



# GESTÃO E TECNOLOGIA DE PROJETOS

Design Management and Technology

2016 jan.-jun.; 11(1) (2)

Uma publicação do  
**Instituto de Arquitetura e Urbanismo**  
Universidade de São Paulo



© Gestão e Tecnologia de Projetos

Esta revista oferece acesso livre imediato ao seu conteúdo, seguindo o princípio de que disponibilizar gratuitamente o conhecimento científico ao público proporciona maior democratização mundial do conhecimento.

**Periodicidade**

Semestral

**Tiragem**

revista eletrônica



iau usp

**Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo [IAU-USP]**

Avenida Trabalhador São-Carlense, 400 - Centro

13566-590, São Carlos - SP, Brasil

Telefone: +55 16 3373-9311

Fax: +55 16 3373-9310

www.iau.usp.br

**Ficha Catalográfica**

Gestão e Tecnologia de Projetos / Universidade de São Paulo.  
Instituto de Arquitetura e Urbanismo. - v. 1, n. 1 (2006) - .  
- São Carlos: USP, 2006 -

Semestral

ISSN 1981-1543

1. Processos e tecnologias de projetos - Periódicos.  
Arquitetura. I. Universidade de São Paulo. Instituto de  
Arquitetura e Urbanismo.

**Apoio**

Programa de Apoio às Publicações Científicas Periódicas da USP - SIBI USP

**Bases de Indexação e Divulgação**



**Produção e Assessoria Editorial**

**TIKINET**

## 5 EDITORIAL

*Eugenio Merino, Renato Anelli, Tomás Moreira*

## 7 EXPERIÊNCIA E PARAMETRIZAÇÃO NO PROCESSO DE PROJETO DE APLICAÇÕES DIGITAIS INTERATIVAS

Experience and parameterization in the process of digital interactive applications design

*Cristiane Ellwanger, Vinicius Nunes Rocha e Souza, Alexandre dos Santos Roque, Underléa Miotto Bruscato, Régio Piere da Silva*

## 21 O USO DE MODELADORES TRIDIMENSIONAIS PARAMÉTRICOS NA FORMAÇÃO DE COMPETÊNCIAS DE REPRESENTAÇÃO GRÁFICA E RACIOCÍNIO ESPACIAL NO PROCESSO DE PROJETO

The use of parametric tridimensional modelers in the formation of engineering design graphics and spatial reasoning competencies in design process

*Marcos Martins Borges*

## 39 A PRÁTICA PEDAGÓGICA DA INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS COMO FERRAMENTA DE PROJETO

The pedagogical practice of the integration of construction technologies as a design tool

*Luis Henrique Alves Cândido, Suzane Miritz, Jéssica do Canto Pureza*

## 55 DINÂMICAS QUE ENSINAM: A METODOLOGIA DE PROJETO NO ENSINO DE ARQUITETURA

Lessons learned from lessons given and architectural design methods

*Daniel de Carvalho Moreira, Doris Catharine Cornelia Knatz Kowaltowski, Renata Maria Geraldini Beltramin*

**71 O ACORDO ENTRE O SENSÍVEL E O INTELIGÍVEL**

The agreement between the sensible and the intelligible

*Maria Fernanda Andrade Saiani Vegro*

**83 AVALIAÇÃO DA ANÁLISE CRÍTICA COLETIVA DE PROJETO SOB A ÓTICA DOS ESTUDANTES DE ARQUITETURA E URBANISMO**

Evaluation of collective critical analysis of design from the perspective of architecture and urbanism students

*Paula Barros*

**95 PROJETO DE ARQUITETURA: PROCESSO ANALÓGICO OU DIGITAL?**

Architecture design: analogic or digital procedure?

*Paulo Afonso Rheingantz*

**103 O PAPEL DO ARQUITETO EM EMPREENDIMENTOS DESENVOLVIDOS COM A TECNOLOGIA BIM E AS HABILIDADES QUE DEVEM SER ENSINADAS NA UNIVERSIDADE**

The role of the architect in projects supported by BIM technology and the skills that should be taught in university

*Maria Bernardete Barison, Eduardo Toledo Santos*

**121 ENSINO DO URBANISMO NOS CURSOS DE ARQUITETURA E URBANISMO: TECENDO A COMPREENSÃO DA CIDADE PARA A ATIVIDADE PROJETUAL**

Urban planning teaching in Architecture and Urbanism courses: weaving the understanding of the city for design activity

*Mônica Peixoto Vianna, Débora Barros Cavalcanti*

## Editorial Volume 11 Número 1 Junho de 2016

As constantes transformações no modo de projetar objetos, edifícios e cidades não decorrem diretamente das mudanças tecnológicas e organizacionais dos meios de produção. Seria mais fácil entendermos o ato de projetar se tal relação fosse de mera causa e efeito. Não o sendo, entramos em um emaranhado de métodos e práticas decorrentes de diferentes campos do conhecimento que exigem o exame atento para que sejamos capazes de nos situarmos. Esta edição procura trazer subsídios para tal exame com foco na formação profissional.

Parte-se, obviamente, do projeto como prática que não se restringe aos arquitetos urbanistas e sua densa cultura disciplinar formada historicamente. O projeto aqui é transdisciplinar, abrangendo diversas áreas profissionais que produzem o ambiente construído. O foco é um exame dos processos de ensino-aprendizado em cursos de Arquitetura e Urbanismo, Design e Engenharia, apresentando questionamentos, experiências e reflexões sobre as práticas inovadoras de ensino-aprendizagem.

Neste âmbito, esse número da revista reforça seu caráter multidisciplinar pela proposição do tema e por provocar discussões sobre os processos de transformação do ensino-aprendizagem, de suas formas de organização e prática. Nesse sentido, é surpreendente a diversidade de referências teóricas e de métodos agenciada em uma prática que, por receber uma mesma denominação – “projeto” – aparenta ser sempre a mesma em áreas diversas.

Entre os artigos aqui selecionados, predomina o problema das transformações do projeto pelas técnicas de informação digitais. Ainda que elas tenham se iniciado no Brasil ainda na década de 1980, com a popularização dos programas CAD, os novos paradigmas da parametrização *Building Information Modeling* (BIM) – em português, Modelagem da Informação da Construção – ainda tensionam a relação entre projeto e cadeia produtiva. Seus impactos nos processos de criação da forma, tradicionalmente entendidos como subjetivos, ainda desafiam a avaliação de professores e alunos.

O artigo de Cristiane Ellwanger, Vinicius Nunes Rocha e Souza, Alexandre dos Santos Roque, Underléa Miotto Bruscato e Régio Piere da Silva, “Experiência e parametrização no processo de projeto de aplicações digitais interativas”, abre o conjunto de artigos. Nesse primeiro ensaio, impõem como pauta os delineamentos e práticas de design, demonstrando como a prototipação pode se beneficiar da parametrização na concepção de sistemas computacionais. O método de análise para a qualificação do processo projetual é estabelecido por meio do entendimento de conceitos que permeiam os contextos experienciais e interacionais (imersão), na estruturação de ideias (ideação) que delineiam uma solução passível de implementação (prototipação) e na sua posterior validação.

Neste primeiro conjunto de discussões, Marcos Martins Borges aventa as questões sobre os atuais paradigmas de representação e desenvolvimento de projeto de produtos vinculados aos processos de ensino e aprendizagem da expressão gráfica. O autor busca compreender e aplicar os conteúdos de representação gráfica e a prática de projeto. Nesse sentido, o artigo ratifica a importância do uso de modeladores tridimensionais paramétricos no contexto das metodologias de ensino e aprendizagem de representação gráfica e raciocínio espacial no processo de projeto.

Numa reflexão complementar e de adesão às teses apresentadas nos dois primeiros artigos, Luis Henrique Alves Cândido, Suzane Miritz e Jéssica do Canto Pureza defendem a prática pedagógica orientada pela integração do projeto virtual e sua análise física. Para tanto, eles destacam que a aplicação de práticas construtivas pode ser orientada pela fabricação de modelos, protótipos e maquetes.

O resultado aponta para a relevância da integração de processos tecnológicos com práticas manuais, proporcionando um fluxo contínuo e dinâmico de aprendizagem orientada para a resolução de problemas funcionais e construtivos.

Os artigos subsequentes abordam a qualificação e fortalecimento de processos de projeto de arquitetura. Com o artigo “Dinâmicas que ensinam: a metodologia de projeto no ensino da arquitetura”, Daniel de Carvalho Moreira, Doris Catharine Cornélie Knatz Kowaltowski e Renata Maria Geraldini Beltramin discutem dinâmicas de ensino dentro de disciplinas de graduação e pós-graduação, ressaltando que as dinâmicas para análise de projeto estimulam novos pontos de vista e oferecem alternativas ao projetista na resolução de problemas.

Maria Fernanda Andrade Saiani Vegro contribui com o artigo intitulado “O acordo entre o sensível e o inteligível”, que identifica a perda da capacidade de percepção e sensibilidade visual pelos estudantes que preferem a busca por respostas rápidas de projeto. Aqui, através da fenomenologia do filósofo Merleau-Ponty, a autora procura desenvolver com os estudantes sua capacidade de pensar nas escalas do edifício, da cidade e da paisagem.

Paulo Barros reflete sobre uma experiência inovadora que prioriza o desenvolvimento da capacidade crítica dos estudantes. Questionando os limites da rígida estrutura hierarquizada do ensino, o artigo descreve os esforços de construção de um ambiente de ensino-aprendizagem mais horizontal.

Rheingantz nos convida a aprofundar o dilema entre o analógico e o digital como ferramenta de concepção e comunicação de projeto arquitetônico. Sua abordagem pretende superar as frequentes listas de vantagens e desvantagens do uso da informatização no processo projetual apontando que este confronto é uma falsa questão.

Barison e Santos apontam a necessidade de ensinar novas habilidades tecnológicas nos cursos de arquitetura e urbanismo e especificamente qual seria o papel do arquiteto em empreendimentos desenvolvidos com tecnologia BIM. A partir do detalhamento de um modelo teórico de fluxo de trabalho com tecnologia BIM, os autores apresentam a inserção do arquiteto nessas etapas e um quadro com os conhecimentos, habilidades e atitudes exigidos para tal. A partir desse perfil de arquiteto, discutem a inclusão do BIM em disciplinas e conteúdos dos cursos de arquitetura e urbanismo no Brasil.

Voltado à introdução ao urbanismo no início de um curso, Peixoto Vianna e Barros Cavalcanti questionam a predominância de visões universais em detrimento ao conhecimento local, e esse desbalanceamento seria responsável pela perda da relevância social dos arquitetos urbanistas.

O conjunto de artigos aqui reunidos permite uma contribuição ampla e consistente para o debate de diferentes concepções de ensino-aprendizagem presentes na formação de profissionais responsáveis pelo ambiente construído.

**Eugenio Merino**  
**Renato Anelli**  
**Tomás Moreira**  
Editores

# EXPERIÊNCIA E PARAMETRIZAÇÃO NO PROCESSO DE PROJETO DE APLICAÇÕES DIGITAIS INTERATIVAS

Experience and parameterization in the process of digital interactive applications design

Cristiane Ellwanger<sup>1</sup>, Vinicius Nunes Rocha e Souza<sup>1</sup>, Alexandre dos Santos Roque<sup>2</sup>, Underléa Miotto Bruscato<sup>1</sup>, Régio Piere da Silva<sup>1</sup>

**RESUMO** Experiências de projetistas se retratam nos protótipos por eles desenvolvidos, os quais são de suma importância para a formação de conceitos, principalmente na fase de projeto e de concepção de sistemas computacionais. Diante disso, o presente artigo tem como objetivo demonstrar como a prototipação pode se beneficiar da parametrização na concepção destes sistemas. Para isso, o processo projetual, exposto neste artigo, é estabelecido metodologicamente pelo entendimento de conceitos que permeiam os contextos experienciais e interacionais (imersão); na estruturação de ideias (ideação) que delineiam uma solução passível de implementação (prototipação) e na sua posterior validação. Como resultado, é proposta uma solução computacional constituída por um sistema embarcado e validada por testes funcionais que retratam que a modelagem paramétrica favorece o estabelecimento de relações e correlações entre os componentes utilizados na prototipação, e demonstram que a parametrização auxilia tanto na criação quanto no redesenho de sistemas computacionais interativos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Experiência, Parametrização, Processo de projeto.

**ABSTRACT** Designers' experiences are reflected on prototypes developed by them, which are of paramount importance to the formation of concepts, especially in the design and design of computer systems phases. Therefore, this article demonstrates how prototyping can benefit from the parameter in the design of these systems. To make it happen, the design process, exposed in this article, is established methodologically by the understanding of concepts that spread through the experiential and interactive contexts (immersion), in the structuring of ideas (ideation) that delineate one solution liable to implementation (prototype) and its subsequent validation. As a result, a computational solution that consists of an embedded system is proposed, validated by functional tests that show that parametric modeling hold up the establishment of relations and correlations between the components used in prototyping, and demonstrate that the parameter assists both the creation and the redesign of interactive computer systems.

**KEYWORDS:** Experience, Parameterization, Design Process.

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

<sup>2</sup> Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI

**How to cite this article:**

ELLWANGER, C.; SOUZA, V. N. R. S.; ROQUE, A. S.; BRUSCATO, U. M., SILVA, R. P. *Gestão e Tecnologia de Projetos*, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 7-20, jan./jun. 2016.  
http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v11i1.96827

**Fonte de financiamento:**

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

**Conflito de interesse:**

Declararam não haver

**Submetido em:** 26 mar. 2015

**Aceito em:** 25 ago. 2015



## INTRODUÇÃO

O avanço significativo de tecnologias de informação e de comunicação remete às diferentes tecnologias com as quais as pessoas interagem cotidianamente. As transformações tecnológicas e suas consequências sociais, éticas, culturais, educacionais, ambientais, dentre outras se processam em um ritmo acelerado e dinâmico, propiciando novas formas de comunicação, interação e experiência. Além disso, evidenciam a necessidade de se buscar novos modelos, novos métodos e novas abordagens para o design em contextos interacionais (PORTUGAL, 2013).

Nesse contexto, as teorias direcionadas ao Design Experiencial (DE) salientam a importância de se projetar para a experiência e à complexidade atrelada às variáveis envolvidas nesse processo. Considerações de diversos autores ressaltam a subjetividade de contextos experienciais e demonstram seus esforços na coleta e análise dos diferentes tipos de dados provenientes da interação que se tem com as mais diferentes tecnologias e com as soluções propostas que se debruçam sobre estas (MCLELLAN, 2000; SURI, 2003; FORLIZZI et al., 2003; HAYASHI, 2013). O apontamento de técnicas para o melhor direcionamento de projetistas ou que sirvam de subsídio para que se possam aplicá-las e contemplá-las no processo de desenvolvimento de sistemas computacionais interativos, ampara-se na literatura e justifica-se devido à complexidade atrelada a contextos experienciais (JÄÄSCO et al., 2003; BUCCINI, 2008; HOWARD, 2011; GARRET, 2011; HASSENZAHN, 2013).

Salienta-se a importância das pesquisas que contemplam o DE e a sua ênfase e foco nas pessoas que se utilizam de tecnologias (usuários). Entretanto, o presente artigo tem por intuito direcionar a atenção não aos aportes teóricos que fundamentam essa perspectiva e que estão em evidência na literatura, mas aos delineamentos e práticas de design que se consolidam para alcançá-la. Isso se faz necessário, tendo em vista que um dos grandes desafios da abordagem do DE é contemplar, na prática do design, os aportes teóricos que subsidiam as características inerentes ao design (FORLIZZI, 2003).

Por este motivo, o viés experiencial (o DE), sob a práxis de projetistas, pode se revelar bastante útil quando integrado à modelagem paramétrica (Design Paramétrico – DP). Isso porque o DE ampara-se em uma abordagem mais ampla que o design tradicional ao se direcionar à criação de experiências ao invés de se direcionar simplesmente a produtos e serviços; ao considerar a visualização de todo o ciclo de vida de um produto; ao dar ênfase no estabelecimento de uma relação com indivíduos e não com uma massa de consumidores e em sua constante preocupação em propiciar a criação de um ambiente que conecte o usuário emocionalmente, agregando valor às suas experiências de compra e uso (AIGA, 2001).

Aliado ao DE, o DP pode oferecer contribuições para que experiências sejam significativas, visto que a adoção de parâmetros em um projeto exige a definição de relações e interconexões entre elementos distintos e variados a serem utilizados e determinados pelos projetistas, contribuindo para a integração e associação entre as partes que compõe o projeto. Somados a esses aspectos, favorecem os *insights* criativos ao estabelecer relações e definições estruturais de um produto como parte integrante do processo de design e por permitir o estabelecimento de relações e procedimentos que aprimoram o projeto como um todo (WOODBURY, 2010).

Assim, o presente artigo tem por intuito salientar a importância da experiência de projetistas no desenvolvimento de sistemas computacionais interativos e de sua práxis no processo de projeto para a experiência do usuário, apresentando inferências que remetem à convergência e à interoperabilidade tecnológica e as contribuições da modelagem paramétrica para o processo projetual. Além disso, retrata representações de conhecimento dos projetistas, originárias deste processo e demonstra como aportes teóricos aqui formalizados se retratam em sua prática.



## PROCESSO DE PROJETO PARA A EXPERIÊNCIA

O crescimento exponencial de desenvolvimento e o uso de diversas tecnologias de informação e de comunicação direcionadas a diferentes propósitos evidenciam características cada vez mais necessárias como mobilidade, capacidade de processamento e disponibilidade de informações sem restrições de tempo e de espaço. Entretanto, pensar no desenvolvimento de tecnologias pode remeter a uma determinada situação, enquanto pensar na interação que esse processo de desenvolvimento vai gerar leva a outra, pois a todo momento se interage com diferentes tipos de tecnologias.

Assim, a experiência advém da interação, ou seja, da manipulação de recursos (sejam eles computacionais ou não), e do uso que se faz destas tecnologias. Logo, a interação preconiza no comportamento das pessoas em relação a outras pessoas e aos sistemas por elas utilizados. Tem como pressuposto a ação recíproca em que indivíduos e objetos influenciam-se mutuamente. Diferencia-se de interatividade, por esta referenciar a capacidade ou o potencial que um sistema apresenta de propiciar a interação, estabelecendo-se como um pré-requisito para a mesma (FIALHO, 2001).

Sob esta perspectiva o projeto de produtos interativos usáveis requer a observância de seu contexto de uso (quem e onde os mesmos serão utilizados), além da compreensão do tipo de atividade que as pessoas realizam ao interagirem com determinado produto ou serviço (ROGERS; SHARP; PREECE, 2005; 2013). Diante disso, Garrett (2011) salienta que a experiência do usuário é definida por meio do comportamento do produto (objeto) e da forma com que o mesmo é utilizado, ou seja, advém do contato (interação) do usuário com o produto (objeto), indo além das funcionalidades e recursos a ele inerentes.

Já, na concepção de Cybis e Pereira (2010) a experiência do usuário pode ser vista como o conjunto de todos os processos, sejam eles físicos, cognitivos ou emocionais, provenientes da interação do usuário com um determinado produto/serviço, em momentos que vão desde a expectativa da interação, à interação propriamente dita e à reflexão após a interação, considerando um determinado contexto de uso, seja ele físico, social ou tecnológico. Neste contexto interacional e experiencial, em que ferramentas computacionais dão suporte ao processo de projeto de soluções, experiências de projetistas se refletem sob as soluções por eles propostas – o que, na maioria das vezes, exige uma ampla gama de conhecimentos e habilidades.

Para Benyon (2013), sistemas computacionais interativos voltam-se à exibição, ao armazenamento ou à transformação de informações passíveis de serem percebidas pelas pessoas. Fundamentam-se sob os aportes teóricos relacionados à área de IHC (Interação Humano-Computador) e requerem de projetistas conhecimentos e habilidades que envolvem o estudo e o entendimento das aspirações humanas, dos contextos nos quais uma determinada tecnologia pode se revelar útil, das possibilidades que a tecnologia escolhida pode oferecer, bem como, dos demais aspectos que envolvem o projeto de soluções tecnológicas que combinem com as pessoas, com as atividades realizadas por elas e com os contextos em que estas atividades ocorrem.

Assim, o DE delinea a experiência de projetistas na concepção de sistemas computacionais interativos. Por outro lado, o DP possibilita o aprimoramento dessa experiência, a partir do ajuste de parâmetros e das inferências que podem ser realizadas sob estes parâmetros.

## DESIGN PARAMÉTRICO – CONTRIBUIÇÕES

O DP pode oferecer contribuições para que experiências sejam significativas, pois a adoção de parâmetros em um projeto exige a definição

de relações e interconexões entre vários elementos distintos e variados. Na concepção de Woodbury (2010), a utilização do DP no processo projetual favorece a verificação de como estas partes podem ser associadas e integradas e favorecem os *insights* criativos.

Além disso, projetos podem ser mais bem delineados, estruturados e reestruturados quando se utilizam de parâmetros, tendo em vista que, neste caso, são considerados o projeto e suas especificidades e não a sua forma. A parametrização permite contemplar estas especificidades, à medida que parâmetros se estabelecem como elementos variáveis e quantificáveis que permitem a configuração de um objeto ou de um produto, considerando as relações existentes entre os elementos que o compõem, ou ainda, as relações existentes entre as relações estabelecidas (KOLAREVIC, 2009).

Estas características viabilizam a aplicação de técnicas digitais, as quais se estabelecem por meio de algoritmos implícitos que não se expressam numa forma específica. Os parâmetros, integrados a estes algoritmos, ampliam o campo de possibilidades formais e arquiteturais de um produto, propiciando a manipulação de relações e a constituição de geometrias associativas que não são soluções fixas. Assim, todas as partes que compõem um determinado produto correspondem a um todo integrado e se modificam de maneira sistemática e coordenada, estabelecendo conexões, onde poucos elementos que compõem um projeto podem ser modificados, sem perda de suas funcionalidades.

Em termos de programação, isso favorece a diversidade e amplia as possibilidades de se criar e recriar produtos, dado que no DP são os parâmetros de um projeto específico que são declarados e não a sua forma e no qual técnicas digitais configuram-se através de algoritmos implícitos. Assim, parâmetros podem ampliar o campo de possibilidades formais da arquitetura através da manipulação de relações, favorecendo a concepção de geometrias associativas que não são soluções fixas (WOODBURY, 2010) (KOLAREVIC, 2005, 2009).

Cada parâmetro contém um potencial real para se tornar um dado que conseqüentemente modifica outros parâmetros. Entretanto, são vistos como entidades únicas, irredutíveis entre si e constituem-se como a base fundamental para a constituição do processo de fabricação digital (PARISI, 2013).

## **A IMPORTÂNCIA DA PROTOTIPAÇÃO PARA APLICAÇÕES INTERATIVAS**

Técnicas de modelagem e prototipação digital auxiliam na redução de tempo de lançamento de um determinado produto ao permitir simulações e correções rápidas no projeto (ESPINOZA; SCHAFFER, 2004) e são fatores determinantes para o sucesso do produto, pois custos com correções no desenvolvimento do projeto aumentam significativamente na medida em que as etapas do projeto avançam (BACK et al., 2008; HALLGRIMSON, 2012). Diante disso, protótipos podem ser utilizados para resolver problemas de projeto e melhorar a compreensão que se tem do produto em desenvolvimento. Dentre outros usos, eles podem auxiliar a geração de ideias, testes com o usuário, comunicação e verificação de requisitos de projeto.

Na geração de ideias, protótipos devem ser produzidos de forma rápida e sem preocupações com detalhes, pois o objetivo é verificar experimentalmente a viabilidade de uma proposta de solução por meio da exploração de diferentes aspectos do produto físico, como materiais, tecnologias, forma e função. Para isso, protótipos podem ser desenvolvidos em paralelo, considerando diferentes aspectos, como aparência e função. Protótipos em tamanho real também determinam o fluxo de tarefas e os

requisitos de projeto. Assim, podem ser testados requisitos ergonômicos, tais como ajustes, medidas e questões cognitivas. Entretanto, é necessário explicitar quais testes e tipos de tarefas serão realizados pelo usuário para que um protótipo seja construído de forma adequada.

Um dos mais significativos usos do protótipo físico está na realização de testes que envolvam a participação de usuários, no entanto, eles também servem para que projetistas possam verificar se uma determinada aplicação funciona conforme o esperado, possibilitando que interferências possam ser realizadas sob ela, antes que testes com usuários sejam realizados. Ademais, protótipos físicos e digitais podem auxiliar na comunicação eficaz entre a equipe de desenvolvimento e os *stakeholders* (interessados e envolvidos no processo de projeto), pois esboços digitais favorecem a criação de modelos e oferecem a possibilidade de se gerar muitas variações do projeto a partir do ajuste de parâmetros geométricos. Apresentam a possibilidade de incorporar propriedades de materiais de fabricação e restrições lógicas de montagem em parâmetros, sendo possível até mesmo responder ao ambiente e ser associativo em sentido mais amplo (HENSEL; MENGES, 2008) (HALLGRIMSON, 2012).

Hensel e Menges (2008) salientam ainda que o DP permite o reconhecimento de padrões de comportamento geométrico e capacidades performativas relacionados, e tendências do sistema. No contínuo *feedback* com o ambiente externo, essas tendências comportamentais podem informar o desenvolvimento ontogenético de um sistema específico, através de diferenciações paramétricas e suas sub-localizações. Segundo Aish e Woodbury (2005), a indústria tem direcionado a atenção para sistemas que possibilitam a manipulação de artefatos de forma paramétrica. Isso ocorre pelo fato dessa forma de representação admitir uma rápida mudança de dimensões de concepção e de estrutura. Entretanto, a parametrização aumenta a complexidade tanto da tarefa a ser desenvolvida quanto do design de interface utilizado pelos projetistas, visto que eles modelam não apenas o artefato que está sendo projetado, mas uma estrutura conceitual orientada a variações.

Diante disso, o uso da parametrização tem impactos positivos e negativos. Na concepção de Aish e Woodbury (2005), positivos no sentido dela maximizar a busca por modelos mais adaptados ao contexto e isso pode facilitar a descoberta de novas formas e tipos de formas, reduzir o tempo e o esforço necessários para as mudanças e reutilização de um determinado artefato, além de facilitar a produção de melhores entendimentos sobre a estrutura conceitual do artefato a ser projetado. Sob o aspecto negativo, ela pode exigir esforços adicionais, considerando-se a complexidade de decisões de design que ela agrega em si.

O fato de variáveis independentes serem diretamente manipuladas a partir de uma interface retrata uma característica emergente de que sistemas que contemplam o DP podem, de certa forma, ser sua própria interface. Contudo, projetistas direcionam grandes esforços na modelagem de estruturas gráficas que remetem a outras estruturas gráficas. Tais padrões de consumo tem sido o impulso para o desenvolvimento de aplicações mais genéricas que, com efeito, se refletem nos elementos de componentes generativos de interfaces de usuário (AISH; WOODBURY, 2005).

Todavia, faz-se necessário compreender como as diferentes tecnologias, utilizadas no processo de fabricação digital, conectam-se entre si e como podem ser interoperáveis. A parametrização em um processo projetual não deveria limitar-se aos aspectos relacionados à gênese da forma, mas sim na importância de se definir parâmetros que definem as relações e a vontade de projetistas em considerar a observação, a representação e a performance como referências estabelecidas de modo a se tornarem partes integrantes de um processo de projeto mais amplo e colaborativo (SCHEEREN; SPERLING, 2013).

## CONVERGÊNCIA E INTEROPERABILIDADE EM PROCESSOS PROJETUAIS

Embora os sistemas computacionais estejam limitados ao conjunto de funções pré-definidas pelas “escolhas a partir das quais o próprio sistema que as enuncia foi configurado” (FRAGOSO, 2005), eles devem ser provenientes de um processo que extrapole os meandros que os deu origem, considerando uma abordagem “pragmática que não seja somente centrada em aspectos técnicos, nem no social, mas capaz de respeitar a dinâmica não hierárquica e não linear de suas relações” (LATOUR, 2001).

