algumas etapas representativas dos processos projetuais, implan-

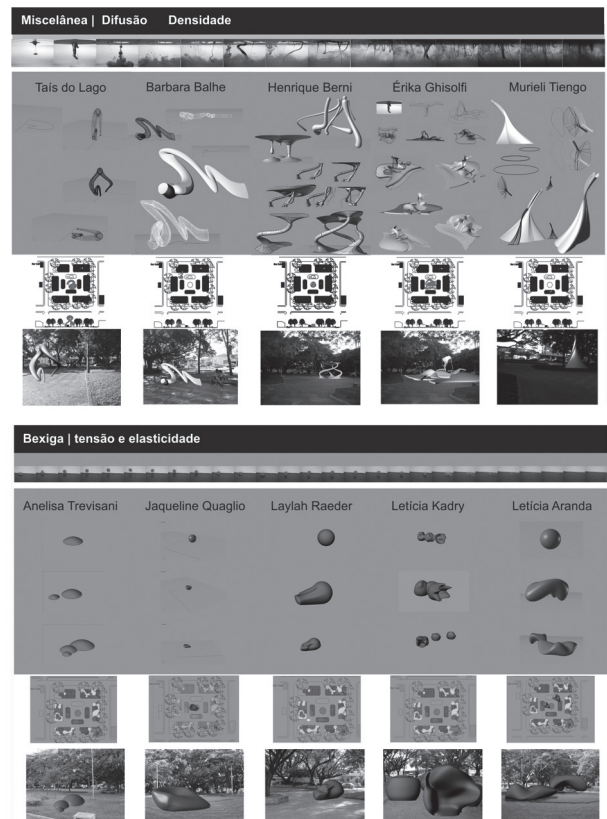


Fig. 5. Painel apresentado pelos Grupos 3 (comportamento da tinta-óleo na água) e 5 (comportamento de um balão de borracha cheio de água após queda livre de um metro de altura).

Como forma de avaliação das relações propostas pe-



los alunos entre os projetos e a cidade, os protótipos das “espacialidades esculturais” foram inseridos em maquete realizada em MDF com tecnologia convencional pelo Laboratório de Modelos, Maquetes e Plástica do IAU-USP. A discussão sobre os trabalhos recuperou, além de aspectos do processo pelo qual os alunos passaram na atividade, os conhecimentos empíricos e fenomenológicos que detinham sobre o lugar de implantação de seus projetos: formas de uso e apropriação do espaço, áreas de estar e fluxos predominantes, áreas ensolaradas e sombreadas, elementos construídos e vegetação etc.

Considerações sobre o processo

Como pano de fundo proposto pela atividade, o método teórico-prático de aprendizado de softwares foi substituído por outro, empírico, baseado no aprendizado por enfrentamento de problemas. Esta inclusão do aprendizado de rotinas de software como parte integrante do processo projetual - entendido como ação investigativa e exploratória, na qual aspectos conceituais, espaciais e tecnológicos estão envolvidos - mostrou-se efetiva, não só pelo grande envolvimento dos alunos com a proposta, como pela qualidade significativa dos trabalhos desenvolvidos, em uma atividade que em sua totalidade teve a duração de dois meses.

Por fim, a atividade reforça a relevância de atividades de ensino-aprendizagem que operam por meio de transversalidades entre saberes e fazeres. O seu resultado é estimulante no sentido da aproximação de alunos de primeiro ano de um curso de Arquitetura e Urbanismo com a produção contemporânea da arquitetura na qual estas transversalidades atuam.

## Agradecimentos

Ao professor Jonas Carvalho, pela utilização do Laboratório de Tribologia do Departamento de Engenharia Mecânica da EESC-USP.

Ao Laboratório de Modelos, Maquetes e Plástica do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da USP pela confecção de maquete urbana.

## Bibliografia

Berkel, B.; Bos, C. 2008. *Move*. Amsterdam: Architectura & Natura.  
Couture, A.; Rashid, H. 2002. *Asymptote: Flux*. London: Phaidon Press.  
Flusser, V. 2007. *O mundo codificado: Por uma filosofia do design e da comunicação*. São Paulo: Cosac & Naify.

Kolarevic, B. 2003. *Architecture in the digital age: design and manufacturing*. London: Spon Press.

Rodrigues, D.; Nuno, F.; Raggiotti, N. (coord.) 2004. *Larousse ilustrado da língua portuguesa*. São Paulo: Larousse do Brasil.

Schumacher, M.; Schaeffer, O.; Vogt, M. 2010. *Move*. Basel: Birkhäuser Architecture.

Solá-Morales, I. 2002. *Arquitectura Líquida*. Em I. Solá-Morales, *Territórios* (páginas 123-135), Barcelona: Gustavo Gili.

Sperling, D. M. 2008. Entre conceitos, metáforas e operações: convergências da topologia na arquitetura contemporânea, *Gestão & Tecnologia de Projetos*, 3, 24-55.

Virilio, P. 2003. *O espaço crítico e as perspectivas do tempo real*. São Paulo: Ed. 34.