O objeto em si, bem como o debatido binômio forma-função já não serve mais. Na concepção de Latour, complementada por Manzini (2004), “passamos dos objetos aos projetos, da aplicação à experimentação, de um mundo sólido a um mundo fluido, pensado e construído sob a estabilidade dos objetos, cuja verdadeira essência é a variabilidade dos projetos e a dinâmica das interações”. No entendimento do autor isso desacomoda e desestabiliza a zona de conforto de designers, firmada sobre um mundo sólido do passado, no qual “containers disciplinares” seguros retratavam a posição de qualquer um, pela definição de sua própria identidade profissional.

Atualmente essas definições profissionais e disciplinares se dissolvem e qualquer um deve, continuamente, redefinir a si mesmo suas capacidades e competências (MANZINI, 2004). A variabilidade de projetos e a dinâmica das interações, exposta por Latour, referendada e complementada por Manzini (2004), são resultantes de um processo projetual que considera e aprecia a convergência e a interoperabilidade tecnológica em e entre interfaces que compõem os sistemas computacionais a serem desenvolvidos e nas quais as características físicas dos dispositivos, a forma de interação e elementos transientes, definidos em interfaces, corroboram para a constituição do sistema como um todo, o que requer uma “abordagem de modelagem que contemple as restrições de projeto em detrimento destas especificidades” (PRESSMAN; LOWE, 2009).

Ademais, faz-se necessário compreender as características e particularidades inerentes aos próprios dispositivos, seus diferentes formatos e formas de conexão. Conexões essas que estabelecem a forma com que dispositivos conectam-se com tecnologias públicas (*checkouts*), com diferentes tipos de dispositivos de exibição (projetores, televisores), com recursos físicos como RFID (*Radio Frequency Identification*), microcontroladores, NFC (*Near Field Communication*), bem como dispositivos que requerem padrões específicos de comunicação (*wifi*, *bluetooth*) (BENYON, 2011).

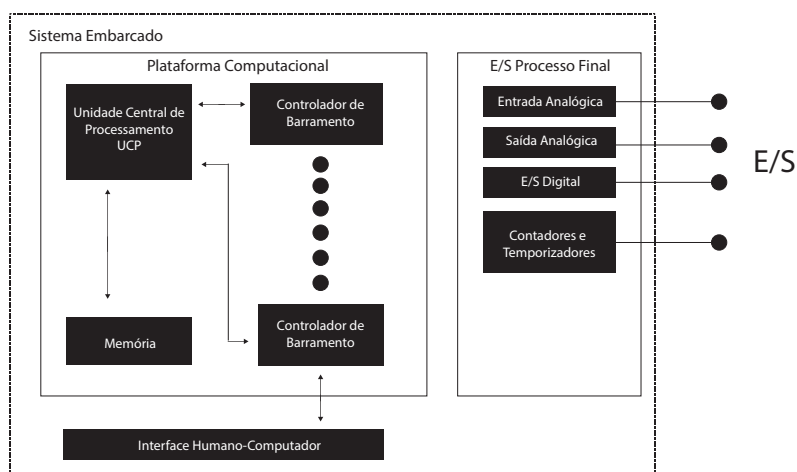
Diante desses aspectos e considerações o autor salienta que a definição e delineamento de requisitos para a concepção, o desenvolvimento, a estruturação e a reestruturação de soluções se apresentam como um grande desafio aos projetistas de sistemas computacionais interativos, pois requer além do entendimento de como pesquisar pessoas, a compreensão de como elas interagem com diferentes tipos de dispositivos, agregando-se ainda as aplicações projetadas sobre estes dispositivos. Cenários de produção no campo do design se estabelecem de forma múltipla, fluida e dinâmica, conduzem projetistas a aprender a lidar com o excesso de informação, valendo-se de novas ferramentas, instrumentos e metodologias que lhes permitam compreender e gerenciar a complexidade, característica dos contextos culturais contemporâneos (PRESSMAN; LOWE, 2009).

Assim, a partir da prototipação, projetistas se voltam à compreensão e ao entendimento de como características como interoperabilidade e convergência se apresentam nas ferramentas computacionais que lhes dão suporte ao processo projetual, considerando-se que a interoperabilidade consiste na capacidade que um sistema ou uma aplicação apresenta para interagir com outros sistemas, a um custo baixo e sob uma abordagem

flexível (MERTINS et al., 2014). Em grande parte tais características se apresentam sob a forma de sistemas computacionais embarcados, os quais se inserem em diferentes contextos. São responsáveis por tarefas importantes, desde o controle de equipamentos domésticos ou de entretenimento até sofisticados sistemas de controle aéreo. Referenciados na literatura como sistemas embutidos ou sistemas dedicados, direcionam-se ao controle de um determinado ambiente ou dispositivo físico.

De acordo com Broekman (2003) um sistema embarcado é definido como um sistema computacional especializado que faz parte de uma máquina ou de um sistema maior, que podem ser encontrados em uma ampla variedade de equipamentos. Muitas vezes, despercebidos integram-se a artefatos eletrônicos, como celulares, relógios, televisores, equipamentos médicos, automóveis, videogames e uma série de outros produtos que moldam praticamente todas as atividades humanas, e com os baixos custos tecnológicos atuais, tendem a aumentar sua presença no cotidiano das pessoas (LI; XIONG, 2005).

O projeto de sistemas embarcados é complexo e normalmente requer processos similares aos usados no desenvolvimento de software, e da mesma forma, testes realizados sob estes sistemas devem ser exaustivos, devido ao impacto crítico que uma falha pode gerar no ambiente externo, segundo Yang (2012). De forma simplificada, a Figura 1, ilustra o diagrama de blocos de um sistema embarcado hipotético.



**Figura 1.** Diagrama de blocos de um Sistema Embarcado. Fonte: Adaptado de Yang (2012).

Estes sistemas são compostos de algoritmos de controle que permitem a união de diferentes tecnologias. Sendo assim, plataformas com tais características e com possibilidades de configuração para uso em diferentes contextos são excelentes ferramentas para testes funcionais de produtos que envolvem hardware e software. As plataformas de prototipação rápida, como *Arduino*, *RaspberryPi* e *BeagleBone* são exemplos destes recursos e são amplamente usados atualmente.

Na concepção de Banzi et al. (2005), o *Arduino* é uma plataforma de prototipação eletrônica *open source* baseada em hardware e software flexíveis e fáceis de usar, o que viabiliza a sua utilização na criação de objetos ou ambientes interativos por profissionais de diferentes formações. Projetos no *Arduino* incluem um conjunto hardware/software que permite ao projetista simular e se aproximar do comportamento real de um determinado sistema de controle desenvolvido para uma determinada funcionalidade.

Hodges et al. (2012) salientam que o *Arduino* tem se tornado o padrão de plataforma aberta para prototipagem física ao permitir a interação com objetos físicos, fazendo-se uso de sensores e atuadores, conectados a

microcontroladores. Motivos pelos quais esta plataforma é amplamente aceita na área de computação física (KATO, 2010), pois sua facilidade de aprendizado a torna amplamente utilizada em ensino, em pesquisa e no entretenimento.

A viabilidade de seu uso na fase de projeto está em permitir a definição de características parametrizáveis, e seu propósito geral reside no estabelecimento de ajustes em um dispositivo físico com o envio de sinais de controle para atuadores em reação aos sinais de entrada, provenientes de usuários ou de sensores (WOLF, 2008). Nos processos de fabricação digital, permitem a interação com o ambiente externo e provêm refinamentos em parâmetros do modelo, proporcionado se verificar a viabilidade da aplicação computacional projetada.

## **METODOLOGIA ADOTADA NO PROCESSO PROJETUAL**

A estruturação deste projeto teve início na disciplina de “Processo de Fabricação Digital como Ferramenta de Projeto”, componente curricular do Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS, por uma equipe constituída por uma Doutoranda em Design – Linha de Pesquisa Projeto de Artefatos, um Mestrando em Design – Linha de Pesquisa em Design Virtual, um aluno especial do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da UFRGS, e dois professores orientadores, um com Doutorado em Arquitetura e o outro com Doutorado em Engenharia de Produção.

A metodologia adotada para a busca de soluções viáveis e possíveis foi estruturada em quatro fases principais: imersão, ideação, prototipação e validação, sendo estas fases integradas de forma dinâmica, cíclica e contínua, para concepção de soluções possíveis e passíveis de serem realizadas.

A fase de imersão foi direcionada à compreensão e ao entendimento de concepções sobre a experiência e a interação, bem como a importância do contexto de uso para a formação de conceitos. Amparou-se na pesquisa bibliográfica em artigos científicos que fundamentassem as bases teóricas e serviram de alicerce para realização do processo de projeto.

Na fase de ideação buscou-se adequar o projeto e direcioná-lo, considerando os conhecimentos adquiridos na disciplina de “Processos de Fabricação Digital como Ferramenta de Projeto”. Teve por subsídio as formações de base e o conhecimento dos profissionais envolvidos no projeto para a geração, análise e verificação de alternativas de soluções que proporcionassem uma melhor interação de usuários com a solução proposta e a consequente experiência proveniente desta.

A fase de prototipação constituiu-se da verificação de como componentes digitais poderiam ser integrados e otimizados e da análise dos materiais necessários (microcontroladores, sensores, *leds*) para que a solução adotada fosse factível. Além disso, o funcionamento destes materiais, para a captura de dados provenientes da interação do usuário, e como os mesmos se apresentavam visualmente aos projetistas, também foi objeto de análise.

Na fase de validação foram realizados testes de funcionamento dos componentes utilizados e sua precisão, além da reflexão sobre as ideias concebidas e materializadas sobre a solução proposta, a fim de se estabelecer, estruturar e reestruturar as soluções possíveis.

## **RESULTADOS – REPRESENTAÇÕES DE CONHECIMENTOS**

Representações intermediárias do conhecimento de projetistas provieram da conversa com os materiais por eles manipulados e se formalizaram explicitamente, considerando as etapas anteriormente apresentadas, conforme demonstram as seções subsequentes.



## Imersão – Compreensão do contexto

Na fase de imersão os projetistas voltam-se ao entendimento do usuário, a fim de compreender suas capacidades e limitações, e do contexto em que a aplicação pode ser utilizada. Foram verificadas formas para explorar interações multimodais, em especial interações táteis de usuários, e na forma de contemplá-las por meio do uso de sensores.

As referências utilizadas para a geração do conceito consideraram a arte de se modelar objetos em barro, o uso de dispositivos que favorecem a entrada de dados multimodais e a similaridade de aplicações computacionais que fazem uso de ambientes tridimensionais e modelagem digital.

Nesta etapa, projetistas buscaram contemplar os preceitos de se projetar para a experiência do usuário, conforme referenciados pela Associação Internacional de Artes Gráficas – AIGA (2010), buscando contemplar uma experiência a um público específico e estabelecer um processo projetual que favoreça a criação de um ambiente que conecte o usuário emocionalmente, agregando valor a sua experiência de uso.

Constituiu-se também na análise de ferramentas viáveis de ser aplicadas, considerando o esforço necessário para aprendê-las, o suporte fornecido pelas mesmas à captura de dados da interação e a possibilidade de integração e interoperabilidade entre as ferramentas computacionais a serem utilizadas.

## Ideação – Gerando possibilidades

Tendo em vista que esboços digitais favorecem a criação de modelos e oferecem a possibilidade de se gerar diversas variações do projeto pelo ajuste de parâmetros geométricos, a fase de ideação se voltou para o entendimento relacionado à interação, à experiência de uso da aplicação a ser desenvolvida e à modelagem paramétrica em contextos específicos de uso. Diante disso, a experiência dos projetistas se estabelece a partir da análise de diferentes abordagens, passíveis de serem contempladas, como desenvolvimento de aplicativos para dispositivos móveis, produtos físicos contendo sensores, até o desenvolvimento de software, com diferentes interfaces gráficas, objetivando os conceitos de prototipagem digital.

A partir da verificação, aspectos de convergência e interoperabilidade entre as ferramentas a serem utilizadas (*Rhinoceros*, *Firefly* e a plataforma *Arduino*) e diante da possibilidade de posterior exportação do código fonte da ferramenta *Rhinoceros* para uma plataforma para desenvolvimento de software, foram delineados os primeiros esboços de uma solução (vide Figura 2).

Os esboços iniciais, em baixa e média fidelidade, direcionaram-se a ideia de isolar o usuário da complexidade atrelada à modelagem parametrizada e da consequente estruturação de algoritmos pertinentes à prática dos projetistas, tornando as interfaces de usuário (Sistema Computacional Interativo) mais intuitiva e de fácil utilização.



Figura 2. Esboços iniciais para o entendimento e demonstração da solução proposta. Fonte: os autores (2015).

Diante do exposto, foram estabelecidos alguns requisitos técnicos necessários ao sistema computacional a ser desenvolvido, tais como: capacidade de permitir a interação do usuário de forma tátil, bem como a possibilitar a captura de dados dela provenientes, considerando as oscilações de movimentos táteis do usuário; permitir a realização de ajustes na interface por meio de ícones e menus de forma simples e possibilitando ao mesmo a escolha de objetos a serem modelados; possibilitar a alteração da forma do objeto, a partir dos movimentos do usuário dadas às suas configurações prévias. Esses direcionamentos serviram de base para que a prototipação funcional entre o software e o hardware pudesse ser estabelecida.

### Prototipação Funcional – Estruturação de materiais

A fase de prototipação foi direcionada à preparação do ambiente computacional em termos de hardware e software, a fim de contemplar os requisitos anteriormente definidos. Ferramentas subsidiaram este processo, como a plataforma de prototipagem “Arduíno” (responsável pela captura de dados multimodais), a ferramenta de parametrização geométrica *Rhino* e os *plug-ins Grasshopper* e *Firefly* a ela adicionados para a modelagem geométrica.

A Figura 3 apresenta as interfaces física e digital inicializadas para o monitoramento do hardware e de suas funcionalidades pelos projetistas e permitem a estruturação de relações e correlações de parâmetros que compõem a estrutura algorítmica da aplicação. Com isso, a captura de dados, proveniente do dispositivo físico (3a), torna-se mais intuitiva, tendo em vista que o mapeamento e integração de componentes na ferramenta *Rhino* se estabelecem de forma similar ao mesmo, facilitando o processo de captura e análise dos dados coletados, bem como a verificação de como eles se apresentam em um determinado momento.

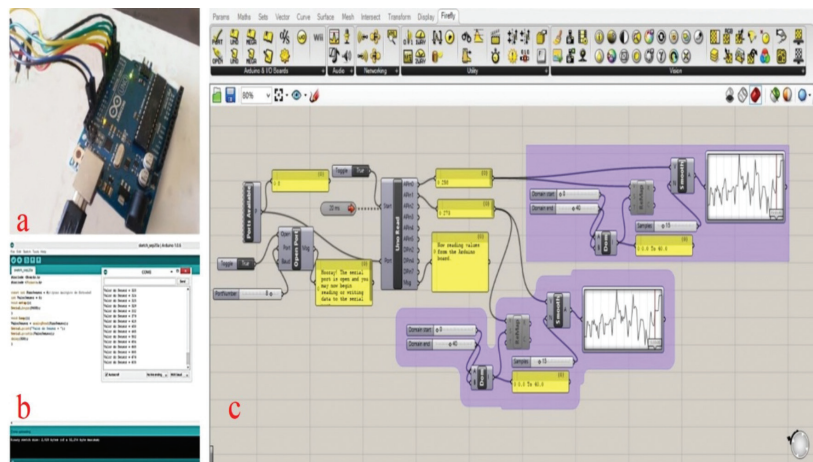


Figura 3. Teste de integração entre dispositivos. Fonte: os autores (2015).

Assim, estas ferramentas subsidiam o processo de fabricação digital e se apresentam como de suma importância para que o produto final (sistema interativo) possa ser desenvolvido, pois o ajuste dos parâmetros, correspondente a coleta de dados, é o que determina a posterior impressão 3D do objeto, modelado pelo usuário.

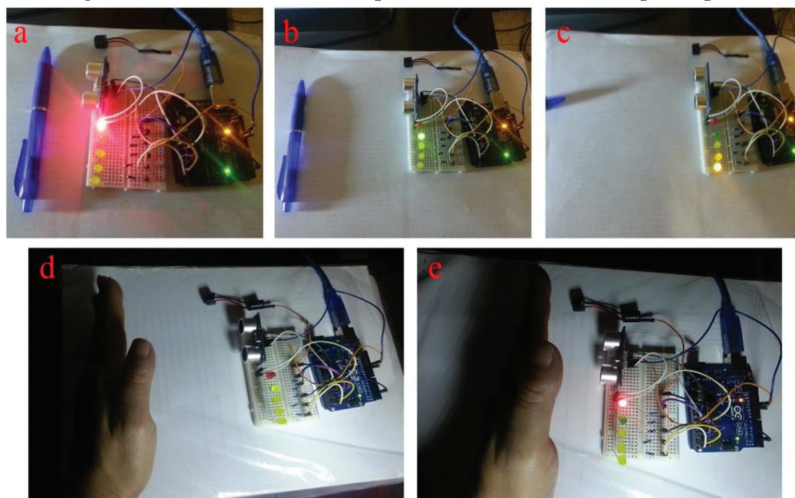
Para se verificar a correta captura dos dados, componentes adicionais de hardware (*leds*, sensor ultrassônico e *buzzer*) foram integrados a um experimento, em decorrência do suporte multimodal que os mesmos oferecem para explorar diferentes sentidos cognitivos dos usuários, conforme demonstra a Figura 4. Os *leds* retratam a visualização de



funcionamento da aplicação, o sensor ultrassônico faz referência à distância de um determinado objeto e a sua aproximação, e o *buzzer* dispara alertas sonoros de acordo com a proximidade de um determinado objeto.

Diante disso, foram realizados testes sobre a aplicação implementada, que agrega em si dispositivos de hardware e software (Figura 4a), considerando a interface de captura de dados da plataforma Arduino (Figura 3b) e a adequação dos dados coletados com a interface da ferramenta *Rhinoceros* (Figura 3c) e os respectivos *plug-ins* (*grasshopper* e *Firefly*) a ela integrados.

Conforme demonstra a Figura 4, estes testes foram realizados inicialmente com um objeto estático a fim de se verificar a precisão de captura dos dados pelo sensor de distância, verificando-se o quanto os demais dispositivos (*leds* e *buzzer*), acoplados à interface física, estavam sincronizados com esta detecção.



**Figura 4.** Testes com materiais para o desenvolvimento do protótipo. Fonte: Elaboração dos autores (2015).

Posteriormente, o experimento foi realizado fazendo-se uso do movimento tátil, visto que a precisão de coleta de dados, a partir do dispositivo físico, pode ser diferenciada pelas oscilações de movimentos. Isso se faz necessário já que os parâmetros obtidos para a modelagem do objeto na interface de usuário (Sistema Interativo) são decorrentes da captura desses dados.

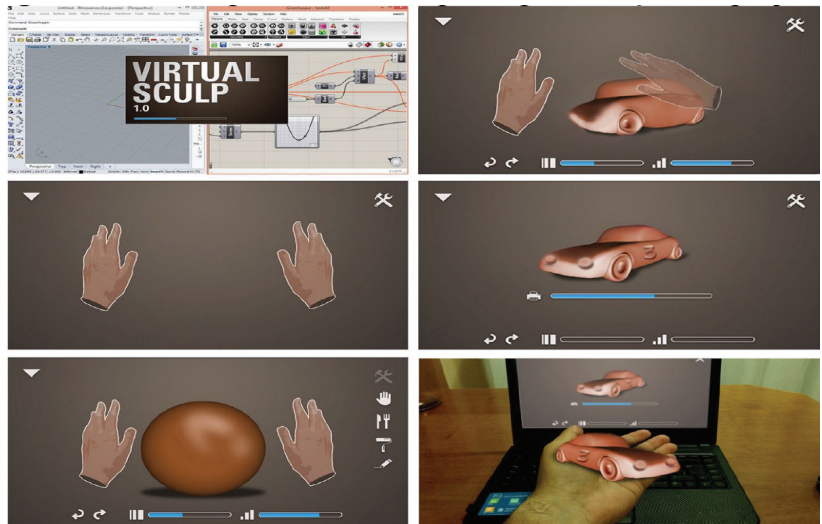
Como pode ser visualizado na Figura 4 (sequência a, b, c, d, e) estes procedimentos remontam a características específicas da experiência de projetistas, tendo em vista que a manipulação destes materiais, bem como a análise do comportamento dos mesmos, permite a estruturação e reestruturação das concepções pré-estabelecidas na fase de ideação e permitem que os mesmos possam refletir sobre sua prática projetual.

Diante disso, soluções distintas são passíveis de ser integradas e aperfeiçoadas, qualificando a experiência do usuário. Retrata também as características de interoperabilidade entre sistemas, referenciadas por Mertins (et al. 2014), tendo em vista a capacidade de comunicação e interação entre as ferramentas selecionadas para o processo projetual, a flexibilidade de manipulação apresentada por elas e o baixo custo associado ao seu uso.

### **A validação – Melhoria contínua**

A análise de recursos disponíveis e de seu funcionamento, atrelada à convergência e interoperabilidade de materiais, permitiu a apresentação do projeto conceitual de software, bem como a demonstração dos resultados que delinearão o processo projetual, os quais são validados pelos

projetistas a partir da verificação do comportamento do sistema conforme o esperado. Desse modo, a solução proposta se formaliza por meio de um sistema computacional interativo, ou seja, um produto com interface gráfica multimodal para prototipagem digital de objetos, tendo como suporte a modelagem paramétrica, conforme demonstra a Figura 5.



**Figura 5.** Protótipo de interface para apresentação do projeto. Fonte: Elaboração dos autores (2015).

As interações dos usuários são estabelecidas de forma tátil, auxiliadas pela estruturação de componentes que se refletem na interface de usuário, onde a modelagem do objeto, a ser construído pelo usuário, apresenta-se virtualmente amparado por *feedbacks* que auxiliam o seu uso.

A metáfora utilizada baseou-se no artesanato em argila, com funcionamento semelhante aos softwares de modelagem geométrica utilizados na geração do conceito, porém, de maneira simples, intuitiva e passível de ser manipulada de diferentes formas (interfaces multimodais), o que possibilita a coleta de dados via microcontrolador, amplamente favorecida pela modelagem paramétrica, na qual a manipulação do objeto pelo usuário, de acordo com as configurações por ele definidas, agrega/subtrai materiais aos objetos por eles manipulados. De posse do objeto delineado e dada a satisfação do usuário, a impressão 3D pode então ser realizada.

## CONCLUSÃO

Os estudos apresentados neste artigo salientam a importância da experiência de projetistas no processo de projeto de soluções computacionais interativas e de como essas experiências se refletem nas interfaces por eles projetadas.

Teve por intuito demonstrar que o resultado do processo projetual não se restringe somente a oferecer ao usuário múltiplas formas de interagir com um determinado objeto, ampliando suas experiências de uso para com a solução proposta. Embora isso, consequentemente, ocorra e seja um dos principais objetivos de se projetar para a experiência, o escopo deste processo perpassa tais pressupostos, tendo em vista que o estudo de ferramentas e a manipulação de materiais, bem como os conhecimentos adquiridos pelos projetistas durante este processo, ampliam suas capacidades técnico-científicas e visões de mundo, favorecendo o direcionamento de soluções possíveis que se estabelecem a partir da solução proposta.

Assim, o processo projetual delineia-se a partir de uma equipe multidisciplinar com habilidades e, muitas vezes, concepções distintas

que convergem para a prototipação de soluções possíveis, amparados pela adoção de uma metodologia que delinea o processo de projeto como um todo estruturado. Tarefa que pode se tornar bastante complexa dadas as limitações em termos de conhecimentos/habilidades da equipe e quando se desconsidera a atuação colaborativa e cooperativa a ser mantida pela mesma.

A partir do processo projetual, apresentado neste trabalho, tem-se como resultado uma proposta de solução computacional constituída por um sistema embarcado e validada por testes funcionais que retratam que a modelagem paramétrica favorece o estabelecimento de relações e correlações entre os componentes utilizados na prototipação, e que demonstram que a parametrização auxilia tanto a criação quanto o redesenho de sistemas computacionais interativos, entretanto isto exige uma experiência inicial da equipe, que evolui a cada iteração do protótipo, onde parâmetros são estruturados e reestruturados para compor a solução a ser implementada.

Ressalta-se que os objetivos deste estudo não se voltaram à apresentação de sistema computacional interativo e sua validação por usuários, mas sim demonstrar os resultados provenientes da prática projetual realizada na disciplina “Processos de Fabricação Digital como Ferramenta de Projeto”, componente curricular do Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Diante disso, a apresentação de um processo projetual fez-se pertinente para que os aportes teóricos, apresentados neste artigo, fossem identificados de forma mais clara e precisa sobre a prática projetual.

## REFERÊNCIAS

- AIGA. American Institute of Graphic Arts. **What is experience design?** 2001. Disponível em: <[http://www.aiga.org/content.cfm?contentalias=what\\_is\\_ed](http://www.aiga.org/content.cfm?contentalias=what_is_ed)>. Acesso em: nov. 2014. AISH, R.; WOODBURY, FORLIZZI, J.; DISALVO, C.; HANINGTON, B. On the relationship between emotion, experience and the design of new products. **The Design Journal**, v. 6, n. 2, p. 29-38, 2003.
- R. Multi-level interaction in parametric design. In: **Smart Graphics**. Springer Berlin Heidelberg, 2005. p.151-162.
- BACK, N. et al. **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri: Manole, 2008.
- BANZI, M. et al. **Site Arduino**. 2005. Disponível em: <<http://www.arduino.cc>>. Acesso em: 26 abr. 2014.
- BENYON, D. **Interação humano-computador**. Tradução: Heloisa Coimbra de Souza. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.
- BROEKMAN, B.; NOTENBOOM, E. **Testing embedded software**. Pearson Education, 2003.
- BUCCINI, M. P. R. **Introdução ao design experiencial**. Recife: Edição do autor, 2008.
- ESPINOZA, M.; SCHAEFFER, L. Uso do CAD/CAE/CAM na Produção de matrizes para processos novos de conformação mecânica. **Revista del Instituto de Investigación FIGMMG**, v. 7, n. 14, p. 84-91, 2004.
- FIALHO, F. A. P. **Ciências da cognição**. Florianópolis: Insular, 2001.
- FRAGOSO, S. Reflexões sobre a Convergência Midiática. In: **Líbero – Revista Acadêmica do Programa de Pós-Graduação da Faculdade Cásper Líbero**. São Paulo, ano VIII, n. 15/16, p. 17-21, 2005.
- GARRETT, J. J. **The elements of user experience: user-centered design for the web and beyond**. Pearson Education, 2010.
- HALLGRIMSSOM, B. **Prototyping and modelmaking for product design**. London: Laurence King, 2012.
- HASSENZAHN, M. User experience and experience design. In: SOEGAARD, M.; DAM, R. (Eds.). **Encyclopedia of human-computer interaction**, 2. ed. Aarhus: The Interaction Design Foundation, 2013.
- HAYASHI, E. C. S.; BARANAUSKAS, M. C. C. The affectibility concept in systems for learning contexts. **International Journal for e-Learning Security (IJeLS)**, v. 1, n. 1/2, p. 10-18, 2011.
- HENSEL, M.; MENGES, A.; WEINSTOCK. Techniques and Technologies. In: **Morphogenetic design, architectural design (AD)**. Journal of Architectures,

- Michael Editors, Wiley Academy, London, 2008.
- HODGES, S.; VILLAR, N.; SCOTT, J.; SCHMIDT, A. A new era for ubicomp development. **Pervasive Computing**, IEEE, v. 11, n. 1, p. 5-9, 2012.
- HOWARD, Z.; MELLES, G. Beyond designing: roles of the designer in complex design projects. In: AUSTRALIAN COMPUTER-HUMAN INTERACTION CONFERENCE, 23., 2011, Nova York, NY. **Proceedings...** Nova York: ACM, 2011. p. 152-155.
- JÄÄSKÖ, V.; MATTELMÄKI, T.; YLIRISKU, S. The scene of experiences. In: THE GOOD, THE BAD AND THE IRRELEVANT - THE USER AND THE FUTURE OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES CONFERENCE, 2003, Helsinki, Finland. **Proceedings...** Helsinki: University of Art and Design Helsinki, 2003. P. 341-345.
- KATO, Y. Splish: a visual programming environment for Arduino to accelerate physical computing experiences. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CREATING CONNECTING AND COLLABORATING THROUGH COMPUTING, 8., 2010. **Proceedings...** IEEE Computer Society, 2010. p. 3-10.
- KOLAREVIC, B. **Architecture in the digital age: design and manufacturing**. New York; London: Taylor & Francis, 2005.
- LATOUR, B. A esperança de Pandora: ensaios sobre a realidade dos estudos científicos. In: **Filosofia e política**. São Paulo: EDUSC, 2001.
- LI, S.; XIONG, Z.; LI, T. Distributed cooperative design method and environment for embedded system. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER SUPPORTED COOPERATIVE WORK IN DESIGN, 9., 2005. **Proceedings...** IEEE, 2005. p. 956-960.
- MACHADO, P. D. L. LTS-BT: a tool to generate and select functional test cases for embedded systems. In: ACM SYMPOSIUM ON APPLIED COMPUTING, 2., 2008, Nova York, NY. **Proceedings...** Nova York: ACM, 2008. p. 1540-1544.
- MANZINI, E.; JÉGOU, F. Design degli scenari. In: **Design multiverso: appunti di fenomenologia del design**, 2004. Milão: Edizioni POLIdesign, p. 180-192, 2004.
- MCLELLAN, H. Experience design. **Cyberpsychology and Behavior**, v. 3, n. 1, p. 59-69, 2000.
- MERTINS, K; BÉNABEN, F; POLER, R.; BOURRIÈRES J-P. **Enterprise interoperability vi: interoperability for agility, resilience and plasticity of collaborations**. Springer Science & Business Media, 2014.
- ORCIUOLI, A. O impacto das tecnologias de fabricação digital nos processos de design. **AU: Arquitetura e Urbanismo**, v. 183, 2009. Disponível em: <<http://www.revistaau.com.br/arquitetura-urbanismo/183/imprime141180.asp>>. Acesso em: jul. 2013.
- PARISI, L. **Contagious architecture: computation, aesthetics, and space**. Cambridge: MIT Press, 2013.
- PEREIRA, A. T. C.; GONÇALVES, B. S. (Org.). **Design de hipermídia: processos e conexões**. Florianópolis: UFSC/CCE, 2010.
- PORTUGAL, C. **Design, educação e tecnologia**. Rio de Janeiro: Rio Books, 2013.
- PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Design de interação: além da interação homem-computador**. Tradução: Isabela Gasparini. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- PRESSMAN, R.; LOWE, D. **Engenharia web**. Tradução: Daniel Vieira. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- SCHREEREN, R.; SPERLING, D. M. Dos diagramas aos parâmetros: transformações no design digital. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL "KNOWLEDGE-BASED DESIGN", 17. **Anais...** Valparaíso, CL: Universidad Técnica Federico Santa María. 2013. p. 262-268.
- SURI, J. F. The Experience of evolution: developments in design practice. **The Design Journal**, v. 6, n. 2, p. 39-48, 2003.
- WOODBURY, R. **Elements of parametric design**. Oxford: Routledge, 2010.
- WOLF, M. **Computers as components: principles of embedded computing system design**. Elsevier, 2012.
- YANG, N. **Aquisição de dados: I/O para sistemas embarcados**. National Instruments, 2012. Disponível em: <<http://www.ni.com/white-paper/7021/en/>>. Acesso em: 8 abr. 2014.

Cristiane Ellwanger  
cristianeellwanger@gmail.com

Vinicius Nunes Rocha e Souza  
nico.ufsm@gmail.com

Alexandre dos Santos Roque  
ale.roque@gmail.com

Underléa Miotto Bruscatto  
arq.leiab@gmail.com

Régio Piere da Silva  
regio@ufrgs.br

# O USO DE MODELADORES TRIDIMENSIONAIS PARAMÉTRICOS NA FORMAÇÃO DE COMPETÊNCIAS DE REPRESENTAÇÃO GRÁFICA E RACIOCÍNIO ESPACIAL NO PROCESSO DE PROJETO

The use of parametric tridimensional modelers in the formation of engineering design graphics and spatial reasoning competencies in design process

Marcos Martins Borges<sup>1</sup>

**RESUMO** Este trabalho apresenta reflexões acerca dos atuais paradigmas de representação e desenvolvimento de projeto de produtos vinculados aos processos de ensino e aprendizagem da expressão gráfica. Tais reflexões estão relacionadas a experiências pedagógicas em andamento em cursos de graduação em Engenharia Mecânica e Engenharia de Produção. Um dos principais argumentos apresentados é a indissociabilidade entre conteúdos de representação gráfica e a prática de projeto. Essa vinculação entre áreas intrinsecamente relacionadas nem sempre foi a prática corrente nas estruturas curriculares dos cursos de engenharia, arquitetura e design. Historicamente, a área de representação gráfica frequentemente se posicionou de forma independente e não integrada com conteúdos de engenharia e, em última análise, com o próprio processo de projeto. Nessa direção, são apresentadas algumas reflexões acerca dos aspectos recentes relacionados ao ensino da representação gráfica, considerando uma perspectiva histórica da evolução dos sistemas digitais de representação do projeto. A partir dessas reflexões, são explicitadas as experiências em andamento com a utilização de modeladores tridimensionais paramétricos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Representação gráfica, Processo de projeto, Modeladores paramétricos.

**ABSTRACT** This paper reports some reflections on the engineering design graphics (EDG) and product development current paradigms in the context of their teaching and learning processes. Such reflections are related to ongoing pedagogic experiments in industrial and mechanical engineering undergraduate courses. One of the main arguments is the inseparability of graphic representation and design process. This link between intrinsically related areas was not very frequent in the curriculum frame among architecture, design and engineering courses. Historically, the EDG area is positioned in an independent way and not integrated to the engineering contents and the design process itself. In this sense, this paper presents some reflections linked to recent aspects of the EDG learning process from a historic perspective of the Computer Aided Design tools. From those discussions, some teaching and learning experiments are reported with the use of three-dimensional parametric solid modelers.

**KEYWORDS:** Engineering design graphics, Design process, Parametric modelers.

<sup>1</sup> Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF

## How to cite this article:

BORGES, M. M. O uso de modeladores tridimensionais paramétricos na formação de competências de representação gráfica e raciocínio espacial no processo de projeto. *Gestão e Tecnologia de Projetos*, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 21-37, jan./jun. 2016.  
<http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v11i1.99615>

**Fonte de financiamento:**  
Programa de bolsas de Iniciação Científica (BIC) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).  
**Conflito de interesse:**  
Declaro não haver.  
**Submetido em:** 25 jun. 2015  
**Aceito em:** 17 out. 2015





## INTRODUÇÃO

Este trabalho se divide em duas partes principais. A primeira conceitua e apresenta reflexões acerca dos atuais paradigmas de representação e desenvolvimento de projetos de produtos, vinculados aos processos de ensino e aprendizagem da expressão gráfica. Uma argumentação importante se verifica no aspecto de indissociabilidade entre conteúdos de representação gráfica e a prática do processo de projeto e conteúdos específicos de engenharia e tecnologia. Essa vinculação entre áreas intrinsecamente relacionadas nem sempre é identificada como a prática corrente nas estruturas curriculares dos cursos de engenharia, arquitetura e *design*.

Tais reflexões estão relacionadas às experiências pedagógicas em andamento no curso de graduação em engenharia mecânica da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Essa argumentação se baseia na percepção de que em muitos casos os processos de ensino e aprendizagem do desenho se justificam por si mesmos, apresentando uma significativa falta de contextualização de seus conteúdos (OLIVEIRA; BORGES, 2001).

Também são apresentadas algumas reflexões acerca de aspectos recentes relacionados ao ensino da representação gráfica, considerando uma perspectiva histórica da evolução dos sistemas digitais de representação do projeto, principalmente os atuais modeladores tridimensionais paramétricos.

Na segunda parte do artigo são descritos e exemplificados os experimentos em andamento que objetivam identificar aspectos relevantes relacionados ao ensino da expressão gráfica e sua interação com o processo de projeto. Tais experimentos pedagógicos se dão em torno de objetos tecnológicos relacionados de forma mais direta com a engenharia mecânica. Entretanto, é possível vislumbrar a possibilidade de fácil adequação às áreas de arquitetura e *design*.

A descrição dos experimentos faz uma breve retrospectiva da evolução ocorrida nesse caso específico, estabelece os parâmetros utilizados para sua realização com base na literatura estudada e apresenta alguns resultados parciais decorrentes da observação sistemática dos trabalhos realizados e da aplicação de questionários entre os alunos.

Deve-se ressaltar que não é abordado neste trabalho todo o espectro de possibilidades existentes com os atuais modeladores tridimensionais paramétricos. São exemplos dessas exclusões a interface com os processos de manufatura por meio de comando numérico computadorizado em centros de usinagem ou ainda outros meios de materialização do modelo 3D, como a prototipagem rápida e os sistemas de corte a laser, entre outros.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No campo da expressão gráfica é senso comum entre pesquisadores e educadores o fato de que o desenho técnico, a representação gráfica, a geometria descritiva, entre outros conteúdos, se constitui numa das mais importantes linguagens de projeto de engenharia e inovação de produtos (FERGUSON, 1993; BARR, 2012; SUZUKI, 2014). A utilização de meios de representação técnica de forma não ambígua, proporcionada pelos fundamentos teóricos e pela normatização das representações, é imprescindível no processo de investigação e na geração de inovações em diversas áreas da tecnologia.

Apesar da relevância que se pode considerar para esses conteúdos na formação de competências para os estudantes de engenharia, arquitetura e *design*, verifica-se um número cada vez mais reduzido de horas-aula de conteúdos de representação gráfica. Tal redução verifica-se principalmente nas estruturas curriculares de engenharia, tanto no cenário nacional quanto

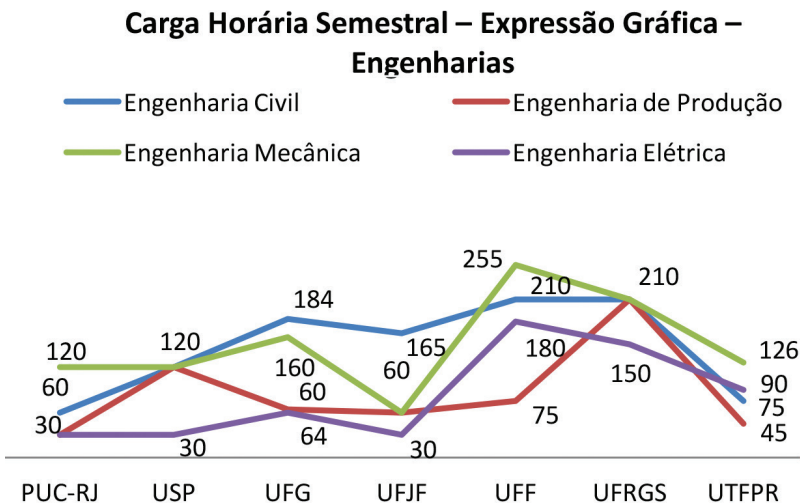
em um contexto global (LEAKE; BORGERSON, 2008). Apesar dessa redução de carga horária nos conteúdos de representação gráfica ser mais evidente nos cursos de engenharia, podem-se verificar também distorções nos cursos de arquitetura e urbanismo e em cursos de design. Nesses cursos, a evolução das ferramentas computacionais ainda não se encontram sintonizadas com as respectivas grades curriculares e conteúdos de disciplinas (NASCIMENTO; CARDOSO; BORGES, 2014).

Em uma pesquisa em andamento conduzida pelos autores, foram levantados dados de carga horária semestral em cursos de Engenharia no país. Alguns resultados parciais são apresentados no Gráfico 1. Uma carga semestral de 30, por exemplo, significa uma disciplina com 30 aulas por semestre correspondendo a uma carga semanal de dois tempos de 50 minutos. A pesquisa ainda precisa levantar os dados de carga horária em uma faixa temporal mais extensa, recuperando dados históricos, além de ampliar o universo de instituições pesquisadas.

Entretanto, verifica-se em uma análise preliminar a confirmação de carga horária reduzida em alguns dos cursos nas universidades pesquisadas até o momento. Existe uma tendência para cargas maiores nos cursos de Engenharia Mecânica e Civil e cargas menores nos cursos de Engenharia de Produção e Elétrica. Deve-se enfatizar que entre os diversos parâmetros que levam a esse cenário estão a história de criação, evolução e consolidação dos cursos.

No caso dos dados apresentados no Gráfico 1, a carga de 255 horas semestrais do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal Fluminense (UFF) parece refletir a evolução histórica do curso e necessita de adequações, principalmente quando se verifica que as disciplinas relativas aos conteúdos de desenho digital estão cadastradas como eletivas. Uma investigação mais profunda é necessária para identificar a prática atual neste caso. Por outro lado, no extremo oposto verifica-se uma carga horária bastante reduzida para o mesmo curso na UFJF. As duas situações necessitam de ajustes e adequações para se compatibilizarem com os atuais paradigmas de processos de ensino e aprendizagem da representação gráfica.

Gráfico 1. Carga horária semestral em cursos de engenharia.



Fonte: Elaboração do autor.

Apesar desse cenário de aparente incompatibilidade entre redução de carga horária e aumento de conteúdos relacionados aos meios digitais de representação e desenvolvimento do projeto, verifica-se em alguns casos uma articulação cada vez maior entre representação gráfica e práticas

de projeto associadas ao uso de ferramentas computacionais (LEAKE; BORGERSON, 2008). Essa associação nem sempre foi o padrão de ensino e aprendizagem nos cursos de engenharia, aonde os conteúdos de geometria descritiva, desenho técnico, entre outros, sempre careceram de uma maior contextualização e de maior aderência com conteúdos de engenharia, principalmente no que se refere à atividade projetual.

Pesquisadores da área de expressão gráfica têm procurado, ao longo do tempo, estabelecer parâmetros que permitam avaliar a capacidade de raciocínio espacial e conseqüentemente propor diretrizes para as práticas de ensino e aprendizagem na área da representação gráfica. Essas pesquisas resultaram em algumas constatações que são convergentes em diversos autores. Sorby (1999) indica a importância dos estudantes trabalharem a partir de material de impresso, modelos físicos tridimensionais e com a utilização de peças e elementos de máquinas reais, prática denominada de dissecação mecânica, para a elaboração de representações em vistas ortográficas e perspectivas isométricas elaboradas exclusivamente a mão livre.

Barr (2012) ressalta que dentre quatorze itens resultantes de levantamento realizado entre professores da área como sendo habilidades esperadas na formação de engenheiros no que se refere ao campo da expressão gráfica, três itens aparecem com as maiores pontuações em levantamentos realizados tanto em 2004 quanto em 2012. São estes:

- 1) habilidade para criar modelos sólidos tridimensionais no computador;
- 2) habilidade de elaborar representações gráficas técnicas a mão livre;
- 3) habilidade para visualizar e interpretar modelos sólidos tridimensionais no computador.

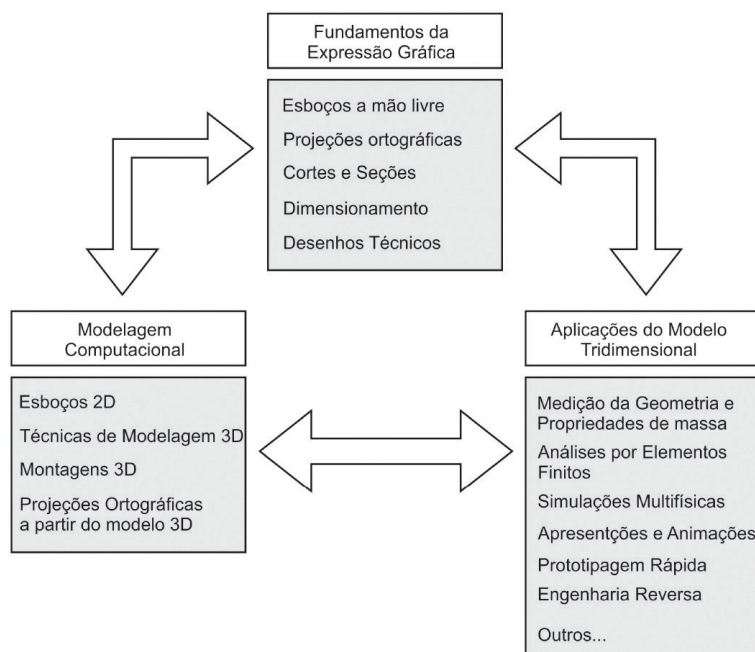
Esse período de tempo apresentando resultados semelhantes nos levantamentos realizados pelo autor sugere que existe uma tendência para a estabilização e consenso em torno das habilidades esperadas na formação de engenheiros no que se relaciona à representação gráfica e à modelagem tridimensional.

Danos et al. (2014), utilizam o termo *graphicacy* na língua inglesa para se referir à habilidade de comunicação por imagens como mapas, diagramas, gráficos, símbolos e desenhos técnicos definidos pelos autores como representações bidimensionais de construções tridimensionais. A tradução para a língua portuguesa desse termo não é direta. Entretanto, podemos entender o termo *graphicacy* como a habilidade de raciocínio visual e espacial que estão acoplados a processos cognitivos como a elaboração mental de modelos tridimensionais e o pensamento crítico sobre essas elaborações (DANOS et al., 2014).

A linguagem visual, e de forma mais abrangente o uso de meios visuais como auxílio ao raciocínio e à geração de ideias, deve ser considerada como indissociável do processo de desenvolvimento de produtos e artefatos. Diversos autores se referem a termos como *visual thinking* e *graphic thinking* de forma a expressarem a importância do uso dos diversos meios de expressão visual e gráfica como instrumentos fundamentais nos processos cognitivos da atividade projetual. Esses termos são frequentes em autores com Ferguson (1993) e Laseau (1989). Sua tradução para o português deve ser entendida como o uso de meios visuais e gráficos para o auxílio ao pensamento e às formas de raciocínio usualmente utilizadas por projetistas nas fases de concepção e desenvolvimento do projeto de artefatos. Além desses termos, Ferguson (1993) ainda utiliza *thinking sketch* e *talking sketch*, que podem ser traduzidos como “esboços pensantes” e “esboços falantes” e se relacionam respectivamente aos processos cognitivos da atividade projetual e aos processos de comunicação de ideias nessa atividade.



A Figura 1 apresenta três grandes áreas relacionadas tanto às competências vinculadas aos fundamentos da expressão gráfica quanto no que se refere às ferramentas computacionais de apoio ao projeto (BARR, 2012). Verifica-se que as aplicações do modelo tridimensional, incorporam competências e habilidades referentes a processos de projeto e manufatura em engenharia e estão fortemente vinculadas e dependentes das áreas relacionadas à representação e modelagem tridimensional. As análises possíveis por meio de protótipos virtuais se concretizam a partir do modelo geométrico gerado.



**Figura 1.** Áreas relacionadas à Expressão Gráfica. Fonte: Adaptado de Barr (2012).

A partir da identificação dessas três áreas e da sua inter-relação, o autor indica a necessidade de desenvolvimento de taxinomias para cada uma (BARR, 2012). Tal aspecto é objeto de pesquisa em andamento pelo autor deste trabalho, no qual se procura estabelecer uma estrutura taxonômica para a área de expressão gráfica que incorpore as ferramentas computacionais de auxílio ao projeto e objetiva subsidiar a elaboração de uma estrutura curricular atualizada.

## EVOLUÇÃO DO CAD

A partir da segunda metade do século XX, verifica-se o surgimento de uma nova forma de trabalho com a linguagem gráfica. O desenho digital se estabelece como o instrumento predominante para a representação de projetos.

Esse fato revela profundas transformações que ainda se encontram em curso, tanto nos aspectos relacionados à prática profissional de engenheiros arquitetos e designers quanto no que se relaciona aos processos de ensino e aprendizagem da expressão gráfica.

Diversos autores relatam o surgimento do primeiro sistema de computação gráfica como sendo o Sketchpad, desenvolvido no Massachusetts Institute of Technology (MIT) em 1963 (PORTER, 1997).

Porter (1997) ainda argumenta que no início dos anos 1960, os computadores estavam mais apropriados para o processamento de

informações em vez da representação dessas informações. Os primeiros programas de CAD exigiam uma grande capacidade de processamento, o que, associado a outros fatores como o custo do equipamento e a necessidade de capacitação em uma nova ferramenta, colocou muitos arquitetos e projetistas em posição oposta a sua utilização.

O diagrama da Figura 2 procura sintetizar essa evolução mostrando dois grandes marcos na história do desenvolvimento das ferramentas digitais de apoio ao projeto. O primeiro é justamente a transição dos meios tradicionais para o ambiente digital. Tal transição provocou profundas modificações na estrutura e em aspectos da gestão do processo de projeto que ainda se percebem até hoje. A progressiva evolução das ferramentas e da capacidade de processamento dos computadores leva ao estágio atual no qual o desenho em duas dimensões e os modelos estáticos tridimensionais estão solidamente estabelecidos na prática profissional de projetistas.

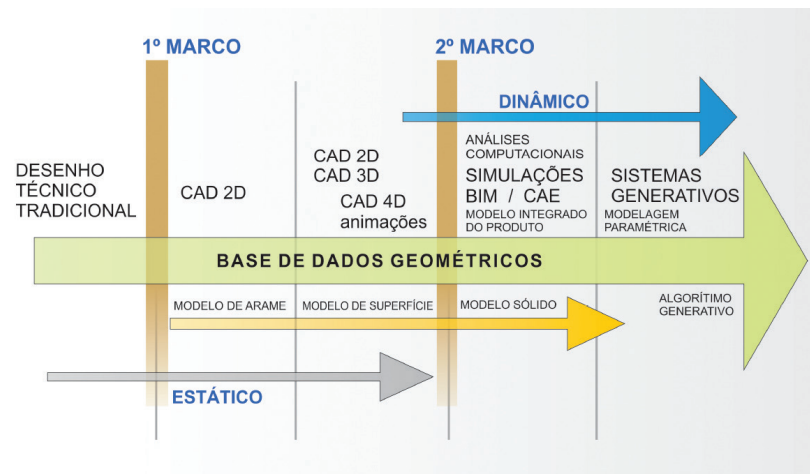


Figura 2. Evolução dos sistemas CAD. Fonte: Elaboração do autor.

O segundo marco se caracteriza pelo caráter dinâmico das ferramentas no sentido de que sua interação com o processo de projeto se aprofunda. Essa relação incorpora, por um lado, a possibilidade de análises prévias do comportamento do produto e, por outro lado, a geração de uma quantidade exponencialmente maior de alternativas de produto em um curto espaço de tempo e a partir de uma base geométrica parametrizada.

Essa fase reflete de certa forma o momento atual, mesmo considerando que alguns dos conceitos indicados têm sua origem em meados do século passado. Tal argumentação para a evolução dos meios digitais com esse caráter estático para a primeira fase, apesar do conceito de 4D que coloca a geometria tridimensional na dimensão temporal pelo uso de animações. O caráter dinâmico proposto para a segunda fase se justifica pela possibilidade de maior interação entre a base de dados geométricas e as diversas áreas envolvidas no processo de projeto. Dessa forma, verifica-se a interação e evolução das informações associadas à geometria, na medida em que as decisões de projeto são tomadas e o processo evolui até o seu final.

### MODELO INTEGRADO DO PRODUTO

A ideia da indissociabilidade entre meios de representação e processo de projeto leva ao conceito de modelo integrado do produto. Esse aspecto de simultaneidade no processo de projeto considera a integração de áreas de conhecimento diversas nos estágios iniciais do desenvolvimento do produto. Dessa forma, é possível que haja a eliminação ou a previsão de erros e a otimização e a integração de funções do produto nos estágios iniciais,

momento em que decisões de grande impacto em diversas características do produto são tomadas (FABRICIO, 2002; BORGES, 2004; NAVEIRO, 2001).

A estrutura desse modelo permite entender a associação entre os conteúdos de representação gráfica e o processo de projeto. Proposto pelo grupo liderado por Barr e Juricic (1994) na Universidade do Texas, essa estrutura foi denominada modelo único do produto ou modelo integrado do produto (Figura 3). O conceito está estruturado a partir de um núcleo central que se configura como base de dados geométrica do artefato que evolui ao longo do processo de projeto, recebendo e fornecendo informações às diversas etapas do desenvolvimento do produto.

Verifica-se que diversos aspectos relacionados ao ciclo de vida do produto estão vinculados à base geométrica, que por sua vez incorpora informações e conhecimento a medida que se avança desde a concepção do produto até o seu descarte.

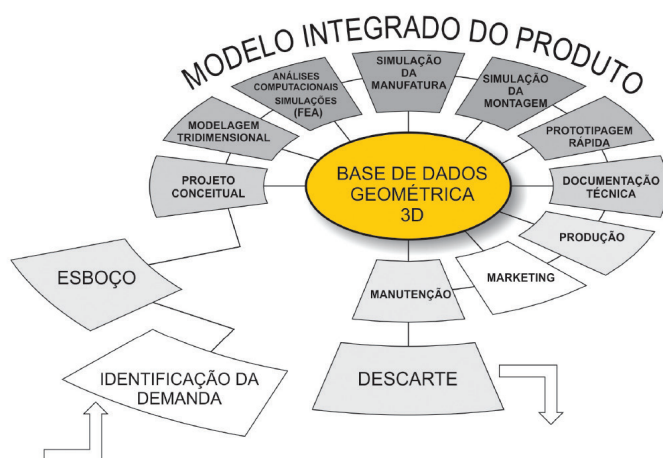


Figura 3. Modelo integrado do produto. Fonte: Adaptado de Barr (2012).

A geometria do artefato como núcleo central do modelo coloca as habilidades de modelagem e manipulação tridimensional no computador como de fundamental importância na formação de engenheiros, arquitetos e designers. Dessa forma, tais habilidades que se relacionam intrinsecamente com os fundamentos da representação gráfica e as suas aplicações de engenharia colocam esse conjunto de conhecimentos em uma posição estratégica na estrutura curricular dos cursos.

Também é possível verificar que o modelo proposto se equipara a conceitos já consolidados no setor de AEC. Em uma análise comparativa, verifica-se que o conceito de Building Information Modelling (BIM) apresenta uma estrutura semelhante ao modelo apresentado. De acordo com Andrade e Ruschel (2013), os princípios de coordenação, colaboração e interoperabilidade se apresentam como base para o conceito. Ainda segundo os autores, a definição de BIM pelo National Institute of Building Sciences<sup>1</sup> classifica o conceito enquanto produto, processo e ferramenta de gerenciamento. Nesse aspecto, o BIM como produto é traduzido como uma “representação digital inteligente de dados”. Como processo, se relaciona com as diferentes áreas de conhecimento ao longo do processo de projeto, permitindo a troca de dados e informações. Por fim, como ferramenta de gerenciamento, se configura como uma plataforma de gestão do conhecimento (ANDRADE; RUSCHEL, 2013).

A primeira grande mudança de paradigma na atualidade no que se refere aos meios de representação do projeto se deu com o desenvolvimento e introdução do conceito de Computer Aided Design (CAD), ou Computer Aided Design and Drafting (CADD), no segundo quarto do século XX. Tal

<sup>1</sup> Disponível em: <<http://www.nibs.org/>>. Acesso em: 20 jun. 2015.

mudança, representada pelo primeiro marco da Figura 2, estabeleceu as bases para a evolução na direção dos sistemas dinâmicos e paramétricos atuais.

Dessa forma, desde sua origem, a base de dados geométrica inicialmente bidimensional e depois tridimensional se caracteriza por sistemas computacionais que trabalham de acordo com a estrutura apresentada na Figura 3. Na evolução do processo de desenvolvimento do produto, essa base geométrica também evoluiu em termos de informação agregada ao conjunto de dados alfanuméricos.

A evolução dessa tecnologia e a capacidade de processamento estão diretamente vinculadas à tipologia dos modelos tridimensionais. Pode-se considerar a existência de três tipos básicos de modelos tridimensionais: o *modelo de arame*, que representa apenas vértices e arestas; o *modelo de superfície*, que acrescenta as faces de um objeto tridimensional ao modelo de arame; e o *modelo sólido*, que possibilita a associação com as propriedades físicas, elétricas e químicas do material que se pretende utilizar no componente real.

## MODELAGEM TRIDIMENSIONAL PARAMÉTRICA

A modelagem tridimensional paramétrica pressupõe que o artefato será representado como um modelo sólido que traduz uma contrapartida virtual do seu correspondente físico. Assim, as estratégias para a modelagem devem considerar esse aspecto importante, no qual cada peça individual de um equipamento é reproduzida virtualmente em um modelo sólido não só com suas características geométricas, mas também com suas propriedades específicas relativas ao material associado ao modelo. Em um modelador tridimensional paramétrico, ao contrário dos modeladores com características estáticas, é possível a edição de dimensões de forma bidirecional (valor interagindo na geometria e vice-versa), as informações sobre processos de fabricação são incorporadas, as características de um material específico podem ser atribuídas ao modelo sólido, o histórico do processo de modelagem é registrado e disponível, existe um ambiente completo de modelagem de peças e montagem do conjunto (LEAKE; BORGERSON, 2008).

Dessa forma, neste trabalho é considerado o conceito de parametrização de acordo com essa abordagem mais técnica e vinculada aos processos atuais de desenvolvimento de produtos em grandes empresas. Tal abordagem considera na modelagem os processos de fabricação que irão gerar as peças em desenvolvimento, incorporando assim conceitos de engenharia simultânea e gerenciamento do ciclo de vida dos produtos.

Essa abordagem precisa considerar a dimensão dos fundamentos de representação gráfica e de modelagem do produto e, especialmente nos processos de ensino e aprendizagem nessas áreas, estratégias e recomendações que levem em conta esse cenário mais vinculado ao uso profissional das ferramentas.

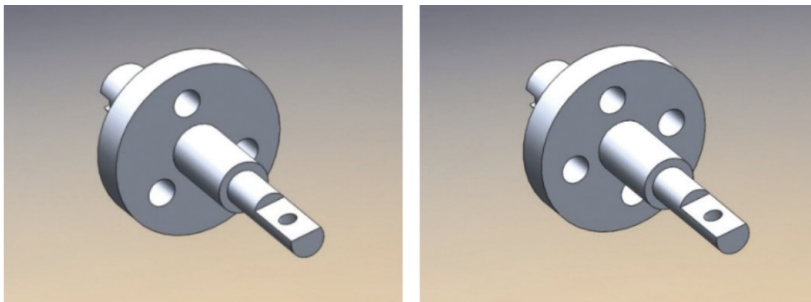
Alguns autores apresentam estudos nesse sentido (FOGGIATTO; VOLPATO; BONTORIN, 2007), propondo recomendações para orientar a modelagem 3D, permitindo, assim, que os modelos sejam facilmente utilizados por todos os envolvidos no desenvolvimento do produto. Dessa forma, **é possível** tornar os modelos gerados mais flexíveis e reutilizáveis de forma eficiente. Com isto, seria possível programar modificações nas peças de forma rápida e sem a necessidade de remodelagem.

A título de ilustração, podemos considerar a parametrização no nível de componentes independentes de um produto representados como entidades geométricas únicas que possuem geometria específica e material específico. De forma mais detalhada, existe a parametrização no nível de cada entidade geométrica, como os furos de uma peça, que podem ser modelados como

entidades geométricas independentes e editados e replicados em padrões lineares e circulares. A possibilidade de atualização da geometria quando um parâmetro é modificado oferece ao projetista uma liberdade considerável para avaliar soluções alternativas (LEAKE; BORGERSON, 2008).

Além disso, um parâmetro relativo a uma entidade geométrica também pode ser expresso por uma equação ou uma relação de valores. Um exemplo simples seria uma relação dimensional do tipo  $d_0 = 2 \times d_1$ . Assim, se  $d_1 = 5$ ,  $d_0 = 10$ . Se o valor de  $d_1$  é alterado para 10, o valor de  $d_0$  passa a ser 20. Essa relação poderia ser estabelecida entre a espessura e o comprimento de uma peça.

A Figura 4 apresenta outro exemplo com uma comparação entre duas alternativas de furação em uma peça didática modelada parametricamente. A conversão do modelo de três furos para quatro é extremamente rápida e pode ser revertida da mesma forma. Essa capacidade de experimentar alternativas de projeto de maneira rápida é bastante eficaz e se configura como uma das principais vantagens da parametrização. É possível, em um tempo reduzido, se experimentar diversas possibilidades com a utilização de recursos de análise estática, por exemplo.



**Figura 4.** Exemplo de parametrização. Fonte: Elaboração do autor.

O ambiente de montagem nos modeladores paramétricos expande a característica de vinculação com o processo de projeto e transforma o modelo final em um protótipo virtual. Nesse protótipo podem ser avaliadas diversas características e comportamentos do produto final para o auxílio ao processo de tomada de decisão de projeto, sem a necessidade de manufatura de um protótipo físico. Dentre as diversas possibilidades oferecidas pela montagem virtual do produto, destacam-se algumas como a possibilidade de obter a estrutura por meio de uma lista de componentes e materiais associados; a possibilidade de detecção de interferências entre peças; a execução de análises de movimentos entre os componentes do produto, incluindo posição, velocidade e aceleração.

Nos experimentos realizados e descritos aqui, foi utilizado o software SolidWorks na versão 2013. De forma semelhante a outros sistemas disponíveis no mercado, o SolidWorks possui três ambientes principais de trabalho: peças, montagem e desenho. Essa estrutura permite o desenvolvimento do produto de forma paramétrica e com base no conceito de protótipo virtual. Além das possibilidades de análise descritas, existe nessa versão o módulo para análise por elementos finitos, entre outros relacionados aos custos da peça individual ou acerca dos aspectos de sustentabilidade do produto.

## **DESCRIÇÃO DOS EXPERIMENTOS E ABORDAGENS PEDAGÓGICAS**

O interesse em experimentar abordagens pedagógicas mais dinâmicas que possibilitassem estimular os alunos pela experiência mais próxima da realidade profissional surgiu no início do curso de Engenharia de Produção, criado na UFJF em 2010. A equipe de professores que trabalhou na proposta

de criação do curso era oriunda de um departamento de desenho técnico que atendia aos cursos de engenharia e arquitetura da universidade. Ao longo da evolução do curso, a área de representação gráfica havia ficado a cargo do departamento de arquitetura e urbanismo. Apesar do esforço dele em atender de forma satisfatória às demandas do curso de engenharia de produção, a alocação de professores temporários e as abordagens tradicionais para o ensino do desenho a instrumentos e do desenho auxiliado por computador deixava lacunas na formação que se pretendia para os egressos.

A partir desse cenário, o departamento de Engenharia de Produção assumiu a responsabilidade pelas disciplinas e iniciou um processo de reformulação das práticas pedagógicas que estabeleçam as bases para os experimentos descritos aqui. A evolução de tal reformulação coincide com a própria evolução de competências em modelagem paramétrica dos professores responsáveis. Um exemplo dessa evolução está na própria escolha do software utilizado na disciplina. Inicialmente foi utilizado o AutoCAD desde a versão 2004, até a mudança para o modelador SolidWorks, momento em que foi possível introduzir e experimentar na prática o conceito de parametrização.

O objetivo principal da pesquisa a qual os experimentos estão vinculados é a identificação de práticas pedagógicas que possibilitem uma sólida formação de competências de representação gráfica e fundamentos de projeto. Especificamente, pretende-se identificar as possibilidades oferecidas pelos modeladores tridimensionais na formação dessas competências e avaliar de que forma a utilização de esboços a mão livre contribuem para a construção de habilidades de modelagem tridimensional.

A abordagem metodológica principal dos experimentos se baseia no conceito de dissecação mecânica, definido como o uso de um produto acabado para ensinar conceitos de engenharia e princípios de elaboração de projetos (LEAKE; BORGERSON, 2008). O processo de dissecação do produto permite aos alunos verificar de que forma problemas específicos de projeto foram resolvidos pelos engenheiros em situações reais no mercado. Além disso, permite a abordagem de modelagem tridimensional paramétrica dos componentes do produto.

Na prática, o processo de dissecação mecânica consiste em quatro etapas principais:

- Identificação das partes individuais que compõe o equipamento. Essa identificação parte do princípio que uma peça individual tem duas características fundamentais, ou seja, se caracterizam por possuir uma geometria específica e um material específico.
- Desmontagem do equipamento em suas peças individuais com a utilização de ferramentas manuais.
- Medição das peças com o uso de instrumentos de precisão como o paquímetro e o micrômetro.
- Elaboração de esboços técnicos a mão livre para registro dos parâmetros dimensionais e orientação na construção dos modelos tridimensionais no computador.

Essa abordagem baseada na dissecação mecânica permite uma ligação natural com os ambientes de modelagem disponíveis no software, descritos abaixo.

Além disso, o nível de complexidade progressivo que se estabelece nas tarefas de modelagem tridimensional, também se relaciona com a própria estrutura do software. A maioria dos modeladores paramétricos tridimensionais disponíveis atualmente está estruturada em três ambientes principais:



- Peças – ambiente de modelagem das partes individuais do equipamento.
- Montagem – ambiente de organização e posicionamento e montagem dos produtos e equipamentos. Nesse ambiente são inseridas as peças modeladas anteriormente.
- Desenho – ambiente de geração das vistas ortográficas e perspectivas com a finalidade de impressão ou geração de desenhos bidimensionais que compõem a documentação técnica do produto.

Essa abordagem possibilita aos alunos uma aproximação bem mais contextualizada dos componentes que estão sendo modelados e estabelece uma forte ligação entre os modelos e os processos de fabricação e princípios de projeto vinculados a ele. Nesse processo, os alunos analisam o equipamento como um todo e identificam os componentes individuais que são caracterizados por possuírem geometria e material específico.

Adicionalmente, a pesquisa procura identificar, com o uso de questionários, de que forma se dá a construção de habilidades de raciocínio espacial a partir da elaboração de representações com o uso de esboços a mão livre e da dissecação mecânica. Os resultados parciais desses questionários já foram publicados em trabalhos anteriores (BORGES, 2014). Esses resultados confirmam a importância da elaboração de esboços como forma de aproximação e conhecimento da peça a ser modelada, entretanto é necessária uma abordagem metodológica mais robusta para confirmação das observações e avanço nas conclusões da pesquisa.

Dessa forma, com base nas conceituações teóricas apresentadas, descrevem-se aqui os experimentos pedagógicos em curso. Ressalta-se que tais experimentos estão em andamento e o que se apresenta neste trabalho é a descrição de resultados parciais.

Os experimentos estão sendo realizados com o foco na disciplina Representação Gráfica I B e C para o curso de Engenharia Mecânica, uma vez que se configura como o caso mais crítico, principalmente no que se refere à carga horária. A proposta da disciplina é a abordagem dos conteúdos de Representação Gráfica desde os conceitos básicos da Geometria Descritiva nas primeiras aulas até a modelagem tridimensional paramétrica de uma máquina complexa no final do período como um trabalho desenvolvido em equipe, como se descreve a seguir.

O conteúdo é dividido em três partes principais. A primeira se inicia de uma forma tradicional, com os alunos frequentando aulas expositivas e práticas, com a elaboração de exercícios utilizando técnicas de esboços a mão livre. Os conteúdos abordados estão relacionados desde os conceitos básicos de Geometria Descritiva até as projeções ortográficas, perspectivas isométricas, cortes, dimensionamento e construções geométricas. Os alunos desenvolvem as tarefas a partir de material impresso (perspectivas isométricas de peças mecânicas simples), elaborando sempre esboços a mão livre.

Na segunda parte, os exercícios são elaborados a partir de modelos físicos tridimensionais, tanto para a construção de projeções ortográficas quanto para o desenho de perspectivas isométricas. Nessa etapa também se solicita que os desenhos sejam feitos a mão livre. Os objetos tridimensionais são trabalhados a partir de modelos de peças didáticas em madeira até peças mais complexas que são parte das máquinas existentes no laboratório de fabricação.

Na terceira parte os alunos vão para o laboratório de informática para começar a trabalhar com ferramentas computacionais de modelagem sólida paramétrica (SolidWorks). Nessa etapa da disciplina a intenção é a aproximação ao ambiente do software a partir de exercícios que vão desde algumas peças simples, passando por componentes de complexidade média, até partes que apresentam maior dificuldade de modelamento. Além disso,

são realizados exercícios de montagem com a utilização das peças básicas já modeladas.

Nessa etapa final, os alunos começam a fazer medições e modelagem de peças de equipamentos mecânicos do laboratório de fabricação. O objetivo é apresentar as tarefas mais complexas de modelagem 3D e fazer a ligação com os conhecimentos adquiridos nos exercícios anteriores. Nessa fase, as peças a ser modeladas já fazem parte do equipamento que vai ser objeto do trabalho final da disciplina, atribuído a grupos de quatro a cinco alunos, aplicando o conceito de dissecação mecânica.

Os resultados esperados no trabalho final são a modelagem de cada parte individual da máquina, a realização da montagem no ambiente virtual correspondente do modelador tridimensional e a geração e edição dos desenhos técnicos correspondentes a cinco componentes do equipamento, além de um desenho de conjunto com a identificação das peças.

A análise dessas atividades revelam pontos interessantes que devem ser trabalhados com os alunos. O primeiro é a necessidade de uma boa estratégia de organização na tarefa de planejar a execução do trabalho, incluindo o levantamento das dimensões de cada peça. Uma vez que os alunos têm que se organizar e dividir as tarefas entre os membros da equipe, é necessária uma boa coordenação para permitir a modelagem de peças e a montagem com precisão, ou seja, partes esboçadas e modeladas por pessoas diferentes devem se encaixar perfeitamente na montagem final. Dessa forma, verifica-se a necessidade de elaboração de esboços precisos das partes para minimizar as ambiguidades e a falta de informações que podem surgir na montagem final. Assim, a capacidade de gestão das informações é também trabalhada pelos alunos de forma a superar esse tipo de problema.

A seguir é apresentado o resultado dessa abordagem com um exemplo prático de uma máquina de média complexidade modelada por um grupo de alunos do curso de Engenharia Mecânica.

### EXEMPLO DE APLICAÇÃO: MÁQUINA POLICORTE

O objeto de estudo é um equipamento denominado Máquina Policorte, disponível no laboratório de fabricação. Trata-se de um equipamento montado a partir de 34 partes individuais. Dessas partes individuais, apenas o motor de corrente alternada foi incorporado a partir de pesquisa realizada em bancos de modelos tridimensionais na internet. Tal prática é permitida às equipes durante o desenvolvimento do trabalho por se considerar parte do processo de projeto real de um equipamento desse tipo. A Figura 5 apresenta uma fotografia da máquina real na bancada do laboratório ao lado da imagem realista elaborada a partir do modelo geométrico criado, além de um fragmento do desenho do conjunto por uma perspectiva isométrica associada à lista de componentes do produto.

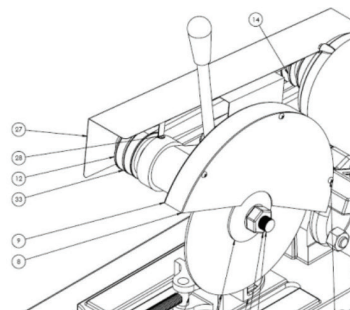


Figura 5. Máquina policorte.  
Fonte: Elaboração do autor.



A progressão da modelagem do equipamento pode ser feita peça a peça e com a elaboração de submontagens parciais até se chegar à montagem final. Um aspecto importante é a nomeação de cada peça ao longo do processo, além da atribuição de um material específico para cada elemento. Essa tarefa em particular também contribui para a contextualização dos conteúdos da disciplina, já que é necessária uma pequena pesquisa para o estabelecimento de uma nomenclatura e associação de material de forma correta.

A representação em desenho isométrico é gerada no ambiente de desenho que permite a inserção de vistas ortográficas e em perspectiva com a possibilidade de geração automática de cotas e balões de identificação, entre outros recursos de desenho.

A proposta da disciplina, de acordo com a ementa atual, teria alcançado os principais objetivos com a descrição do trabalho realizado pelos alunos no caso específico dessa equipe. Entretanto, pelo interesse despertado e pelas potencialidades do programa, o projeto avançou um pouco além do exigido para a obtenção dos créditos. Nesse sentido, os alunos se propuseram a aperfeiçoar o modelo para fazer testes de interferência entre as peças e simular o movimento de componentes dinâmicos. Tais testes se mostraram bem sucedidos e auxiliaram na correção de parâmetros específicos dos componentes. Em complementação a esse tipo de estudo, a equipe se propôs a pesquisar os conceitos básicos de simulação por elementos finitos e realizar um teste de carga em um dos componentes do equipamento.

A Análise por Elementos Finitos (Finite Element Analysis – FEA) é um método de análise numérica utilizado em diversas áreas da engenharia para a solução de problemas e previsão do comportamento de produtos. Em termos matemáticos, trata-se de uma técnica numérica descrita por um conjunto parcial de equações diferenciais (KUROWSKI, 2014). Do ponto de vista do processo de projeto, verifica-se que os modelos paramétricos discutidos aqui são a base para descrição geométrica a ser utilizada em uma análise por elementos finitos. Também deve ser ressaltado que as ferramentas disponíveis atualmente apresentam limitações e devem ser utilizadas com critério e de forma simultânea ao processo de projeto. Existe vasta literatura disponível sobre o tema. Sugere-se uma introdução a partir do ponto de vista da modelagem tridimensional (FIALHO, 2012).

Dessa forma, no caso da máquina policorte, foi selecionado um componente para a realização de uma análise estática de carga. O componente é a alavanca que move o conjunto de polias e disco de corte. Os passos seguidos para a realização da análise são descritos a seguir:

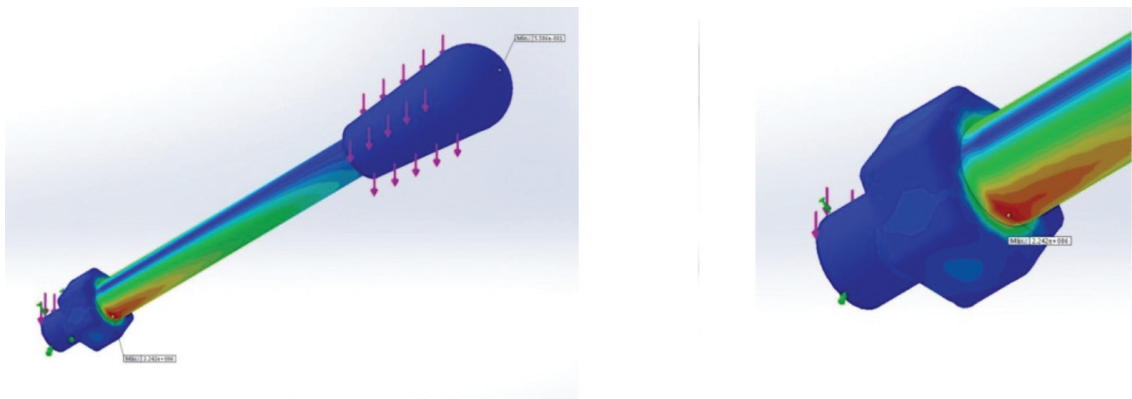
- 1 – A partir das peças modeladas e da montagem realizada, foi identificada e selecionada a parte principal a ser analisada. No caso, foi identificada a alavanca de acionamento do conjunto do disco de corte. Também foi definido o tipo de simulação a ser realizada. Nesse caso, uma análise estática de carga.
- 2 – O segundo passo é a vinculação de materiais a cada parte. Tal tarefa já havia sido realizada no processo de modelagem das peças individuais. No caso da alavanca foi associado o aço AISI 1020.
- 3 – O terceiro passo é o estabelecimento das condições de fixação do componente. No caso em tela, o componente foi fixado pela parte extrema do eixo roscado, onde é fixado no conjunto de polias e disco de corte.
- 4 – O quarto passo é o estabelecimento das cargas a ser aplicadas na simulação. Foi estimada uma carga de 5 N. Ao final dessa etapa pode-se considerar que o modelo matemático para a análise está definido.
- 5 – O quinto passo é a geração da malha ou discretização do modelo. Neste caso específico foi gerada uma malha com qualidade alta contendo 7001 elementos e 11417 nós.
- 6 – Por fim, o sexto e último passo é a execução do estudo de análise de carga estática. Alguns aspectos dos resultados são apresentados a seguir.

Apesar dos resultados serem plotados em escala de cores que permitem uma avaliação visual e identificação das áreas em que ocorrem as maiores concentrações de tensão, deve-se primeiramente analisar os resultados

numéricos. No caso da alavanca que foi associada ao aço AISI 1020, tem-se que o limite de escoamento é da ordem de  $3.51571e + 008 \text{ N/m}^2$ . O valor máximo de carga verificado na análise foi de  $2.2416e + 006 \text{ N/m}^2$  (**área em vermelho intenso na imagem da Figura 6**), valor bem inferior ao limite de escoamento levando a conclusão de que a carga aplicada de 5 N não interfere no comportamento do produto em condições normais de uso.

Vale ressaltar que uma vez realizada a análise, pode-se variar diversos parâmetros geométricos e físicos com o objetivo de encontrar uma solução ótima para a configuração final do componente. Essa possibilidade associada a outros recursos da plataforma aumentam de forma significativa o potencial de contribuição da ferramenta ao processo de projeto como um todo.

A imagem da Figura 6 apresenta alguns aspectos interessantes do ponto de vista didático também. Pelas características das condições de contorno e carga atribuídas ao modelo, verifica-se visualmente o comportamento da peça em regime de trabalho. Destaca-se a linha neutra em azul na parte mediana da haste e as partes em tons de laranja e vermelho intenso onde se concentram cargas de compressão na parte inferior (e onde foi verificado o maior valor) e tração na parte superior. Existem outros tipos de resultado que podem ser plotados, como os valores de deslocamento elástico. Esse valor é apresentado com uma escala exagerada para permitir a sua visualização. Entretanto, os valores obtidos são mínimos e compatíveis com o material e carga aplicadas. Na simulação realizada o deslocamento máximo foi da ordem de  $8.14012e-006 \text{ mm}$  na ponta da alavanca.



**Figura 6.** Simulação de carga estática. Fonte: Elaboração do autor.

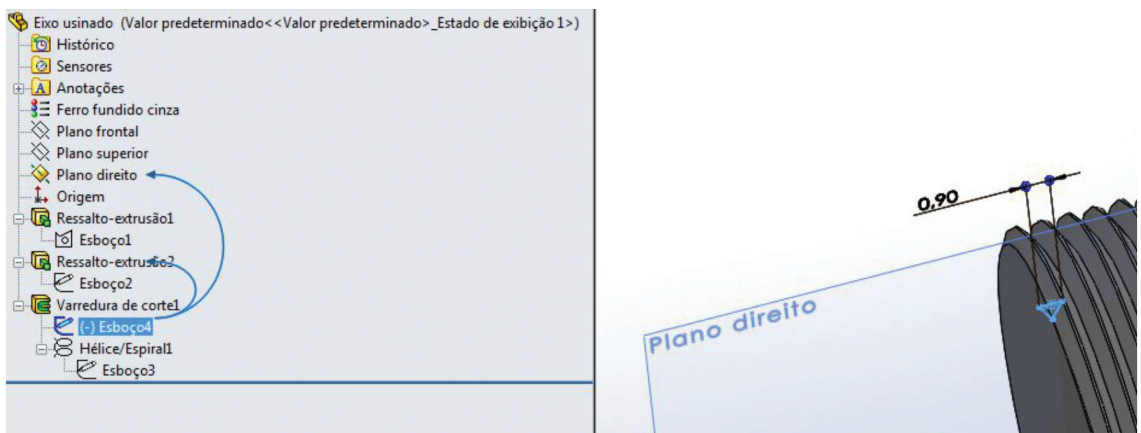
A análise mostrada aqui é somente uma amostra das possibilidades da plataforma. Nesse sentido, deve-se levar em conta tanto as outras possibilidades de análise e simulação incorporadas na plataforma do SolidWorks quanto também as suas limitações.

Adicionalmente, uma direção nova que está sendo explorada atualmente na pesquisa é a investigação do processo de modelagem de uma peça por meio da análise da árvore de recursos que registra todas as operações realizadas. Essa funcionalidade da estrutura do software possibilita a execução de diversas tarefas, sendo uma delas a edição de esboços e operações de modelagem tridimensional. Dessa forma pode-se editar a geometria ou os valores de dimensão atribuídos a ela desde o início do processo de modelagem, resultando em uma atualização da peça, da montagem e dos desenhos gerados.

A partir dessa estrutura que registra todos os passos executados na modelagem de uma peça, verificou-se a possibilidade de analisar o trabalho executado sob a ótica dos processos de ensino e aprendizagem. O principal objetivo é identificar a sequência de etapas de forma a orientar o aluno na execução das tarefas, de forma que seja possível um aproveitamento mais eficaz dos recursos do software.

A Figura 7 apresenta um recorte da mesma peça exemplificada na Figura 6. Uma possibilidade de análise que se pode fazer é, por exemplo, identificar de que forma foi gerada a geometria básica da alavanca. Nesse caso identificou-se que foi executada uma extrusão a partir do esboço de um círculo (esboço1 e ressalto-extrusão1 na Figura 7). Neste caso específico, teria sido melhor a execução da mesma peça a partir da revolução de um retângulo em torno do eixo longitudinal. Tal argumento é justificado pelo fato de permitir que o software identifique no módulo de estimativa de custos o possível processo de fabricação que irá gerar a peça, nesse caso o torneamento.

Na mesma direção, identifica-se na Figura 7 o pequeno triângulo com 0,90 mm de lado (esboço 4), desenhado no plano direito. Essa geometria foi utilizada para gerar a rosca na ponta do eixo. A geração desse recurso foi executada pela revolução do triângulo ao longo da hélice gerada a partir de um círculo na base do eixo (esboço 3). Nesse trabalho, especificamente, todos os elementos da árvore poderiam estar nomeados de forma a facilitar a identificação e o processo de edição posterior, além da própria análise do processo como se argumenta aqui.



Por fim, a partir das possibilidades verificadas nas análises iniciais realizadas, vislumbra-se um potencial significativo para o aprofundamento das pesquisas, já que existe uma base de dados de equipamentos modelados desde o início desse tipo de abordagem, compreendendo um período de pelo menos cinco anos.

Figura 7. Árvore de recursos.  
Fonte: Elaboração do autor.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse artigo procurou articular o conceito fundamental de representação gráfica, sua relação com o processo de projeto de produtos e a utilização das atuais plataformas de modelagem paramétrica tridimensional no contexto dos processos de ensino e aprendizagem da expressão gráfica em cursos de engenharia. Nessa articulação, o modelo integrado do produto em torno de uma base de dados geométrica única se mostra como o elemento de união entre os fundamentos da expressão gráfica, as ferramentas de modelagem computacional e as aplicações e análises de engenharia, possíveis a partir dessa base.

Nesse sentido, observando as estruturas curriculares e os métodos de ensino e aprendizagem da expressão gráfica, verifica-se a necessidade de incorporação e ampliação dos conhecimentos, habilidades e competências à formação de engenheiros, arquitetos e designers. Entretanto essa necessidade se dá em um cenário que apresenta a tendência para a redução de carga horária nos conteúdos de desenho e ainda traz na sua cultura uma

desvinculação com o ensino do projeto de forma geral. Soma-se a isso a multiplicidade de ferramentas computacionais disponíveis atualmente.

As tecnologias apresentadas não se configuram como novidades no contexto das ferramentas de apoio ao processo de projeto. Entretanto, a maneira de utilizá-las no âmbito de disciplinas de representação gráfica apresenta ainda um campo aberto para explorações e experimentos pedagógicos.

Dessa forma, são apresentadas algumas conclusões ainda de caráter parcial, a partir das experiências realizadas:

- O uso de esboços a mão livre a partir das medições realizadas parece contribuir para a formação da capacidade de raciocínio espacial, necessitando de aprofundamento da pesquisa para sua confirmação.
- A utilização de equipamentos reais possibilita a contextualização de conteúdos teóricos, atuando como estímulo ao processo de ensino e aprendizagem.
- O uso desses equipamentos também abre espaço para que o professor articule outras áreas do conhecimento técnico com a representação gráfica, envolvendo processo de projeto, processos de fabricação, materiais, entre outros.
- Verifica-se a necessidade de aprofundar a investigação da capacidade de raciocínio espacial a partir de experimentos mais robustos como a aplicação de testes de aptidão e análise de protocolos.
- A partir dessas conclusões, são propostas algumas diretrizes para orientar ações efetivas nos processos de ensino e aprendizagem da representação gráfica no contexto do curso estudado, como também para a continuidade da pesquisa.
- Aumento da carga horária de representação gráfica de dois para quatro créditos. Esse aumento permitiria um melhor aprofundamento nos conteúdos tanto no que se refere ao desenho técnico quanto em relação à contextualização desses conteúdos incorporando conceitos de processo de projeto e processos de fabricação.
- Utilização de forma mais eficiente da carga horária ainda dedicada a métodos ultrapassados de representação, como o desenho de precisão com a utilização de instrumentos tradicionais. Essa carga poderia ser utilizada para uma abordagem mais produtiva, na qual as habilidades e competências do desenho a mão livre sejam trabalhadas na formação de conceitos sólidos de projetividade e raciocínio espacial.
- Estabelecer protocolos de pesquisa mais robustos com o objetivo de investigar como ocorre o processo de raciocínio espacial e a sua construção por parte dos alunos. Nesse sentido, pretende-se a continuidade da pesquisa com aplicação de testes como o Mental Cutting Test (MCT) e o Mental Rotating Test (MRT) (MARESCH, 2013).
- Estabelecer protocolos de pesquisa com o objetivo de analisar as estratégias de modelagem a partir da própria estrutura do software, como exemplificado na análise da árvore de recursos.

Apesar das experiências terem sido realizadas no contexto do curso de Engenharia Mecânica, é possível vislumbrar sua aplicação em disciplinas básicas de representação em cursos de Arquitetura e Design com as devidas adaptações. A relação com cursos de design de produto se mostra ainda mais forte pela natureza dos artefatos a ser projetados.

Percebe-se entre os alunos do curso que a estratégia de dissecação mecânica utilizada associada à modelagem tridimensional e às simulações realizadas cumpre o papel de forte elemento incentivador. Nesse sentido, um dos resultados dos experimentos realizados foi a proposição de uma disciplina eletiva denominada Prototipagem Virtual, que objetiva a complementação da formação básica em representação gráfica com as diversas possibilidades de aplicação a partir do uso de plataformas paramétricas, fazendo a ligação com os conteúdos de processos de projeto.

O autor agradece ao programa de bolsas de iniciação científica da UFJF pela possibilidade de uma bolsa BIC que auxiliou de forma significativa o desenvolvimento da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. C. **Building Information Modelling (BIM)**. In: Processo de projeto em arquitetura: da teoria à prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. p. 421-442.
- BARR, R. E. Engineering graphics educational outcomes for the global engineer: an update. **Engineering Design Graphics Journal**, v. 76, n. 3, p. 8-12, 2012.
- BARR, R. E., JURICIC, D. From drafting to modern design representation: The evolution of engineering design graphics. **Journal of Engineering Education**, v. 83, n. 3, p. 263-170, 1994.
- BORGES, M. M.; OLIVEIRA, V. F. A geometria descritiva nas disciplinas do curso de Engenharia: um contexto para aprendizagem. **Revista da Escola de Minas**, v. 54, n. 1, p. 69-73, 2001.
- BORGES, M. M. **Proposta de um ambiente colaborativo de apoio aos processos de ensino/aprendizagem do projeto**. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004.
- BORGES, M. M. Engineering design graphics experiences in the context of Brazilian engineering curricula. In: AUNG, W.; DOYLE, T.; SANDNES, F. E.; ZAITSEVA, L. (Org.). **Innovations 2014: World Innovations in Engineering Education and Research**, v. I. 1. ed. Potomac: iNEER, 2014. p. 51-62.
- DANOS, X.; BARR, R. E.; GÓRSKA, R.; NORMAN, E. Curriculum planning for the development of graphicacy capability: three case studies from Europe and the USA. **European Journal of Engineering Education**, v. 39, n. 6, p. 666-684, 2014. DOI: 10.1080/03043797.2014.899324
- FABRICIO, M. M. Projeto simultâneo na construção de edifícios. 2002. 329 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2002.
- FERGUSON, E. S. **Engineering and the mind's eye**. Massachusetts: The MIT Press, 1993.
- FIALHO, A. B. **SolidWorks Premium 2012: teoria e prática no desenvolvimento de produtos industriais – plataforma para projetos CAD/CAE/CAM**. São Paulo: Érica, 2012.
- FOGGIATTO, J. A.; VOLPATO, N.; BONTORIN, A. C. B. Recomendações para modelagem em sistemas CAD-3D. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE FABRICAÇÃO, 4., 2007. **Anais...** Estância de São Pedro: COBEF, 2007.
- NASCIMENTO, V. H. G.; CARDOSO, C.; BORGES, M. M. BIM: conhecimentos necessários e desafios iniciais de adaptação. In: **ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, 15., 2014, Maceió. **Anais...** Maceió: ENTAC, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.17012/entac2014.673>
- KUROWSKI, P. M. **Engineering analysis with SolidWorks Simulation 2014**. Mission: SDC Publications, 2014.
- LASEAU, P. **Graphic thinking for architects and designers**. Nova York: Van Nostrand Reinhold, 1989.
- LEAKE, J. M.; BORGERSON, J. L. Engineering design graphics: sketching, modelling and visualization. Nova York: John Wiley & Sons, 2008.
- MARESCH, G. Spatial ability: the phases of spatial ability research. **Journal for Geometry and Graphics**, v. 17, n. 2, p. 237-250, 2013.
- NAVEIRO, R. M. **Conceitos e metodologias de projeto**. In: NAVEIRO, R. M.; OLIVEIRA, V. F. Projeto de Engenharia, Arquitetura e Desenho Industrial. Juiz de Fora: UFJF, 2001.
- OLIVEIRA, V. F.; BORGES, M. M. **A geometria descritiva nas disciplinas do curso de Engenharia: um contexto para aprendizagem**. Revista da Escola de Minas, v. 54, n. 1, p. 69-73, 2001. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0370-44672001000100012>.
- PORTER, T. **The architect's eye: visualization and depiction of space in architecture**. Londres: Chapman & Hall, 1997.
- SORBY, S. A. **Developing 3-D spatial visualization skills**. Engineering Design Graphics Journal, v. 63, n. 2, p. 21-32, 1999.
- SUZUKI, K. Traditional Descriptive Geometry Education in the 3D CAD/CG Era. **Journal for Geometry and Graphics**, v. 18, n. 2, p. 249-258, 2014.



# A PRÁTICA PEDAGÓGICA DA INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS COMO FERRAMENTA DE PROJETO

The pedagogical practice of the integration of construction technologies as a design tool

Luis Henrique Alves Cândido<sup>1</sup>, Suzane Miritz<sup>1</sup>, Jéssica do Canto Pureza<sup>1</sup>

**RESUMO** Das etapas metodológicas para o desenvolvimento de produtos, a aplicação de práticas construtivas pode ser orientada pela fabricação de modelos, protótipos e maquetes. Diante da evolução das ferramentas de projeto e da necessidade contínua de inovação, cada vez mais se necessita de laboratórios e oficinas que contemplem estruturas tecnológicas de equipamentos e pessoal de apoio. Essa estrutura visa a auxiliar a prática pedagógica orientada pela integração do projeto virtual e sua análise física. Nesse sentido, este trabalho tem por objetivo apresentar um estudo de caso no qual foi desenvolvido um equipamento utilizado para filtragem de água para consumo humano. Para isso, foi realizada a construção de um modelo estrutural que integrou tecnologias de corte a laser, de impressão 3D e processos manuais de fabricação. O foco dessa prática foi a análise, a reflexão e a validação de princípios e parâmetros projetuais a serem aplicados no projeto final. O resultado da aplicação dessa prática pedagógica, apontam para a relevância da integração de processos tecnológicos com práticas manuais, proporcionando, dessa forma, um fluxo contínuo e dinâmico de aprendizagem orientada para a resolução de problemas funcionais e construtivos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Modelos, Tecnologias, Integração.

**ABSTRACT** From methodological stages to product development, the application of construction practices may be oriented for the manufacturing of models, prototypes and scale models. Upon the evolution of design tools and the continuous need for innovation, laboratories and workshops that address equipment technological infrastructures and support staff are increasingly needed. This framework aims to assist the pedagogical practice guided by the integration of virtual project and its physical analysis. In this sense, this work presents a case study in which a device used for water filtration for human consumption was developed. For this purpose, the construction of a structural model that integrated laser-cutting technologies, 3D printing and manual manufacturing processes was performed. Analyzing, reflecting and validating the principles and project parameters to be applied in the final design was the focus of this practice. The result of this pedagogical practice points to the importance of the integration of technological processes with manual practices, thus providing a continuous and dynamic flow of learning-oriented constructive resolution of functional problems.

**KEYWORDS:** Models, Technologies, Integration.

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

**How to cite this article:**

CÂNDIDO, L. H. A.; MIRITZ S.; PUREZA, J. C. Gestão e Tecnologia de Projetos, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 39-53, jan./jun. 2016. <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v11i1.99133>

**Fonte de financiamento:**

Declararam não haver.

**Conflito de interesse:**

Declararam não haver.

**Submetido em:** 18 jun. 2015

**Aceito em:** 11 out. 2015



## INTRODUÇÃO

O designer vem, ao longo do tempo, garantindo um papel fundamental no processo de criação de produtos. Existem técnicas que auxiliam no direcionamento do caminho a seguir, e as metodologias de desenvolvimento de produto são ferramentas essenciais diante de um mercado tão concorrido e restrito. Elas são essenciais para o processo de design no momento em que traçam diretrizes para o desenvolvimento de produtos e caracterizam-se por estudos de princípios e procedimentos fortemente orientados. Uma das práticas apresentadas na maioria das metodologias projetuais, segundo seus autores (ABRAMOVITZ, 2002; BAXTER, 2000; BACK et al., 2008; BOOTHROYD; ALTING, 1992; BITTENCOURT, 2001; BOMFIM, 1995; BONSIPE, 1984; LÖBACH, 2000; ROOSEMBURG; EEKELS, 1996; PLATCHECK, 2012), consiste na aplicação e construção de modelos e protótipos, físicos e virtuais.

Conforme Santos (2005), modelos e protótipos físicos são fundamentais para o desenvolvimento de produtos, para o planejamento da produção, do setup de máquinas, da avaliação do layout fabril e para ensaios de desempenho do produto. Essa prática permite ao profissional das áreas de projeto a análise e avaliação do objeto em estudo, como a forma do produto, as cores aplicadas, a textura, o acabamento, os detalhes, a funcionalidade e as adequações ergonômicas. Os modelos e protótipos, segundo Santos (2005), podem ser empregados na pesquisa sobre experiências de uso e determinar a continuação de um projeto, sua alteração ou total abandono. Ainda segundo o mesmo autor, as informações transmitidas por meio de um modelo ou protótipo físico, se comparadas a modelos virtuais, tendem a ser melhor assimiladas pela maioria das pessoas. Essa facilidade na assimilação se deve ao fato de que por meio dos objetos físicos várias percepções do ser humano são estimuladas.

Segundo Florio (2011), a integração do processo criativo a práticas construtivas demanda um forte envolvimento do professor no sentido de mostrar e demonstrar o potencial dessa integração nas etapas de soluções de projeto. Segundo Pertence et al. (2001), a absorção tridimensional se desenvolve à medida que um indivíduo vivencia o espaço, principalmente por meio da visão e do tato, que são responsáveis por captar estímulos, como brilho, sombra, cor, frio, calor e outros. Esses estímulos são processados pelo cérebro, que assim elabora a forma, a proporção, a posição e a orientação do produto no espaço. Após essa etapa, o cérebro compara, classifica e interpreta essa nova informação com modelos observados anteriormente.

Forti (2005) descreve que os modelos e protótipos tridimensionais físicos trazem diversas vantagens para o ambiente de projeto, isso porque anulam o esforço cognitivo de se interpretar palavras ou imagens totalmente bidimensionais. Conforme escrito em Alvares (2004), Hans Gugelot, na década de 1960, desenvolveu uma metodologia de projeto com uma sequência de atividades projetuais básicas para o design de produtos industriais, e que atualmente serve de base para os cursos de design. Essa proposta consiste nas seguintes fases: fase de informação, fase analítica, fase de projeto, fase de decisão, fase de cálculos e adaptações e fase da construção de modelos e protótipos.

Mesmo que essa nomenclatura mude em alguns currículos, o objetivo é o mesmo, isto é, proporcionar a compreensão do processo de elaboração física de um produto. Em muitos casos, os tipos de materiais e processos apresentados ficam restritos à estrutura física de cada instituição, ou seja, para cada tipo de material são necessários processos e equipamentos específicos. Os processos de fabricação são aplicados quando os materiais precisam adquirir formas e dimensões para ser utilizáveis na indústria, e são definidos também em função das propriedades dos materiais e das características necessárias para resistir às condições de serviço da peça.

Logo, ao trabalhar com os materiais na forma de modelos e protótipos, busca-se proporcionar ao aluno um contato físico com esses materiais, e assim demonstrar as variáveis que estes podem apresentar. Conforme Ashby



e Johnson (2003), os produtos alcançam sucesso com uma combinação entre o bom projeto técnico e o projeto industrial criativo, no qual os materiais e os processos são usados para fornecer a funcionalidade, a usabilidade e a satisfação na compra. A satisfação é extremamente influenciada pela estética do produto, pelas associações que o usuário faz no momento da compra e pelas percepções, muitas vezes intuitivas, que o produto transmite ao usuário.

## CONSTRUÇÃO DOS MODELOS E PROTÓTIPOS

No desenvolvimento de projetos inovadores em design e arquitetura, a utilização de modelos, protótipos e maquetes visa, principalmente, à verificação e validação das soluções geradas nas representações bidimensionais e virtuais. A necessidade de construir modelos e protótipos está no fato de permitir ao acadêmico a análise e validação do objeto em estudo, tanto na sua forma, nas cores, nas texturas, nos acabamentos, na funcionalidade e na adequação técnica e normativa. Assim, algumas técnicas, conforme Volpato (2007), podem ser aplicadas para construção de elementos físicos e, dentre essas, encontram-se as seguintes:

- a) **modelo volumétrico** – pode ser executado em diversos tipos de materiais, sem a necessidade de relação com o do produto final;
- b) **protótipo ou mock-up** – reproduzem fielmente o objeto final a ser produzido em série e servem para avaliar o desempenho do objeto projetado na sua utilização normal;
- c) **modelo operacional e modelo estrutural** – corresponde às etapas de avaliação da funcionalidade, podendo, aplicar mecanismos como engrenagens, transmissão de movimentos, encaixes, subsistemas de fixação e outros.

Outro aspecto que podemos abordar na construção de modelos e protótipos diz respeito à ética na etapa da seleção da melhor alternativa. A ética, segundo Alvares (2004), é tratada, também, na grade curricular de cursos de Design, sendo balizadora de princípios que orientam o comportamento social, fato que deve ser avaliado na fabricação de projetos. Esses princípios caminham por uma linha muito tênue que fica entre a discussão sobre princípios de design e da experiência dos agentes envolvidos. Então, observa-se que em uma sociedade industrial onde o mundo tecnológico tem causado grandes conflitos, principalmente coletivos, deve-se levar em consideração a vulnerabilidade da natureza do criador do projeto, ou seja, o designer pode sentir que sua criação supre todas as necessidades na função requerida, sem ao menos verificar todas as possíveis soluções.

Sob essa perspectiva, ao utilizarmos a tecnologia apropriada para o ensino didático da construção de modelos e protótipos, poderemos discutir várias alternativas de forma compartilhada, ou seja, é possível observar e compreender a evolução do projeto virtual até a escolha da melhor alternativa. Assim, podemos inferir que a integração da ética e da tecnologia torna o processo de ensino de projeto mais transparente, principalmente por considerar parâmetros de escolha projetuais orientados por ensaios físicos e funcionais.

Neste sentido, este artigo apresenta o resultado de um estudo de caso que utiliza a tecnologia de corte a laser e impressão 3D para a discussão didática sobre a seleção da melhor alternativa projetual. Logo, o artigo propõe que ao utilizar a tecnologia construtiva no processo de ensino de projeto, pode-se ampliar a discussão e entendimento do acadêmico de design sobre os motivos concretos que balizaram a escolha da alternativa final. Além da questão didática abordada, busca-se compartilhar o conhecimento científico

adquirido por meio da apresentação de parâmetros de corte, levantados em materiais de grande utilização para fabricação de modelos e protótipos, e as relações de tempo de fabricação via corte laser e impressão 3D.

### Laboratório de modelos, protótipos e maquetes

A utilização de um laboratório de modelos, protótipos e maquetes durante as disciplinas de projeto tende a possibilitar a integração dos esboços iniciais, em papel ou virtuais, com os modelos e protótipos físicos. Esse processo pedagógico proporciona aos acadêmicos a oportunidade de percorrer e acompanhar as transformações e as contribuições que a prática construtiva pode aportar ao projeto final. Isso ocorre porque podemos integrar simultaneamente os materiais, os processos de fabricação e as soluções mecânicas e discutir conceitos estéticos. Para a perfeita integração dessas variáveis, é fundamental a introdução de equipamentos que possibilitem a modelagem de um produto e seus sistemas o mais fielmente possível.

Diante da evolução tecnológica desses equipamentos, fica evidente, também, sua influência no processo de criação de produtos. Nossa experiência na utilização desses equipamentos, por acadêmicos de design, de arquitetura e urbanismo, demonstrou claramente uma evolução no processo de projeção. Como exemplo, devido à inserção da máquina de corte a laser, os projetos nessas áreas tornaram-se mais complexos e com maior nível de detalhamento.

Observou-se que anteriormente à instalação do equipamento, o processo de criação era orientado fortemente pelo corte manual e, dessa forma, poderia ocorrer um limite criativo devido à restrição desse processo de corte. Porém, com a introdução da primeira máquina de corte a laser, o processo de criação ficou mais apurado. Dessa forma, podemos inferir que a criação não pode depender da técnica, mas a técnica pode e deve auxiliar na evolução do processo criativo. Diante dessa reflexão, são apresentados na Figura 1 alguns equipamentos que fazem parte da estrutura do Laboratório de Modelos, Protótipos e Maquetes da Faculdade de Arquitetura (FA/UFRGS).

**Figura 1.** Porta de entrada da oficina (Figura 1A), máquina de corte a laser 200 watts (Figura 1B), e máquina de corte a laser 60 watts (Figura 1C) e impressoras 3D (Figura 1D).



A máquina de corte a laser de 200 watts (modelo ACRILA, Figura 1B) proporciona um corte máximo de 1500 mm × 2500 mm. A máquina de corte a laser de 60 watts (modelo PRISMA, Figura 1C) proporciona um corte

máximo de 600 mm × 900 mm. A impressora 3D (marca CLIEVER, Figura 1D) foi utilizada para construção de modelos volumétricos visando a validação da seleção das propostas de peças estruturais. A impressora possibilita a construção de objetos com área máxima de 100 mm × 100 mm × 100 mm. Para o presente trabalho, a operação de corte a laser foi balizada com o uso da máquina de 60 watts.

A oficina (Figura 1A) fica aberta durante o horário das aulas dos cursos de Arquitetura, Urbanismo, Design de Produto e Design Visual. A estrutura atende a esses cursos de graduação e de pós-graduação oriundos da Faculdade de Arquitetura como o PGDESIGN, PROPAR e PROPUR. O atendimento a acadêmicos e professores é realizado com o apoio de técnicos que ficam à disposição na oficina, que têm a função de operar os equipamentos de fabricação, como a máquina de corte a laser e equipamentos de pequeno porte.

## MÉTODO DA PESQUISA

### Contexto metodológico

O estudo de caso foi desenvolvido a partir da temática de um projeto de produto voltado para soluções de purificação de águas contaminadas. O delineamento do trabalho é orientado pela pesquisa experimental, que visou a demonstrar a integração de ferramentas tecnológicas no processo de construção funcional de modelos e protótipos, com o ensino de design de produto, mais especificamente sobre a discussão objetiva da escolha da melhor alternativa de projeto.

Segundo Prodanov (2009), a pesquisa experimental é mais frequentemente empregada nas ciências tecnológicas e tem como objetivo demonstrar como e por que um determinado fato pode ser produzido.

Historicamente, a utilização de modelos e protótipos para o desenvolvimento de produtos talvez seja uma das mais clássicas disciplinas que acompanham o processo de design. Assim, diversas técnicas foram desenvolvidas e são adotadas em cursos de design no Brasil. Porém, é possível observar que alguns desses processos tornaram-se pouco eficientes devido à necessidade de sua aplicação em produtos inovadores e com uma alta complexidade construtiva.

Certamente, a aplicação de técnicas clássicas de modelagem continua fundamental na prática didática do ensino de Design; porém, o dinamismo e o acesso a equipamentos tecnológicos de fabricação agilizaram a tomada de decisão sobre a melhor estrutura funcional do produto a ser desenvolvido. Dessa forma, ao utilizar técnicas de rápida aplicação como o corte a laser aliado à geração de alternativas construtivas, poderemos acelerar a tomada de decisão objetiva sobre a melhor solução funcional do produto. A seguir, a Figura 2 apresenta o delineamento do processo de pesquisa orientador desse trabalho.

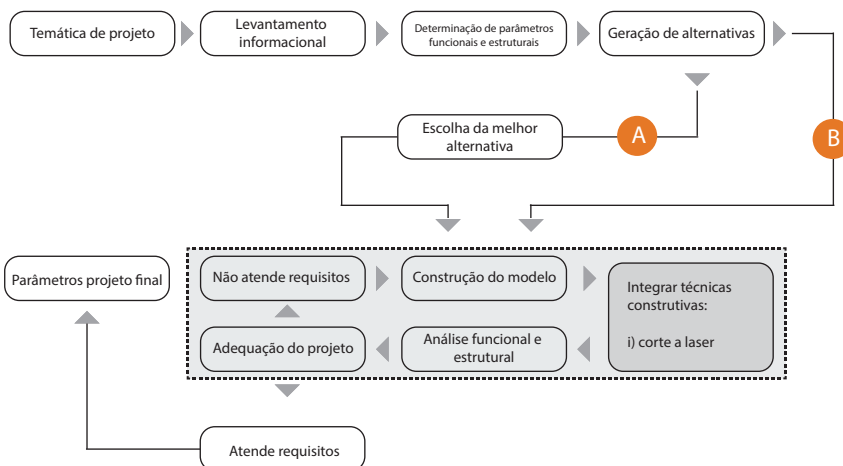


Figura 2. Fluxograma de aplicação didática.

A Figura 2 apresenta o fluxograma do processo de modelagem, que destaca a integração de técnicas construtivas ao processo de adequação do projeto. Verifica-se que se o projeto não atender ao parâmetro funcional e estrutural pré-determinado, ele volta para a etapa de construção do modelo, utilizando, para isso, a integração das técnicas até que essas melhorias se equalizem com os parâmetros de projeto. No momento em que o projeto atende aos requisitos, segue para a solução final. Cabe ressaltar que mesmo entrando nessa etapa o projeto poderá retornar para a construção do modelo, caso surjam dúvidas funcionais, estruturais ou estéticas.

O caminho “A” apresentado no fluxograma representa o modo clássico da escolha da melhor alternativa de projeto, ou seja, as alternativas geradas são classificadas e reduzidas a um número julgado ideal pela equipe de projeto. Porém, o caminho “B”, sugerido nessa pesquisa, amplia o número de soluções possíveis de serem fabricadas, ou seja, a de testar múltiplas alternativas.

Durante o desenvolvimento de um projeto, a etapa da tomada de decisão sobre a seleção de alternativas pode ser considerada uma das mais relevantes para o sucesso do produto. Sendo assim, o aprofundamento na etapa de seleção de conceitos deve ser associado a uma maior quantidade e qualidade de informações, reduzindo, dessa forma, os riscos de uma tomada de decisão equivocada.

Segundo Back et al. (2008), os problemas na tomada de decisão da melhor alternativa podem ser classificados em duas vertentes. A primeira vertente sugere a tomada de decisão por um viés subjetivo e sem critérios bem definidos, com forte influência pessoal. A segunda vertente ocorre devido à falta de um método específico e a não consideração da integração entre critérios de seleção. O fator de influência pessoal para escolha da melhor alternativa, segundo descrito por Camargo (2007), é considerado um importante fato para o insucesso do produto final, e deve ser evitado.

Camargo (2007) descreve que o processo de decisão deve considerar fatores como demandas do cliente, parâmetros de engenharia e o foco competitivo da empresa, sendo estes associados às ferramentas técnicas para a avaliação de alternativas. Diante do exposto, devemos, durante o processo didático do ensino de projeto, considerar a minimização de tais fatos que podem levar o acadêmico a não compreender claramente como foi tomada a decisão sobre a escolha da melhor alternativa.

A falta de uma maior clareza sobre essa etapa pode, no futuro, representar o insucesso de um produto e o insucesso do profissional. Dessa forma, devemos utilizar técnicas construtivas que possibilitem a análise dos aspectos funcionais e estruturais de um produto de forma a orientar, com maior objetividade, e não subjetividade, a escolha da melhor alternativa durante o processo de ensino.

A experiência, por meio dessa prática construtiva, aponta para algumas tecnologias que possibilitam uma rápida aplicabilidade para solução de projetos. Assim, pode-se apontar que primeiramente temos o corte a laser e, em segundo patamar, a impressão 3D. Isso significa que com auxílio da tecnologia de corte a laser, para construção de componentes e estruturas funcionais de forma plana, teremos uma maior rapidez na fabricação desses elementos em relação à impressão 3D, que nesse caso leva-se muito tempo para a fabricação final da peça.

O fluxograma apresentado na Figura 2 “caminho “B” busca potencializar o processo de ensino de projeto, pois possibilita um fluxo contínuo de aprimoramento da proposta, ou seja, a dinâmica ocorre no momento em que empregamos, para fabricação dos modelos, técnicas de rápida construção, como o corte a laser. Essa prática proporciona ao acadêmico uma maior imersão na problemática de projeto, e assim as soluções podem ser construídas e testadas de forma mais rápida em relação à aplicação de técnicas de impressão 3D.

A integração apresentada no fluxograma (Figura 2, caminho B) visa à potencializar o maior entendimento sobre os requisitos funcionais e estruturais do produto. Assim, ao integrar um maior número de alternativas ao processo de fabricação física do modelo poderemos ampliar o espectro acadêmico da aprendizagem orientado por fatores objetivos durante as etapas de geração e seleção de alternativas projetuais.

### Geração de alternativas projetuais

A temática do estudo de caso é a concepção de um produto que visa à purificação de águas extremamente contaminadas e impróprias para consumo. O projeto apresenta a problematização da ausência de água potável em diversos continentes, onde é necessária a existência de um equipamento que purifique e forneça água em grande volume. Outro requisito de projeto apresenta a necessidade de transporte do produto ao local de filtragem da água. Neste sentido, a Figura 3 apresenta a estrutura funcional do produto e os módulos integrantes.

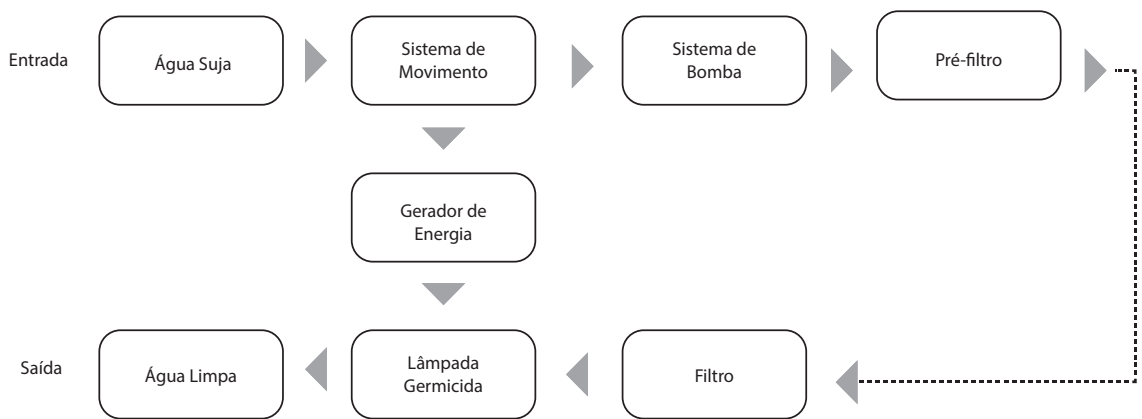


Figura 3. Diagrama funcional.

A partir do diagrama funcional apresentado na Figura 3 foram geradas alternativas de projeto, e posteriormente a construção de um protótipo funcional, tendo como foco ampliar a compreensão funcional do produto. Assim, foram utilizados diversos materiais para sua construção como tubos e conexões de PVC, MDF, parafusos, filtro à vela industrial, lâmpada germicida (15 watts) e componentes mecânicos oriundos da desmontagem de uma bicicleta. Diante da temática inicial foram desenvolvidas soluções de projeto empregando, para isso, a técnica do esboço via sketches.

Seguindo a sequência de desenvolvimento do projeto, a etapa posterior consistiu na geração de alternativas de mecanismos que integrassem princípios mecânicos de baixa manutenção e eficiência na utilização. Assim, a Figura 4 mostra os princípios de projeto gerados em 2D.

Na Figura 4A observa-se o sistema completo; na Figura 4B observa-se o sistema de movimento vertical da bomba; na Figura 4C observa-se o sistema hidráulico; e na Figura 4D vê-se o sistema de fixação do pedal de acionamento da bomba. Orientado por essas alternativas, foram selecionados, para prática construtiva, os sketches apresentados na Figura 5 e na Figura 6.

A Figura 5 apresenta a geração de dez alternativas de apoio para o pedal, a Figura 5A sendo a primeira alternativa e a Figura 5J a alternativa utilizada no projeto final. A Tabela 1 descreve a dimensão retangular balizadora das peças apresentadas na figura 5.

Figura 4. Geração de alternativas 2D.

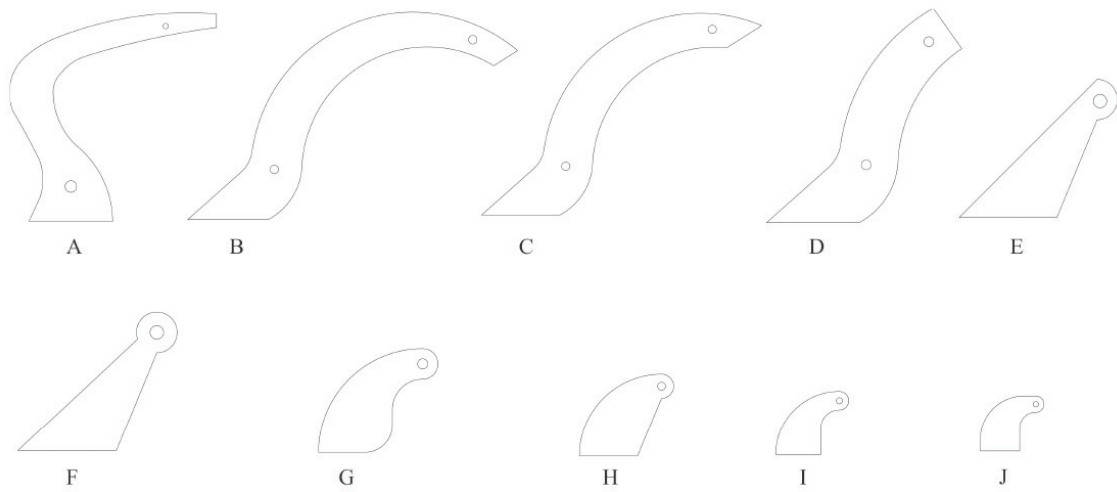
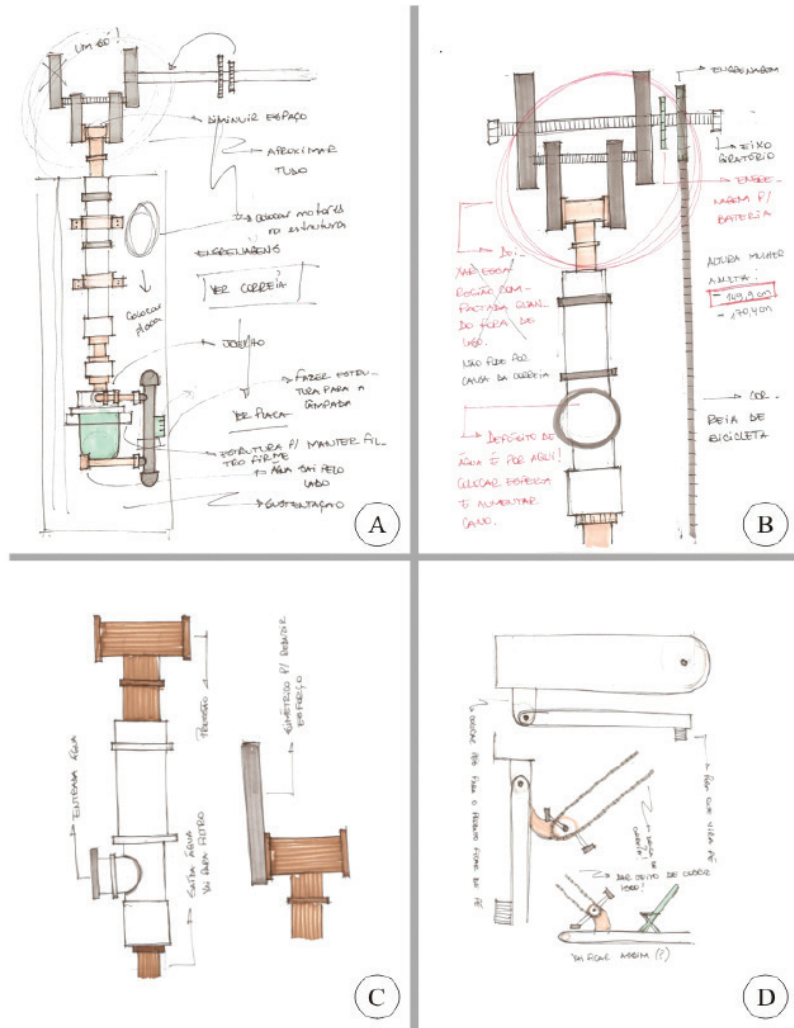


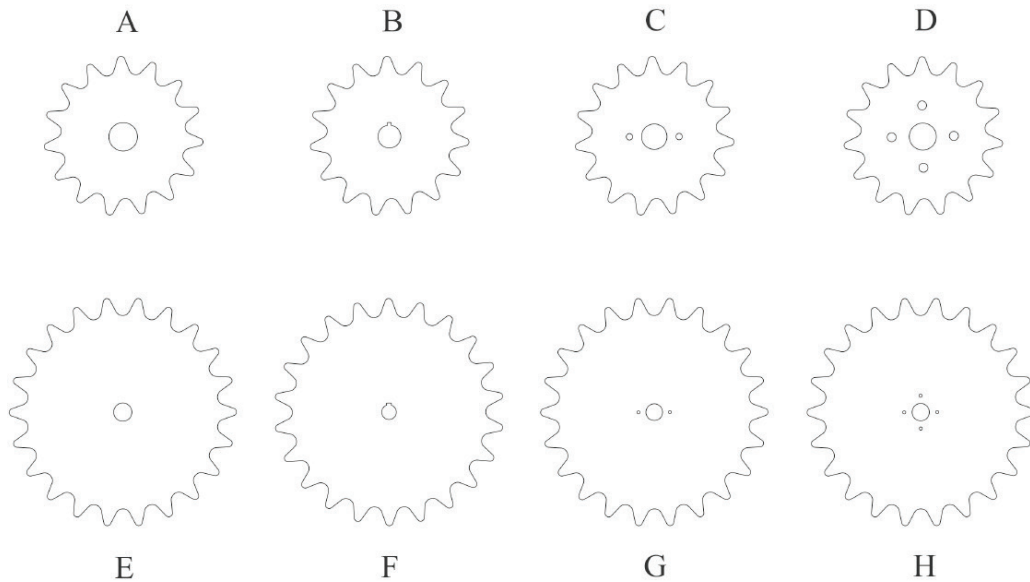
Figura 5. Geração de alternativas do apoio do pedal.



**Tabela 1.** Parâmetros dimensionais para corte do apoio do pedal.

Figura 5											
Peça	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
Dimensões (mm)	515 × 540	817 × 515	694 × 500	485 × 531	388 × 342	393 × 342	298 × 255	238 × 204	179 × 159	152 × 140	

A Figura 6 apresenta as alternativas para a fabricação da engrenagem.



**Figura 6.** Geração de alternativas de engrenagens para a bomba de água.

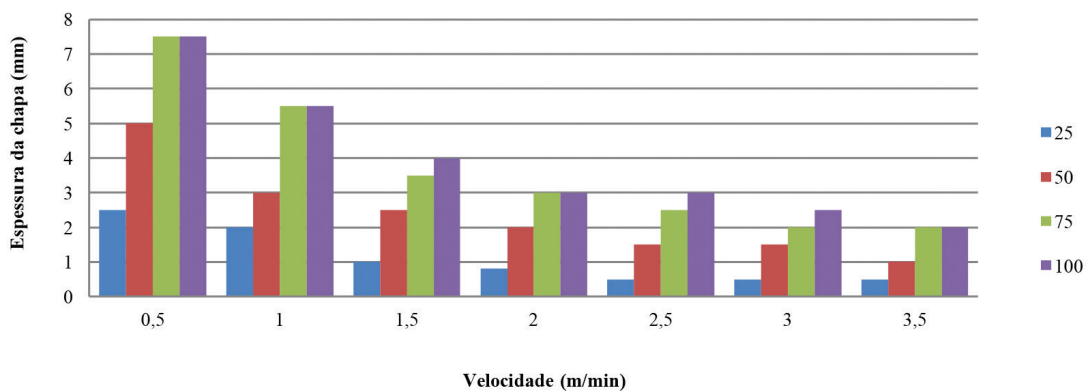
Foram determinados dois diâmetros externos (Figuras 6A, B, C e D de diâmetro de 50 mm e Figuras 6E, F, G e H de diâmetro de 80 mm) e quatro tipos de fixação, sendo que a engrenagem da Figura 6D foi a escolhida para inclusão no projeto final. A próxima etapa da pesquisa levantou os parâmetros de corte de alguns dos principais materiais utilizados no design para construção de modelos e protótipos. Esse levantamento foi balizador para a seleção do material a ser utilizado para fabricação das peças das Figuras 5 e 6. Assim, a Tabela 2 apresenta os parâmetros de potência aplicados nos respectivos materiais, sendo cortados na máquina de 60 watts. Os parâmetros foram gerados a partir de um corte padrão de dimensão retangular de 40 mm × 40 mm.

A Tabela 2 apresenta uma série de parâmetros de corte e uma diversidade de materiais que são utilizados para a fabricação de modelos e protótipos. Destacam-se os materiais grifados que não atingiram o corte completo da peça mesmo aplicando 100% da potência de corte da máquina. Diante dos parâmetros levantados, optou-se pela construção das peças (da Figura 5 e da Figura 6) utilizando-se o MDF. A seleção levou em consideração a necessidade estrutural e funcional dessas peças ao serem ensaiadas fisicamente no produto final.

A etapa seguinte focou o levantamento dos parâmetros de profundidade de corte, ou seja, a penetração do laser no material. Essa etapa foi realizada utilizando como material base o MDF na espessura de 8 mm. Os dados levantados são apresentados no Gráfico 1.

**Tabela 2.** Parâmetros de corte de máquina laser 60 watts.

Material	Espessura	Potência de corte (watts)	Velocidade de corte (m/min)
MDF (Medium Density Fiberboard)	3	100	1
	4	100	1
	5	100	1
	8	100	0,5
	9	100	0,5
OSB (Oriented Strand Board)	12	100	0,5
	15	100	0,5
	10	100	0,5
Compensado naval	10	100	0,5
Madeira balsa	2	80	45
	2	80	20
	3	80	20
Acrílico cristal	4	100	15
	5	100	5
	6	100	5
	10	100	1
Acrílico branco	2	80	20
Acetato	0,5	100	5
	0,8	100	5
Poliestireno	5	20	100
Cortiça	2	10	100
Papelão três camadas	2,5	80	50
	6	80	50
Papel pluma	5	10	90
Couro sintético	0,5	20	80
	1	50	35
Papel hurley	2	30	30
	2	50	30
Papel cartão	2,5	50	30
	2	50	80
Papel Triplex	0,5	60	70



**Gráfico 1.** Parâmetros de profundidade de penetração do laser.

No Gráfico 1 observa-se que a velocidade de corte variou de 0,5 até 3,5 (m/min) da velocidade total da máquina. Os fatores de potência foram determinados entre 25%, 50%, 75% e 100% da potência. O levantamento desses parâmetros agiliza a etapa de transferência do sketch virtual para a construção física da peça. Assim, a pré-qualificação de quais parâmetros utilizarem é determinada antecipadamente. Diante dos dados obtidos, os seguintes parâmetros foram utilizados para o corte final das peças (das Figuras 5 e 6): espessura do MDF de 5 mm, velocidade de corte de 1 m/min e potência de corte de 75%. Esses parâmetros possibilitam o corte efetivo das peças sem utilizar a potência de 100% da máquina. Dessa forma, busca-se ampliar a vida útil do equipamento e a redução do consumo de energia. Embora a velocidade de corte de 0,5 m/min possa ser utilizada, essa configuração gerou uma queima excessiva na aresta do MDF, marcando o contorno da peça.

Visando a levantar os dados comparativos entre o corte a laser e a impressão 3D, as peças da Figura 6 foram construídas também via impressão 3D. As peças da Figura 5 não foram construídas com esse processo devido às dimensões externas ultrapassarem a capacidade máxima da mesa de apoio da impressora. Assim, a Tabela 3 apresenta o levantamento do tempo de corte das peças desenvolvidas e apresentadas nas Figuras 5 e 6.

**Tabela 3.** Parâmetros de fabricação para as peças das Figuras 5 e 6.

Peça	Potência de corte do laser (%)	Velocidade de corte (m/min)	Tempo de corte	Tempo de impressão (3D)	
Figura 5 – A			02 min 20 seg		
Figura 5 – B			02 min 31 seg		
Figura 5 – C			02 min 13 seg		
Figura 5 – D			01 min 54 seg		
Figura 5 – E		1	01 min 24 seg	Não aplicável devido à restrição dimensional da mesa de impressão	
Figura 5 – F	75		01 min 25 seg		
Figura 5 – G			01 min 06 seg		
Figura 5 – H			00 min 53 seg		
Figura 5 – I			00 min 42 seg		
Figura 5 – J			00 min 38 seg		
<b>Tempo total de corte</b>			<b>15 min e 10 seg</b>		-----
Figura 6 – A			00 min 16 seg		01 hora 39 min
Figura 6 – B			00 min 16 seg		01 hora 39 min
Figura 6 – C			00 min 21 seg		01 hora 45 min
Figura 6 – D			00 min 22 seg	01 hora 42 min	
Figura 6 – E	75	1	00 min 25 seg	03 horas 20 min	
Figura 6 – F			00 min 25 seg	03 horas 23 min	
Figura 6 – G			00 min 27 seg	03 horas 23 min	
Figura 6 – H			00 min 29 seg	03 horas 24 min	
<b>Tempo total de corte</b>			<b>3 min e 01 seg</b>	<b>20 horas e 25 min</b>	

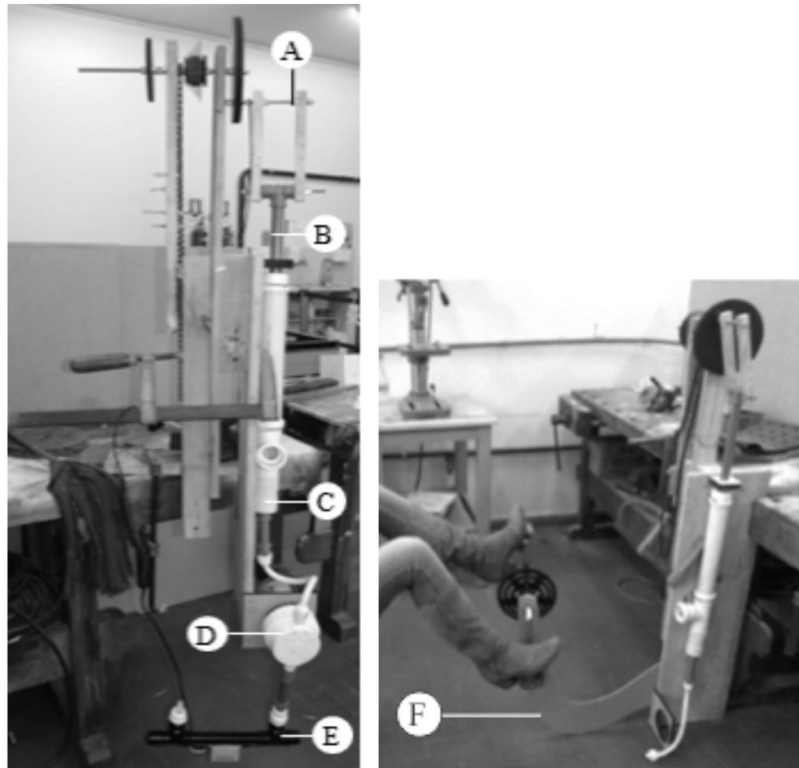
A Tabela 3 apresenta informações que são fundamentais no processo de fabricação de peças, principalmente, o tempo de fabricação. Dessa forma, ao escolher o processo adequado de fabricação, poderemos enriquecer a discussão objetiva sobre a avaliação de alternativas, isso porque temos a condição de fabricar componentes complexos e com baixo tempo de processamento.

Observa-se na Tabela 3 que a relação de tempo entre o processo de corte a laser e a impressão 3D para a fabricação da peça 6 é substancialmente diferente. Se a opção da construção dessa peça fosse orientada pela fabricação 3D, o tempo total seria elevado em mais de 20 horas, enquanto o

corde via tecnologia laser consumiria um pouco mais de 3 minutos. Assim, fica claro que a correta utilização do processo de fabricação visa possibilitar uma maior imersão, de acadêmicos e professores, na etapa de discussão sobre as melhores propostas de projeto, durante a construção do protótipo.

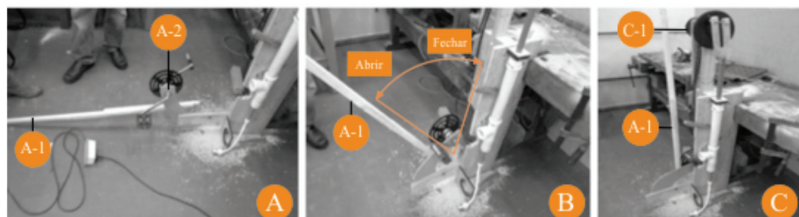
Visando avaliar fisicamente as peças fabricadas das Figuras 5 e 6, iniciou-se a etapa de montagem física do protótipo, conforme apresentado na Figura 7. Nessa etapa, ocorreram os ajustes manuais necessários para avaliar a funcionalidade do conjunto do pedal e da bomba de água.

**Figura 7.** Construção do modelo funcional da bomba e filtro.



A Figura 7A mostra o sistema de mancal e de movimento da bomba. A Figura 7B mostra o eixo de movimento da bomba. A Figura 7C mostra o corpo da bomba. A Figura 7D mostra o filtro de água com elemento filtrante à carvão mineral. A Figura 7E mostra a lâmpada germicida e a Figura 7F mostra o braço de apoio para o pedal de acionamento da bomba; a Figura 7F mostra o braço de apoio do pedal. A sequência construtiva e de ajustes é apresentada na Figura 8. Para essa sequência foram testadas todas as peças fabricadas via corte laser.

**Figura 8.** Estrutura aberta (Figura 8A), estrutura semifechada (Figura 8B) e estrutura fechada (Figura 8C).



Observa-se na Figura 8A a coluna guia (A-1) e o dispositivo de pedais (A-2) utilizados para a movimentação da bomba e da geração de energia.

A Figura 8B apresenta a coluna guia (A-1) em processo de fechamento. A Figura 8C mostra a coluna guia (A-1) fechada e o posicionamento da engrenagem (C-1) do movimento da bomba de água. Os ajustes finos foram realizados por meio de processos manuais. A utilização desses processos manuais, no contexto da prática pedagógica de oficina, possibilitou a integração dos conhecimentos teóricos adquiridos com as adequações de projeto. Após, validada a melhor alternativa, iniciou-se a etapa de desenvolvimento virtual em software de projeto.

## Desenvolvimento virtual do projeto

A partir do estudo funcional, realizado no protótipo construído, foram geradas as alternativas para melhor dispor os componentes no produto final. Neste sentido, a Figura 9 apresenta a modelagem virtual gerada pelo software Inventor®.

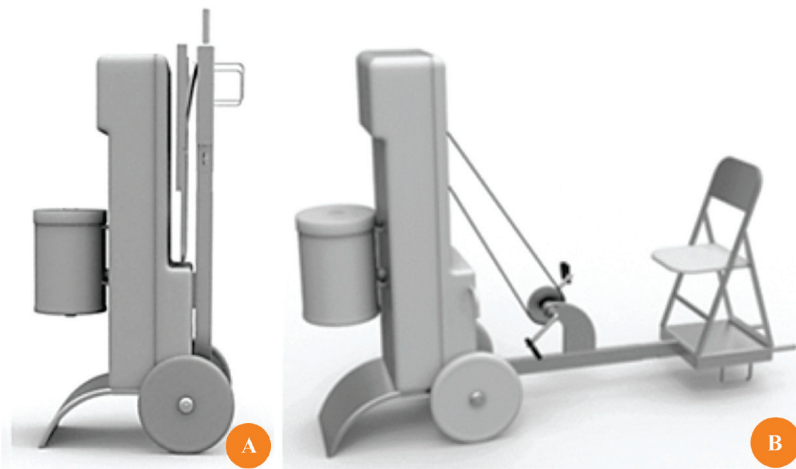


Figura 9. Modelagem virtual do equipamento.

A Figura 9A mostra uma vista lateral do produto em sua posição fechada e pronto para o transporte pelo usuário. A Figura 9B mostra uma vista lateral do produto armado e pronto para a sua utilização principal, ou seja, realizar o processo de filtragem. Cabe salientar que o produto em escala real possui dimensões de largura 525 mm, altura de 1526 mm e comprimento de 2179 mm, em estado aberto. Observa-se, a construção estética orientada pela necessidade funcional e estrutural dos dispositivos internos, construídos na modelagem física. Essa percepção estética é fundamentada no momento em que o acadêmico absorve os conceitos levantados, de forma objetiva, durante a fabricação e ensaio das alternativas prototipadas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O delineamento experimental dessa pesquisa visou a demonstrar a potencialidade do emprego de tecnologias construtivas para a discussão da escolha da melhor alternativa de projeto durante o ensino didático de Design. Podemos inferir, diante da facilidade e rapidez do uso do corte a laser para a fabricação de peças, que ao integrar essa técnica construtiva na seleção de alternativas, poderemos ser mais objetivos e éticos. Entretanto, esse fato é consolidado quando fabricamos um maior número de alternativas de projeto. A fabricação ampliada possibilita uma maior compreensão sobre os fatores funcionais e estruturais orientadores para

a escolha da alternativa final. Desse modo, o acadêmico tende a se sentir mais seguro sobre os motivos da seleção da respectiva forma e dos aspectos analisados. Embora a seleção de alternativas seja fortemente abordada por um viés teórico, o presente trabalho demonstrou que devemos ampliar o aspecto dessa seleção por parâmetros técnico-científicos.

Assim, os resultados apontados na Tabela 3, demonstram que é necessário conhecer os parâmetros funcionais dos equipamentos utilizados na prática construtiva. Nesse sentido, e diante dos resultados apresentados na Tabela 3, se julgássemos que a impressão 3D fosse a melhor alternativa para a construção das engrenagens – Figura 5 –, incorreríamos na ampliação do tempo de processo e da tomada de decisão final. Pelo contrário, ao utilizarmos a tecnologia de corte a laser, poderemos ampliar a fabricação do número de alternativas desde que sejam peças de corte plano. Dessa forma, estaremos reduzindo a possibilidade da decisão da melhor alternativa ser orientada por afinidades subjetivas, aleatórias ou pessoais.

As barreiras para aplicação pedagógica do uso de práticas construtivas residem, primeiramente, na sensibilização gerencial, que deve ser orientada para o investimento em estruturas e ferramentas tecnológicas. Em segundo lugar, a necessidade de integração da tecnologia ao processo criativo em disciplinas de projeto e, em terceiro lugar, necessita-se de uma estrutura que proporcione aos professores e acadêmicos o acesso a essa estrutura. Todavia, é preciso integrar, também, pessoal técnico capacitado para apoiar esse processo.

Diante do estudo de caso apresentado, pode-se concluir que a utilização de tecnologias construtivas de rápido resultado, como o corte a laser, tende a estimular o processo decisório do acadêmico. Assim, com a utilização desse processo, podemos apontar por fundamentos objetivos o passo-a-passo que direcionou a escolha da alternativa final.

## REFERÊNCIAS

- ABRAMOVITZ, J.; REBELLO, L. H. B. **Metodologia do projeto**. Rio de Janeiro: UniverCidade/NPD, apostila de aula, 2002.
- ALVARES, M. R. **O ensino do design: a interdisciplinaridade na disciplina de projeto em design**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- ASHBY, M. F.; JOHNSON, K. The art of materials selection. **Materialstoday**, Oxford, v. 6, n. 12, p. 24-35, dez. 2003.
- BACK, N.; OLIGARI, A. DIAS, A.; SILVA, J. C. **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri: Manole, 2008.
- BAXTER, M. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.
- BITTENCOURT, A. C. P. **Desenvolvimento de uma metodologia de reprojeção de produto para o meio ambiente**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
- BOMFIM, G. A. **Metodologia para o desenvolvimento de projetos**. João Pessoa: Universitária/UFPB, 1995.
- BONSIEPE, G. **Metodologia experimental: desenho industrial**. Brasília, DF: CNPq/Coordenação Editorial, 1984.
- BOOTHROYD, G.; ALTING, L. Design for assembly and disassembly. **CIRP Annals – Manufacturing Technology**, v. 41, n. 2, p. 625-636, 1992.
- CAMARGO, F. R. **Modelo para análise e seleção de alternativas na etapa conceitual de projeto**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica e de Materiais) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2007.
- FLORIO, W. Modelagem paramétrica, criatividade e projeto: duas experiências com estudantes de Arquitetura. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 6, n. 2, dez. 2011.
- FORTI, F. S. A. **Uma avaliação do ensino da prototipagem virtual nas graduações de design de produto do Estado do Rio de Janeiro**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.



- KAMINSKI, P. C. **Desenvolvendo produtos:** planejamento, criatividade e qualidade. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000.
- KELLEY, T.; LITTMAN, J. **As 10 faces da inovação:** estratégias para turbinar a criatividade. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- LÖBACH, B. **Desenho industrial:** base para configuração dos produtos industriais. São Paulo: Edgar Blücher, 2000.
- PERTECE, A. E. M.; SANTOS, D. M. C.; JARDIM, H. V. Desenvolvimento de modelos didáticos para o ensino de desenho mecânico utilizando o conceito de prototipagem rápida. CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 29., 2001, Porto Alegre. **Anais...** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2001. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2001/trabalhos/NTM047.pdf>>. Acesso em: 9 nov. 2015.
- PLATCHECK, E. R. **Metodologia de ecodesign para o desenvolvimento de produtos sustentáveis.** São Paulo: Atlas, 2012.
- PRODANOV, C. C. **Metodologia do trabalho científico:** métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. Novo Hamburgo: Feevale, 2009.
- ROOSEMBURG, N.; EEKELS, N. **Product design:** fundamentals and methods. West Sussex: Wiley, 1996.
- SANTOS, E. S. **Um sistema informacional e perceptivo de seleção de materiais com enfoque no Design de calçados.** 2005. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia Ambiental e Tecnologias Limpas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- VOLPATO, N. **Prototipagem rápida (tecnologias e aplicações).** 1. ed. São Paulo: Blucher, 2007.

**Luis Henrique Alves Cândido**  
candido@ufrgs.br

**Suzane Miritz**  
ndsm@ufrgs.br

**Jéssica do Canto Pureza**  
ndsm@ufrgs.br



# DINÂMICAS QUE ENSINAM: A METODOLOGIA DE PROJETO NO ENSINO DE ARQUITETURA

## Lessons learned from lessons given and architectural design methods

Daniel de Carvalho Moreira<sup>1</sup>, Doris Catharine Cornélie Knatz Kowaltowski<sup>1</sup>, Renata Maria Geraldini Beltramin<sup>1</sup>

**RESUMO** Este trabalho apresenta várias dinâmicas de ensino dentro de disciplinas de graduação e pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). As experiências tocaram em questões relacionadas ao processo de projeto em arquitetura. O processo de projeto é entendido como um ciclo de atividades que compreende a concepção, a descrição, a construção e o uso do espaço construído. É dada ênfase às reflexões sobre o programa arquitetônico e às possíveis dinâmicas para a fase analítica do projeto. Dinâmicas são consideradas importantes, pois estimulam novos pontos de vista e oferecem alternativas ao projetista na resolução de problemas. No ensino, elas podem surpreender alunos e professores, além de estimular novos nichos de pesquisa acadêmica. A relação ensino-pesquisa no ensino superior é discutida. São apresentadas experiências de disciplinas distintas de graduação e pós-graduação. Um curso de curta duração contribuiu também com outras lições e dinâmicas. O propósito do presente artigo é apresentar as dinâmicas aplicadas, independentemente da situação original em que foram ministradas, e discutir as contribuições e resultados obtidos nessas experiências, especialmente em relação às pedagogias específicas em metodologia de projeto em arquitetura.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de projeto, Dinâmicas de ensino, Processo de projeto.

**ABSTRACT** This paper presents several teaching experiences of disciplines in the undergraduate and graduate courses of the School of Civil Engineering, Architecture and Urban Design (FEC) of the State University of Campinas (Unicamp). The teaching examples discuss some of the issues of the contemporary design process in architecture. The design process is seen as a cycle of activities that include design, documentation, construction and use of built spaces. Emphasis is given to the architectural programming phase of this process and possible dynamics and activities for this analytical phase of this process. Dynamics are considered important, enabling designers to leave their comfort zone to experiment new points of view. In education, they may astonish students and faculty, stimulating as well new types of academic research. The research-teaching relationship is discussed at the higher education level. Examples Experiences of distinct undergraduate and graduate disciplines are presented. The teaching experience of a mini course provided further lessons learned. The purpose of this paper is to present the teaching experiences, regardless of the original situation in which they were applied, and discuss the contributions and results obtained from these examples, especially in the light of appropriate pedagogies for courses on design methods in architecture.

**KEYWORDS:** Design education, Teaching dynamics, Design process.

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Campinas – Unicamp

### How to cite this article:

MOREIRA, D. C.; KOWALTOWSKI, D. C. K.; BELTRAMIN, R. M. G. Dinâmicas que ensinam: a metodologia de projeto no ensino de arquitetura. *Gestão e Tecnologia de Projetos*, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 55-69, jan./jun. 2016. <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v11i1.99197>

### Fonte de financiamento:

Declararam não haver.

### Conflito de interesse:

Declararam não haver.

**Submetido em:** 19 jun. 2015

**Aceito em:** 17 dez. 2015



## INTRODUÇÃO

O processo de projeto é entendido como um ciclo de atividades que compreende a concepção, a descrição, a construção e o uso do espaço construído. Partindo da definição da arquitetura como a ação, a arte ou a atividade de organizar espaços adequados às funções e à permanência humana com qualidade (UNWIN, 1997), é possível caracterizar o processo de projeto enquanto um conjunto de atividades que visa à obtenção de uma solução arquitetônica a um ou mais problemas relativos à organização e à adequação de um determinado espaço a necessidades humanas específicas. O próprio termo “processo de projeto” destaca a fase de proposição da forma diminuindo a presença de outras etapas. Muitas vezes a expectativa pelo momento da solução ofusca outras conquistas envolvidas no processo como, por exemplo, compreender o problema. Dessa maneira, rever algumas certezas que direcionam os modos de uso dos edifícios e dos espaços urbanos possibilita um envolvimento renovado e apaixonado com as mudanças que a boa arquitetura pode operar. As inovações arquitetônicas não dependem apenas de formas inusitadas, mas podem surpreender ao propor novos modos de viver. Para discutir e aprofundar o entendimento desse processo enriquecido de projeto, algumas experiências de ensino são apresentadas nesse artigo. No ensino, é dada ênfase às reflexões sobre o programa arquitetônico e às dinâmicas propostas para essa fase analítica do processo de projeto. Considera-se que dinâmicas podem tirar o projetista da zona de conforto ao oferecer novos pontos de vista sobre o problema de projeto. No ensino, elas podem surpreender alunos e professores, além de estimular novos nichos de pesquisa acadêmica. São esses os argumentos que o presente trabalho propõe discutir, bem como apresentar a aplicabilidade e a contribuição das dinâmicas descritas. A base das dinâmicas consiste, principalmente, na exploração da literatura sobre metodologia de projeto e psicologia ambiental em arquitetura.

Nos últimos cinco anos, docentes da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) dedicaram-se aos questionamentos sobre o processo de projeto e às possibilidades de criar metodologias e ferramentas para dar suporte às suas fases de reflexão. Nesse contexto, foi criado o programa de pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp em Arquitetura, Tecnologia e Cidade (ATC), credenciado pela CAPES em 2011, saindo de uma área de concentração já consolidada, com linhas de pesquisa como: teoria e metodologia de projeto, conforto ambiental e tecnologia e gestão do ambiente construído. Dentro desse novo programa de pós-graduação, foram concebidos novos meios de ensino, os quais foram aplicados em diversos contextos, sobretudo em disciplinas de projeto em cursos de graduação e de extensão. As dinâmicas de ensino apresentadas neste trabalho foram elaboradas com o objetivo de ampliar o debate sobre os métodos de projeto e estimular novos estudos. Um minicurso foi oferecido durante o Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído (ENCAC) 2013 em Brasília para um público variado, composto por professores, alunos e pesquisadores. Outras dinâmicas foram incluídas nesse trabalho, tais como: a aplicação do sistema *Hierarchical Decomposition of Systems* (HIDECS) para a elaboração de requisitos de projeto, métodos de estímulo à criatividade, escala semântica de valores e jogo de cartas (sendo o tema desta última dinâmica, a arquitetura escolar). A tipologia arquitetônica “bibliotecas” também foi delineada com a criação de parâmetros de projeto que podem ser aplicados para avaliações pré e pós-projeto. Em outro estudo programado, na forma de *workshop* ministrado no curso de mestrado profissionalizante na UFRN, algumas das atividades e dinâmicas foram testadas. Diante desse contexto, este artigo apresenta não somente o relato das experiências didáticas e suas respectivas e resultantes lições aprendidas como também uma reflexão sobre o ensino de projeto arquitetônico e as pesquisas realizadas na área de metodologia de projeto.

## METODOLOGIA DE PROJETO ARQUITETÔNICO

Durante a década de 1950, arquitetos e engenheiros atentos ao panorama científico procuravam aplicar novas técnicas ao desenvolvimento do projeto para melhorar a qualidade do processo e dos seus produtos. Reunir experiências e teorias na aplicação de técnicas sistemáticas de projeto, influenciadas por novas práticas científicas, como a Teoria dos Sistemas, Teoria da Informação e a Pesquisa Operacional foram os objetivos desses primeiros estudos sobre metodologia de projeto em arquitetura (BAYAZIT, 2004; BROADBENT; WARD, 1969; BUCHANAN, 1992; CROSS, 1984; KOWALTOWSKI, 1992; KOWALTOWSKI et al., 2006; MOREIRA; KOWALTOWSKI, 2009). No Brasil, os Design Methods não tiveram expressiva repercussão na atividade profissional dos escritórios de projeto e influenciaram pouco os programas de ensino ou pesquisa das escolas de engenharia e arquitetura (CELANI, 2003). Como consequência, observa-se uma falta de consenso na definição de uma estrutura do processo de projeto e o procedimento de tentativa e erro na concepção do edifício é perpetuado.

Quarenta anos após o início do movimento dos Design Methods, vários autores distinguem diferentes fases que caracterizaram sua evolução (BAYAZIT, 2004; CROSS, 1984; VAN DER VOORDT; VAN WEGEN, 2005), sendo a primeira subdivisão em fases identificada por Horst Rittel, logo no começo dos anos de 1970, como a “primeira geração dos métodos de projeto” (RITTEL, 1973). Os métodos propostos por essa geração se caracterizavam pela sistematização de um processo de três fases – a análise, a síntese e a avaliação – e eram baseadas, principalmente, nas técnicas de pesquisa operacional. São conhecidos também como “métodos sistemáticos de projeto”. Ao identificar a primeira geração dos métodos de projeto, Rittel propôs uma segunda geração, que se caracterizava por considerar, nas decisões de projeto, o envolvimento do usuário e os seus objetivos (BAYAZIT, 2004). Na década de 1980, a abordagem dos Design Methods mudou novamente, e o projeto passou a ser visto como uma ciência específica que não precisava mais procurar argumentos nos princípios da filosofia da ciência (CROSS, 2006).

Durante seu desenvolvimento, os Design Methods repercutiram em áreas diversas e deram origem a importantes contribuições, como a Avaliação Pós-Ocupação (PREISER et al., 1990; ORNSTEIN; ROMERO, 1992), o programa arquitetônico, o Design Thinking, a inteligência artificial e a aplicação de técnicas computacionais para solucionar problemas de projeto e compor as formas dos objetos. Todas as transformações pelas quais os métodos de projeto passaram nos últimos anos contribuíram para estabelecer o assunto como uma disciplina independente, capaz de influenciar a própria ciência.

Os métodos de projeto em arquitetura discutem o processo de projeto e o apoio necessário para cada uma das suas fases com o objetivo de ampliar a produtividade dos projetistas e principalmente a qualidade dos seus produtos. Destaca-se nessa busca a fase analítica de elaboração do programa arquitetônico. Essa é uma das importantes fases que divide o contexto de um projeto arquitetônico em partes, procurando nelas os seus elementos principais (MOREIRA; KOWALTOWSKI, 2009). Essa divisão analítica pode ser chamada de estrutura do problema de projeto. Na sequência do processo, o desenvolvimento do projeto passa a resolver o problema colocado pelo programa. É por esse motivo que muitos autores consideram o procedimento de projeto uma atividade de síntese (CROSS, 2006; PEÑA; PARSHALL, 2001). Como a ciência envolve uma atividade analítica, os métodos de projeto que se baseavam na aplicação dos métodos científicos passaram a ser criticados por não considerar essa distinção entre cada um dos processos. Como consequência, estudos dos métodos de projeto se concentraram principalmente nas atividades de programação arquitetônica: a etapa de análise do processo de projeto.

Segundo Kumlin (1995), o programa arquitetônico se estabeleceu como uma disciplina distinta em 1966. Até o final da década de 1960, algumas outras publicações haviam tratado do programa arquitetônico. Dentre elas estava o título *Problem Seeking: an architectural programming primer*, que ainda hoje é reeditado em novas atualizações (PEÑA; PARSHALL, 2012). O método do *Problem Seeking* estrutura as informações de projeto que um programa de necessidades deve abranger e serve como um *checklist* para a atividade de programação (PEÑA; PARSHALL, 2001). Alguns arquitetos também são conhecidos por serem os precursores da prática de desenvolver um programa de necessidades detalhado como parte do processo de projeto, como o arquiteto Louis Kahn (DOGAN; ZIMRING, 2002; HERSHBERGER, 1999; ALEXANDER et al., 1977) e Richard Neutra (FRAMPTON, 2007; LAMPRECHT, 2009).

A compreensão do programa arquitetônico é bastante variada. Em um primeiro momento, o programa é reduzido a uma mera lista de espaços com uma quantificação de áreas que definem principalmente as questões de custo. Um projeto que se inicia a partir de uma simplificação dessa natureza ignora a riqueza de discussões oferecida pela fase de pré-projeto, nas quais se estabelecem prioridades e se compreende de modo profundo o problema de um projeto. Para evitar essa abordagem pouco científica, as técnicas de programa de necessidades foram criadas. Elas são tão variadas quanto as estruturas que descrevem um contexto. Entretanto, fundamentalmente, os resultados de diferentes programas sobre um mesmo contexto deveriam ser ao menos semelhantes. No ensino de projeto, essas técnicas devem ser aplicadas e testadas: principalmente na pós-graduação o debate da fase analítica do processo deve estimular novas técnicas, ferramentas, métodos e também dinâmicas próprias.

## **METODOLOGIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO**

O ensino de pós-graduação em arquitetura está intrinsicamente ligado ao movimento dos Design Methods, já que a maioria desses programas teve o seu início nos anos 1950 e 1960, principalmente nos Estados Unidos (ESHERICK et al., 1963). Esses primeiros programas tiveram como objetivo abraçar a pesquisa como premissa e evitar a mera continuação de cursos de graduação que formam o profissional arquiteto, urbanista ou paisagista. Melhorar o ensino da história da arquitetura desencadeou os primeiros cursos de pós-graduação em arquitetura. A formação de professores com um profundo conhecimento e base sólida em pesquisa era visto como essencial na época (AKÖZER, 2005). A pesquisa em arquitetura também deveria sustentar estudos que tocam em questões sociais e econômicas em relação aos impactos dos projetos produzidos pelos profissionais. O levantamento de fatos sobre a arquitetura que iam além da sua qualidade estética era outro objetivo da ampliação da pesquisa e da criação de programas de pós-graduação. Neste contexto, os objetivos desses novos programas não deveriam ser diferentes de outros programas das ciências exatas ou sociais: deveriam encorajar estudos profundos e aplicar métodos científicos para contribuir com conhecimento novo e originalidade. Objetivava-se também a formação de futuros líderes nas suas áreas, capazes de desenvolver um pensamento criativo e independente. No Brasil, um dos primeiros programas de pós-graduação foi o da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU/USP), o qual foi criado em 1971 e seguiu as tendências mundiais da época no ensino de arquitetura e urbanismo.

Para atingir os seus objetivos, os programas de pós-graduação se estruturam em disciplinas, na maioria de natureza teórica, com base em bibliografias específicas, seminários e debates sobre conceitos e controvérsias. O ponto alto dessas atividades acadêmicas, tanto para



os alunos como para os seus orientadores, é a dissertação ou a tese, desenvolvidas com base, também, nas disciplinas de metodologia de pesquisa. Em um estudo realizado em 2002, Brian Paltridge examinou essas disciplinas, bem como as dissertações e teses dela resultantes, e demonstrou que a variedade de tipo de teses existentes é muito maior do que a abordada nessas disciplinas. Outro estudo europeu identificou que o contexto local em que se desenvolvem os programas de doutorado da área de arquitetura é extremamente importante (AKÖZER, 2005). Tal estudo mostrou que a questão da organização da profissão (processo de projeto) é um tema fundamental e apontou que as mídias (desenho, maquetes e modelos, CAD e prototipagem rápida) devem ser estudadas. Avaliação e controle de qualidade devem fazer parte do conjunto de pesquisas, assim como a validação (análise de projeto, APO, simulações), de acordo com o mesmo estudo. Finalmente, o estudo considerou que um debate sobre questões epistemológicas em relação às pesquisas em design e arquitetura é indispensável (AKÖZER, 2005).

Os diferentes tipos de pesquisa apresentam desafios variados e fazem exigências muito específicas sobre os alunos e seus orientadores. O profissional arquiteto desenvolve o seu projeto com esforços criativos sem necessariamente explicar ou validar a proposta. A pesquisa de doutorado, no entanto, é diferente, exigindo transparência no processo e resultados validados. Sabe-se que atividades criativas realizadas em ateliê de projeto compreendem formas de atividade de pesquisa, principalmente na fase de programa, as quais incluem a experimentação e a análise de dados. Mas os resultados dessas pesquisas raramente são tão cuidadosamente estruturados ou metódicos como devem ser os processos das pesquisas científicas da área. O projetista está preocupado com o desenvolvimento pessoal, em vez de se preocupar com os limites do conhecimento dentro do campo mais amplo da profissão. Em contrapartida, a pesquisa de um doutorado em arquitetura deve ser um inquérito sistemático, o que significa ser destinado a produzir resultados confiáveis que estejam sujeitos a interrogações e revisão crítica, e que contribuam para um corpo comum de conhecimento (BIGGS, 2003). Preparar os alunos de pós-graduação para essas tarefas deve ser o objetivo das pedagogias adotadas no ensino superior, e depende essencialmente da qualidade do corpo docente, dos alunos, da atividade de orientação e da infraestrutura disponível.

Nos últimos dez anos, várias pesquisas foram conduzidas questionando a pedagogia aplicada em programas de pós-graduação. Nos cursos da área de arquitetura e urbanismo há um “agravante”: tal área é muito heterogênea, constituindo muitas vezes um microcosmo na universidade como um todo (GRIFFITH, 2007). Os estudos sobre as pedagogias apropriadas questionam a eficácia do nexo entre ensino e pesquisa, tão aplaudido e defendido no ensino superior. A Arquitetura é uma área aplicada que abrange questões tanto tecnológicas quanto socioculturais. Nesse ambiente, a identidade acadêmica é mais fraca: as pesquisas da área procuram aplicar conhecimento para resolver problemas reais no ambiente construído, criar políticas ou apoiar a profissão nas suas atividades.

Os resultados dos referidos estudos mostram que os cursos de pós-graduação nem sempre preparam os alunos para as suas atividades de pesquisa. Dessa maneira, é necessário um novo olhar sobre o ensino na pós-graduação. O ensino clássico visa à transmissão da informação com base no conhecimento do professor e na ementa da disciplina. Os seminários, presentes na maioria dos melhores programas de pós-graduação em áreas das ciências exatas, biológicas e sociais, têm principalmente esse papel (GREEN; LEE, 1995). Outro tipo de ensino, mais apropriado para as áreas aplicadas e multidisciplinares, é o processo de aprendizagem baseado no aluno. Nesse tipo de ensino, o aluno possui um papel ativo e o objetivo não é necessariamente o aumento de conhecimento inédito, mas a transformação do aluno em um investigador independente (GRIFFITH, 2007). A elaboração dos tradicionais seminários passa a ser encargo dos

alunos. Na maioria das vezes, esses seminários substituem a transmissão de conhecimento do professor para o aluno ou grupo de alunos, sem uma visão mais clara, abrangente ou focada do assunto em pauta. As dinâmicas de ensino aplicadas apresentadas nesse trabalho foram criadas para contornar tais fraquezas. Tendo por objetivo principal promover o incremento das pedagogias atuais e dar aos alunos maiores oportunidades de desenvolver, gerenciar e demonstrar suas pesquisas, as dinâmicas também contribuem na melhoria do ensino de projeto em outros níveis, tais como em cursos de graduação e extensão.

## DINÂMICAS DE ENSINO

O ensino sobre o processo de projeto e principalmente sobre a fase analítica desse processo (programa arquitetônico) acontece em várias disciplinas. Em disciplinas de projeto do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, por exemplo, várias dinâmicas são aplicadas na fase do pré-projeto.

### Ensino de graduação

No ensino de graduação, foram introduzidas as experiências detalhadas a seguir:

*1. Brainstorming aplicado ao tema de interesse da disciplina, segundo as seguintes recomendações metodológicas:*

O intuito da técnica do *brainstorming* é desenvolver o máximo possível de soluções, que seriam examinadas e selecionadas. Osborn (1957) criou quatro regras básicas a ser observadas:

- a) Sem críticas: a produção de ideias deve ocorrer num clima de liberdade;
- b) Quantidade: a meta é atingir um grande número de ideias;
- c) Geração em cadeia: as ideias iniciais servem como estímulo para as próximas;
- d) Mutação e combinação: distorcer ideias ou combiná-las a outras ajuda a manter o fluxo de ideias dos participantes.

Apesar de considerado uma técnica a ser aplicada em grupo, o *brainstorming* também pode ser apostado a uma reflexão individual. Quando aplicado individualmente, tende-se a gerar ideias mais livres e explorar mais campos, pois o receio em relação a críticas é menor. Já em grupo, as ideias costumam ser mais eficientes devido à experiência e à diversidade dos participantes.

Para Davis (1992), Osborn percebeu, mesmo sem o estudo de métodos, que o indivíduo não pode ser ao mesmo tempo criativo e crítico. Em sua concepção, a separação em duas fases ajuda a distinguir esses dois tipos de raciocínio; há a divergência e a convergência. A primeira fase, essencialmente divergente, recorre à associação de ideias, permitindo ao participante expressar-se sem interrupção e criar vínculos entre seus pensamentos e os de outros. A segunda fase estimula o pensamento convergente na busca pela hierarquização das sugestões, de modo a extrair as que melhor se adequam ao problema em questão.

O uso do *brainstorming* pode ser aplicado a várias instâncias da atividade de ateliê de projeto, além de incluir grupos pequenos ou a classe toda na dinâmica. Em um primeiro momento, a prática de *brainstorming* se apresenta como um modo de estruturar as primeiras ideias e dúvidas

do projeto, da organização do programa ou da definição do problema. Em seguida, a relação de termos e conceitos elencados é analisada sob outros critérios, o que oferece ao aluno alguns objetivos projetuais melhor definidos. Outra contribuição metodológica do *brainstorming* no processo de projeto é propiciar um momento de início das atividades, no qual o aluno supera a primeira inibição e se envolve na tarefa proposta.

## 2. Jogo de cartas de arquitetura escolar e jogo DCBA Sustainable Game:

O desenvolvimento de jogos conceituais de projeto é uma abordagem promissora para oferecer suporte aos diferentes agentes nos processos colaborativos. As razões apresentadas pela literatura para justificar os jogos nos processos de projeto são:

- a) auxiliar os projetistas na tarefa de projetar edifícios complexos;
- b) propor sistemas capazes de organizar a participação dos envolvidos, com a principal vantagem de permitir a criação de um cenário comum, em que todos podem se relacionar;
- c) possibilitar o aprofundamento dos aspectos mais relevantes dos projetos, considerando os diversos tipos de usuários envolvidos;
- d) elaborar as questões primordiais e seu grau de importância para a busca de soluções mais adequadas.

Um benefício da utilização dessa técnica é que ela demanda conhecimento e estudo da ferramenta, mas não alguma habilidade específica para sua utilização. Aumenta-se a compreensão do processo de planejamento e de sua complexidade e, conseqüentemente, o compromisso dos envolvidos. Também se obtém mais facilmente o consenso em arranjos básicos, mais do que com métodos tradicionais de busca de soluções. Os jogos exploratórios de projeto podem engajar e divertir as pessoas, criando uma atmosfera informal bastante produtiva no campo da criatividade (BRANDT, 2006; BRANDT; MESSETER, 2004).

As definições de projeto desses jogos dependem do escopo a ser atingido, de quem são os participantes envolvidos e também dos recursos disponíveis. Nas disciplinas de projeto do curso de graduação foram testados dois jogos: jogo de cartas de arquitetura escolar e o jogo DCBA. O primeiro foi aplicado para familiarizar os alunos com os conceitos e questões do ambiente escolar e estimular o debate para assim desenvolver um programa arquitetônico em comum dos integrantes da disciplina do semestre (Figura 1). O segundo jogo DCBA foi um jogo desenvolvido na Holanda para a definição de indicadores de sustentabilidade para projetos de arquitetura. O resultado da aplicação da dinâmica com base em jogos foi positivo, ainda que o jogo DCBA exija grande contribuição dos docentes em relação ao conhecimento específico e científico e que os alunos ainda não dominam. Deve-se testar a aplicação desse jogo ainda outras vezes com alunos novatos e com os alunos já mais maduros, possuintes do conhecimento do conceito da construção sustentável.



**Figura 1.** Aplicação de jogo de cartas para a programação de ambiente escolar, exemplo de dinâmica de ensino. Fonte: Doris Kowaltowski.

### 3. Pergunta e resposta em seminários:

Essa dinâmica foi introduzida para tirar maior proveito dos clássicos seminários apresentados em disciplinas por alunos e permitir que os alunos interajam com os colegas. Embora haja uma preparação para a prática do seminário, ela ainda é pouca. Sendo assim, tanto na condução da atividade como na descrição do conteúdo as apresentações dos alunos de graduação não são suficientes para engajar os colegas nas discussões. Observou-se, portanto, a necessidade de introduzir um método que envolvesse todo o grupo de alunos, tanto nos momentos de apresentação como de audiência. Em disciplinas de ateliê deve ser dada especial atenção à transição do conteúdo do seminário para a prática de projeto, educando o aluno na atividade analítica de projeto.

Para esses objetivos foram desenvolvidas fichas com perguntas para os alunos da audiência e também para os membros do grupo que ministra o seminário. Essa dinâmica aumentou a atenção dos ouvintes e os apresentadores focaram mais em seus próprios objetivos. Além disso, criou-se a oportunidade de introduzir a literatura sobre análise de projeto com a apresentação dos títulos *Design strategies in architecture* (BAKER, 1996), *Analysing architecture* (UNWIN, 1997) e *Arquitetura: forma, espaço e ordem* (CHING, 2013).

### 4. Avaliação – dificuldades e facilidades:

Essa dinâmica foi aplicada a várias disciplinas de projeto do curso de graduação em arquitetura e urbanismo no momento da entrega dos resultados das avaliações dos projetos desenvolvidos pelos alunos no semestre, com anotações de correções. Nessa atividade, é dada a oportunidade de expressão e manifestação, tanto aos docentes como aos alunos, em um espaço igual e comum na lousa da sala de aula. Dessa maneira, surgem pontos positivos e negativos, desafios e frustrações. Como resultado, é possível redirecionar as atividades didáticas do semestre e reforçar conceitos considerados importantes por ambos, alunos e docentes. Os alunos percebem muitas vezes, pela primeira vez, os objetivos de uma disciplina de projeto: o desenvolvimento do processo de projeto. A contribuição fundamental dessa dinâmica é uma confiança recíproca entre alunos e professores, especialmente se aplicada sem a atribuição de nota.

## Ensino de pós-graduação

No programa de pós-graduação em ATC da Unicamp foram introduzidas as dinâmicas a seguir:

- 1) Na disciplina “AQ036 – Ambiente construído e comportamento humano”, as dinâmicas aplicadas foram estruturadas sobre os conceitos da obra *A pattern language*, de Alexander et al. (1977). A importância do conceito dos *patterns* foi abordada na disciplina, uma vez que a obra de Alexander oferece uma estrutura conceitual para enunciar parâmetros de projeto. Além de descrições precisas dos aspectos envolvidos na qualidade do projeto, a obra oferece uma metodologia para a condução do processo de projeto ao relacionar os padrões uns com os outros e abordar diferentes escalas de atuação. Também é um aspecto fundamental na obra de Alexander o fato de que os *patterns* apresentam conceitos de humanização em arquitetura. Esse conceito de humanização tanto instiga o interesse dos alunos na obra – ao aproximar as discussões de projeto às questões mais próximas do modo de vida e do comportamento do ser humano – como é tomado pelos críticos de Alexander como um aspecto

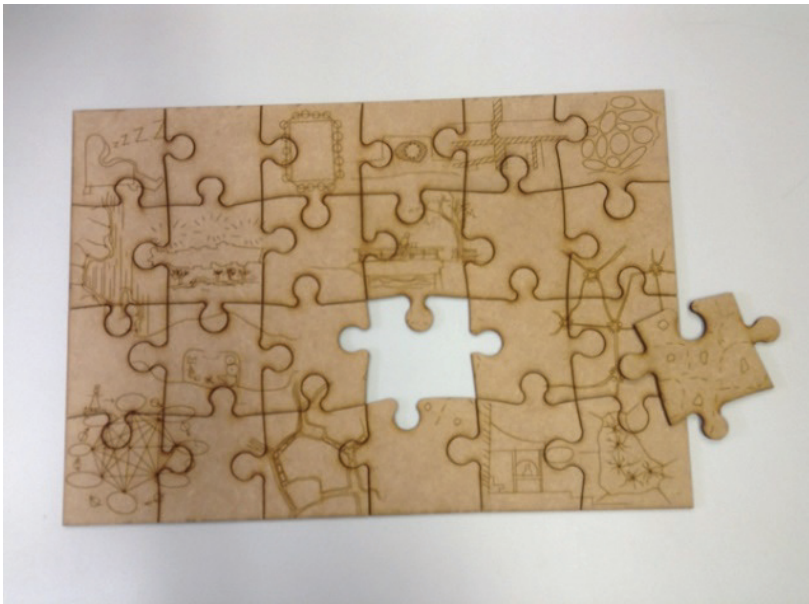
questionável, associando a linguagem arquitetônica com soluções vernáculas e subjetivas. Dessa maneira, as dinâmicas baseadas nos *patterns* têm como objetivo familiarizar os alunos com a metodologia, pois, no Brasil, essa obra não integra a bibliografia básica da maioria das disciplinas de projeto nas escolas de arquitetura. A seguir são apresentados os detalhamentos de dois exercícios desenvolvidos na forma de dinâmicas e que envolviam todos os alunos da disciplina:

a) Desenvolver um novo *pattern* (parâmetro de projeto):

Na dinâmica da Figura 2, um grupo de alunos propôs o desenvolvimento de um parque a partir do conceito básico do *pattern*: “se existe uma situação que necessita de intervenção para tornar o ambiente mais humanizado, então o lugar deve demonstrar a sua potencialidade de intervenções físicas”. Foi utilizada a analogia de um quebra cabeça apresentado na Figura 2. A última peça e seu significado (*pattern*) foi uma decisão coletiva dos alunos da disciplina.

b) Identificar *patterns* na análise de projetos:

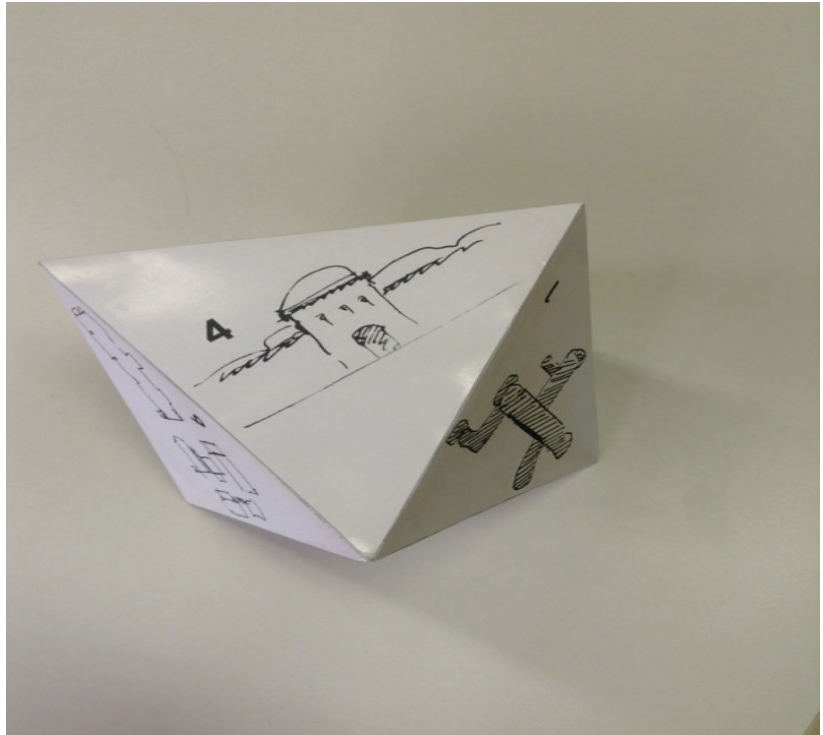
Essa dinâmica consiste na identificação de parâmetros de projetos apresentados por uma determinada equipe aos demais alunos da disciplina. O objetivo era demonstrar o poder dos *patterns* na sua visualização em plantas, cortes e imagens de projetos. A dinâmica também buscou envolver os alunos no reconhecimento dos *patterns* a partir de uma imagem retirada da obra de Alexander et al. (1977) (Figura 3). Na aplicação da dinâmica foi usado um dado (octaedro) com imagens originais dos próprios *patterns*. Como resultado, o grupo de alunos não somente identificou o *pattern* original como também fixou o conteúdo “se – então” do conceito dos *patterns*. Assim, o aprendizado dos participantes da disciplina foi testado e aprofundado.



**Figura 2.** Exemplo de dinâmica introduzida por alunos em disciplina sobre o livro *A pattern language*, de Alexander et al. (1977): quebra-cabeça. Fonte: Doris Kowaltowski.



**Figura 3.** Exemplo de dinâmica introduzida por alunos em disciplina sobre o livro *A pattern language*, de Alexander et al. (1977): octaedro. Fonte: Doris Kowaltowski.



2) Em outra turma da disciplina “AQ036 – Ambiente construído e comportamento humano”, o debate sobre o conceito da psicologia ambiental, com ênfase na percepção, foi aprofundado com dinâmicas específicas que ampliam o conceito da humanização da arquitetura. Essa disciplina contava com alunos arquitetos-urbanistas e engenheiros civis, mecânicos e ambientais. As discussões promovidas por essas dinâmicas procuram destacar que a compreensão do projeto arquitetônico deve ser aprofundada além da forma, da funcionalidade ou da viabilidade construtiva. Assim, foram propostas as dinâmicas:

a) Debate e observação de dois grupos distintos:

Essa dinâmica procura demonstrar o comportamento humano a partir da identificação visual das pessoas usando aleatoriamente uma identificação (cor, chapéu etc.). Esse exercício é considerado importante para a condução com ética de processos participativos, com debates sobre os conceitos de preconceito e inclusão/exclusão.

b) Entrando no elevador:

Essa dinâmica procura demonstrar o conceito da densidade ou do comportamento humano perante diferentes níveis de aglomeração (*crowding*). A dinâmica consiste em um grupo de alunos observando outro grupo entrando em um espaço pequeno (analogia do elevador) e identificando tipos de alteração de comportamento. O impacto da densidade populacional é discutido ao final, com recomendações sobre o projeto de ambientes que recebem grandes lotações como shopping centers, estádios ou pátios de escola, por exemplo.

c) Lei de Weber-Fechner:

Essa dinâmica consiste em demonstrar a lei de Weber-Fechner (PINKER, 2012), que descreve a relação existente entre a magnitude física de um estímulo e a intensidade do estímulo; ela é percebida pelos exemplos reais (ruído de cinco secadores de cabelos ligados ao mesmo tempo incomodam



igualmente a um secador ligado, por exemplo), sendo que a relação entre a intensidade do estímulo é logarítmica em relação a sua percepção.

d) Julgar imagens com escala semântica:

Essa dinâmica estuda a percepção humana em relação às imagens escolhidas especificamente. O estudo visa ampliar a percepção do projetista em relação aos elementos visuais de um ambiente (dimensões, luz, cor, estilo estético etc.). O estudo também é aplicado para medir o grau de homogeneidade das percepções em processos participativos de projeto.

e) Procura-se o arquiteto sensível:

O exercício do arquiteto sensível se foca numa síntese dos debates desenvolvidos na disciplina sobre psicologia ambiental. Os temas da psicologia ambiental apresentados foram: ambiente construído e determinismo, relação ambiente-comportamento humano, equilíbrio de estímulo, componentes do comportamento, antropometria, proxêmica, densidade (*crowding*), proxêmica, territorialidade, defesa/segurança, privacidade, percepção (sala de Ames), ilusão ótica, entasis, teoria de Brunswick, escala, *affordance* (teoria de Gibson), teoria de Berlyne, fenomenologia, *Wertheimer* (teoria de *Gestalt*), Arnheim (*visual thinking*), Lynch (legibilidade do ambiente construído), *environmental awareness and numbness*, lei de Weber-Fechner, percepção estética, mecanismos da percepção, sentidos sensoriais, cognição, significado, espaço sociopetal/sociofugal e, finalmente, *wayfinding*. A partir dessa introdução abrangente de conceitos da psicologia ambiental, os alunos deveriam identificar um profissional arquiteto e a sua obra, relacionando elementos arquitetônicos aos conceitos específicos da psicologia ambiental e ainda demonstrar, na trajetória do arquiteto, a sua sensibilidade aos conceitos da psicologia ambiental.

3) Na disciplina “AQ072 – Metodologia do projeto arquitetônico”, algumas dinâmicas foram criadas pelos alunos a partir de uma variedade bibliográfica associada à produção dos teóricos dos métodos de projeto. A disciplina procurou demonstrar a importância da adoção de protocolos no desenvolvimento de diferentes fases do processo de projeto. As dinâmicas demonstraram como os métodos identificados na literatura otimizam o processo de projeto e apoiam a qualidade das soluções:

a) Antigos e novos métodos de projeto na literatura:

A partir da definição do projeto sistemático proposta por Jones (1963) no início dos anos 1960, as fases de análise, síntese e avaliação são interpretadas atualmente como procedimentos de divergência, transformação e convergência. Os procedimentos de convergência incluem a busca por limites, *checklists* e especificação escrita; os de transformação são exemplificados pelo *brainstorming* e interação matricial; já os procedimentos de convergência têm como exemplos a pesquisa na literatura e também o *brainstorming*. A dinâmica proposta na discussão sobre os antigos e novos métodos de projeto foi identificar procedimentos para uma variedade de problemas de projeto, como “quais soluções são importantes para o usuário em um projeto de habitação” ou “analisar as interações desejáveis e indesejáveis entre fluxos e ambientes de um hospital”, ou mesmo “como encontrar a espessura mínima para uma cadeira de polipropileno”.

b) Aplicação e desenvolvimento do programa arquitetônico:

A literatura sobre o programa arquitetônico é rica em exemplos de procedimentos complexos de levantamento de informações para o projeto aplicados ao cliente e ao usuário. A dinâmica proposta pelos alunos consistiu em experimentar o método de organização do programa

arquitetônico segundo o *Problem Seeking* (PEÑA; PARSHALL, 2012). Foram distribuídos cartões entre as equipes de alunos que deveriam se concentrar na organização das metas, fatos, conceitos e necessidades para o projeto de uma residência para uma família específica, cujas características foram detalhadas no enunciado do exercício (bem como o contexto onde o projeto se desenvolveria) de tal modo que os problemas de projeto deveriam ser estabelecidos e discutidos pelo conjunto de alunos da disciplina. A organização e a ilustração das questões em cartões deram origem a um complexo conjunto de temas para discussão.

c) Programa e tipologias:

A definição do caráter funcional da edificação permite identificar uma literatura específica sobre determinada organização ou tipologia. Compreender a variação dos valores e conceitos de uma determinada tipologia ao longo da história oferece um recurso importante para o desenvolvimento de novos projetos, principalmente na etapa do programa arquitetônico: a capacidade de adaptação de uma construção segundo alterações de uso ao longo do tempo é uma variável de projeto de difícil trabalho. Para demonstrar esse conceito, a dinâmica proposta pelos alunos recuperou a clássica questão de como seria projetar a primeira casa para o homem primitivo.

d) Novos métodos de criatividade:

O estímulo à criatividade é uma questão frequentemente retomada nas discussões sobre os métodos de projeto. É comum recuperar questões sobre a fisiologia e as habilidades de cada hemisfério cerebral, regras de conduta social, atividades físicas e mentais de estímulo, organização pessoal e até quais ambientes são mais favoráveis à concentração ou ao devaneio.

Cientes das implicações da criatividade no processo de projeto, os alunos foram convidados a apresentar dinâmicas de estímulo à solução de alguns problemas pontuais de projeto. Foram experimentados procedimentos da área do design do objeto baseados em restrições e condicionantes. Também foi proposto um exercício de projeto baseado em *Role Playing Game* (RPG), o que estimula os participantes a adotar uma linha de pensamento objetiva e fiel ao perfil do personagem assumido e otimiza as propostas. Embora algumas reações e propostas possam ser estereotipadas, é um aspecto importante da dinâmica a fluidez com que a participação, as ideias e o debate de projeto são colocados.

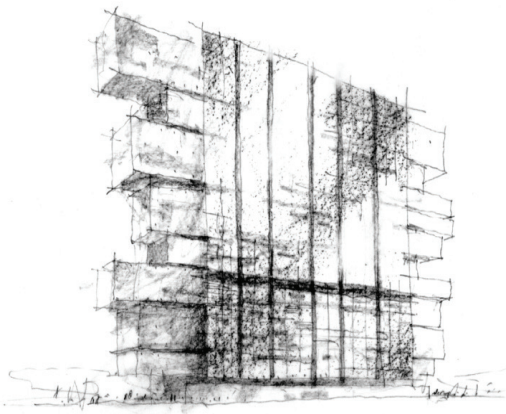
e) Procedimentos de análise e avaliação de projetos:

Essa dinâmica introduziu os conceitos de análise e avaliação de projetos, enfatizando as diferenças entre os dois procedimentos e apresentando métodos apropriados a cada um. Nessa dinâmica foram apresentados aos alunos dois projetos (somente os desenhos e croquis dos autores) e quatro métodos, dois de análise e dois de avaliação.

A análise de projetos contribui para a reunião de exemplos e soluções precedentes, selecionados para resolver determinado aspecto em discussão durante o processo de concepção de um novo edifício. Além da experiência no desenvolvimento de outros projetos, o arquiteto obtém repertório e referências ao estudar a forma, a estrutura ou a função de outros edifícios. Esse processo de análise é conduzido por meio de desenhos, esboços e diagramas, uma vez que a síntese gráfica permite destacar determinadas soluções e compará-las com outras, resultando em alternativas para novos projetos. A partir dessas propriedades, a dinâmica de análise propõe o exercício de identificação de aspectos compositivos em um determinado projeto. O exercício apresenta apenas os desenhos de dois projetos e uma lista de verificação desenvolvida segundo dois métodos de análise de projeto (BAKER, 1996; UNWIN, 1997). Os alunos, organizados em duplas,

devem, para cada critério de análise, propor observações ou críticas sobre como cada aspecto foi introduzido ou resolvido no projeto. Como resultado, foi observado que confrontar as críticas de vários alunos potencializa a compreensão conjunta de um projeto, além de estimular discussões objetivas e criativas sobre vários aspectos de uma mesma edificação.

Projeto 1



Manchester-civil-justice-centre, UK, Denton-Corker-Marshall Arch. (2008).

Projeto 2



Bordeaux Law Courts, França, Richard Rogers Partnership (1998).

A avaliação de projetos consiste na adoção de determinados parâmetros, qualitativos e quantitativos, que permitem mensurar soluções de projeto segundo determinados critérios. O processo tende a isolar várias propriedades para a avaliação e considerar as soluções observadas segundo o grau de adaptação que a edificação demonstra em relação a um critério. Com frequência, a avaliação procura identificar desempenhos de ordem funcional, estrutural, compositiva, de infraestrutura urbana e de conforto. As dinâmicas de avaliação são importantes para familiarizar o aluno com a adoção de critérios mais precisos em projeto. Por isso, os exercícios de avaliação costumam adotar uma lista de fatores obtida na literatura – segundo uma tipologia funcional, um *checklist* de desempenho ou características universais de projeto – que é aplicada na avaliação de um projeto selecionado segundo a natureza do problema em discussão. Como no exercício de análise descrito anteriormente, dois procedimentos de avaliação foram selecionados na literatura (VAN DER VOORDT et al., 1997; WONG et al., 2009) e apresentados aos alunos da disciplina para comparação de dois projetos.

**Figura 4.** Projetos de arquitetura apresentados na dinâmica de análise e avaliação.

## CONCLUSÕES

As dinâmicas proporcionam a assimilação de novas literaturas em metodologia de projeto e psicologia ambiental em arquitetura. Comprovou-se tal hipótese pela organização do conhecimento adquirido no desenvolvimento de práticas em sala de aula.

Nesse trabalho foram apresentados dois tipos de dinâmicas. Os docentes das disciplinas aplicaram um tipo de dinâmica no ateliê de projeto e em disciplinas de pós-graduação, e o outro tipo foi desenvolvido pelos alunos para envolver diretamente o grupo todo. O primeiro tipo compreendeu as dinâmicas: *brainstorming*, jogos de cartas, perguntas e respostas em

seminários, avaliação – dificuldades e facilidades, debate e observação de dois grupos distintos, entrando no elevador, lei de Weber-Fechner, julgar imagens com escala semântica, antigos e novos métodos de projeto na literatura, procedimentos de análise e avaliação de projetos. O segundo tipo, desenvolvido pelos alunos, incluiu as dinâmicas: desenvolver um novo *pattern*, identificar *patterns* na análise de projetos, procura-se o arquiteto sensível, aplicação e desenvolvimento do programa arquitetônico e programa e tipologias.

As lições aprendidas dessas experiências de dinâmicas de ensino em metodologia de projeto foram variadas, com respostas positivas e resultados que merecem maior atenção em sua pedagogia. Mesmo com boa qualidade, as dinâmicas na pós-graduação não conseguiram ser apresentadas ou concluídas como artigos científicos para uma crítica científica de pares. A contribuição para o ensino de pós-graduação necessita de avaliação, comprovação e divulgação – como aventado por esse artigo. Na graduação, as dinâmicas envolvem os alunos em atividades que resultam em importantes descobertas sobre as implicações do projeto em desenvolvimento, mas que, com frequência, também demonstram a pouca compreensão, por parte do aluno, de conceitos de desenho e da teoria da arquitetura. Para que as dinâmicas tenham sucesso, o professor deve entender o aluno de graduação e de pós-graduação, segundo seus estilos de aprendizagem, seus talentos e as habilidades da Geração Y.

É importante considerar uma introdução sobre o tema por trás da dinâmica a ser desenvolvida, apresentada pelos docentes. Assim, as supostas brincadeiras envolvidas nas atividades exigem, na verdade, preparação e atenção na aplicação. Uma estratégia é o estudo de referências científicas para definição dos objetivos das dinâmicas desenvolvidas. Nas disciplinas de pós-graduação, onde os alunos são incentivados a desenvolver dinâmicas a partir de uma fundamentação científica, é possível dar liberdade ao escolher o tipo de dinâmica, sua apresentação, seu método, objetivo e resultado alcançado. Como resposta, as dinâmicas desenvolvidas pelos alunos são, em muitos casos, surpreendentes e excelentes. As experiências relatadas neste artigo demonstram que o aluno se envolve de modo positivo nas atividades de dinâmicas, o que é resultado de um estímulo e de um incentivo além das tradicionais atividades de seminários. Espera-se que as questões levantadas aqui estimulem novas abordagens no ensino de projeto, para que o ateliê de arquitetura se desenvolva e acompanhe as grandes dinâmicas tecnológicas sem perder seu caráter e sempre atentar para as questões fundamentais e atemporais do bom projeto.

## REFERÊNCIAS

- AKÖZER, E. Doctorates in architecture: the bologna process and the critical/humanist tradition. In: BELDERBOS, M.; DUJARDIN, M.; VERBEKE, J.; WOYSETH, H. D.; GENARD, J. L.; GLANVILLE, R.; HEYNEN, H.; VANDERBURGH, D.; VERSCHAFFEL, B. (Eds.). **The unthinkable doctorate**. Cidade de Bruxelas: Hogeschool voor Wetenschap en Kunst, 2005. p. 141-150.
- ALEXANDER, C.; ISHIKAWA, S.; SILVERSTEIN, M. **A pattern language: towns, buildings, construction**. Cambridge: Oxford University Press, 1977.
- BAKER, G. H. **Design strategies in architecture: an approach to the analysis of form**. Nova York: Van Nostrand Reinhold; E & F N Spon, 1996.
- BAYAZIT, N. Investigating design: a review of forty years of design research. **Design Issues**, Nova York, v. 20, n. 1, p. 16-29, 2004.
- BIGGS, M. A. R. The role of “the work” in research. In: PRACTICE AS RESEARCH IN PERFORMANCE, 2003, Bristol. **Proceedings...** Bristol: University of Bristol, 2003. Disponível em: <<http://www.bris.ac.uk/parip/biggs.htm>>. Acesso em: 27 jun. 2014.
- BRANDT, E. Designing exploratory design games: a framework for participation in participatory design? In: CONFERENCE ON PARTICIPATORY DESIGN, 9., 2006, Nova York. **Anais...** Nova York: ACM, 2006. p. 57-66.

- BRANDT, E.; MESSETER, J. Facilitating collaboration through design games. In: CONFERENCE ON PARTICIPATORY DESIGN, 8., 2004, Nova York. **Anais...** Nova York: ACM, 2004. p. 121-131.
- BROADBENT, G.; WARD, A. **Design methods in architecture**. Nova York: Lund Humphries, 1969.
- BUCHANAN, R. Wicked problems in design thinking. **Design Issues**, Nova York, v. 8, n. 2, p. 5-21, 1992. DOI: 10.2307/1511637.
- CHING, F. D. K. **Arquitetura: forma, espaço e ordem**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- CROSS, N. (Ed.). **Developments in design methodology**. Nova Jersey: Wiley, 1984.
- CROSS, N. **Designerly ways of knowing**. Berlin: Springer, 2006.
- DAVIS, G. A. **Creativity is forever**. 3. ed. Dubuque: Kendall; Hunt Pub, 1992.
- DOGAN, F.; ZIMRING, C. Interaction of programming and design: the first unitarian congregation of Rochester and Louis I. Kahn. **Journal of Architectural Education**, v. 56, n. 1, p. 47-56, 2002. DOI: 10.1162/104648802321019164.
- ESHERICK, J.; HASSID, S.; MOORE, C. Graduate programs 1: The University of California. **Journal of Architectural Education**, v. 18, n. 2, p. 21-24, 1963.
- FRAMPTON, K. **Modern architecture: a critical history**. 4. ed. Nova York: Thames & Hudson, 2007.
- GRIFFITHS, R. Knowledge production and the research-teaching nexus: the case of the built environment disciplines. **Studies in Higher Education**, v. 29, n. 6, p. 709-726, 2004. DOI:10.1080/0307507042000287212.
- HERSHBERGER, R. G. **Architectural programming & predesign manager**. Nova York: McGraw-Hill, 1999.
- KOWALTOWSKI, D. C. C. K. Metodologia e CAD no Projeto Arquitetônico. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL FAU-USP - COMPUTAÇÃO: ARQUITETURA E URBANISMO, 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FAU-USP, 1992. p. 51-57.
- KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; CELANI, M. G. C.; MOREIRA, D. C.; PINA, S. A. M. G.; RUSCHEL, R. C.; SILVA, V. G.; LABAKI, L. C.; PETRECHE, J. R. D. Reflexão sobre metodologias de projeto arquitetônico. **Ambiente Construído**, v. 6, n. 2, p. 7-19, 2006.
- JONES, J. C. A method of systematic design. In: JONES, J. C.; THORNLEY, D. G. (Eds.). **Conference on design methods**. Oxford: Pergamon Press, 1963.
- KUMLIN, R. **Architectural programming: creative techniques for design professionals**. Nova York: McGraw-Hill, 1995.
- LAMPRECHT, B. **Richard Neutra, 1892-1970: survival through design**. Colônia: Taschen, 2009.
- MOREIRA, D. C.; KOWALTOWSKI, D. C. C. K. Discussão sobre a importância do programa de necessidades para a qualidade no processo de projeto em arquitetura. **Ambiente Construído**, v. 9, n. 2, p. 31-45, 2009.
- ORNSTEIN, S. W.; ROMÉRO, M. **Avaliação pós-ocupação do ambiente construído**. São Paulo: Studio Nobel, 1992.
- OSBORN, A. F. **Applied imagination: principles and procedures of creative problem-solving**. Nova York: Charles Scribner's Sons, 1957.
- PALTRIDGE, B. Thesis and dissertation writing: an examination of published advice and actual practice. **English for Specific Purposes**, v. 21, n. 2, p. 125-143, 2002. DOI: 10.1016/S0889-4906(00)00025-9
- PEÑA, W. M.; PARSHALL, S. A. **Problem seeking: an architectural programming primer**. Nova York: Wiley, 2012.
- PINKER, S. **Better angels of our nature**. Londres: Penguin Books, 2012.
- PREISER, W. F. E.; RABINOWITZ, H. Z.; WHITE, E. T. **Post-occupancy evaluation**. Nova York: Van Nostrand Reinhold, 1990.
- RITTEL, Horst. The State of the Art in Design Methods. **Design Research and Methods (Design Methods and Theories)**. v. 7, n. 2, p. 143-147, 1973.
- ROWE, P. G. **Design thinking**. Cambridge: The MIT Press, 1991.
- UNWIN, S. **Analysing architecture**. Londres: Routledge, 1997.
- VAN DER VOORDT, D. J. M.; VRIELINK, D.; VAN WEGEN, H. B. R. Comparative floorplan-analysis in programming and architectural design. **Design Studies**, v. 18, n. 1, p. 67-88, 1997.
- VAN DER VOORDT, D. J. M.; VAN WEGEN, H. B. R. **Architecture in use: an introduction to the programming, design and evaluation of buildings**. Oxford: Architectural Press – Elsevier, 2005.
- WONG, F. W. H.; LAM, P. T. I.; CHAN, E. Optimising design objectives using the Balanced Scorecard approach. **Design Studies**, v. 30, n. 4, p. 369-392, 2009. DOI: 10.1016/j.destud.2008.10.004

Daniel de Carvalho Moreira  
damore@fec.unicamp.br

Doris Catharine Cornélie Knatz  
Kowaltowski  
doris@fec.unicamp.br

Renata Maria Geraldini  
Beltramin  
relenens05@gmail.com





# O ACORDO ENTRE O SENSÍVEL E O INTELIGÍVEL

ARTIGO

## The agreement between the sensible and the intelligible

Maria Fernanda Andrade Saiani Vegro<sup>1</sup>

**RESUMO** Este artigo apresenta uma investigação sobre a metodologia de ensino proposta pelo professor dr. Sílvio Soares Macedo para a disciplina AUP 652, vinculada ao Departamento de Projeto e inserida na grade curricular do segundo semestre do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, articulada com a fenomenologia da percepção de Maurice Merleau-Ponty (1908/1961). A filosofia merleau-pontiana se caracteriza fundamentalmente, por estabelecer relações entre sujeito, natureza e objeto, marcadas por um pensamento engajado no mundo. Esse arco reflexivo desdobra-se a partir do exercício da invenção do projeto como um perpétuo “fazer-se” em camadas, no qual se distingue sua origem mais primária, da lembrança e do contato com corpo, até atingir uma ordenação lógica. O objetivo da disciplina AUP 652 é desenvolver nos estudantes a compreensão de escalas e capacidade de abstrair e representar o espaço, com ênfase no papel comunicacional do projeto que deflagra a constatação de um mundo único que se engrandece no estímulo da participação ativa entre professor e alunos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Invenção, Projeto, Espaço, Corpo, Lógica.

**ABSTRACT** This article presents an investigation into the teaching methodology proposed by PhD professor Sílvio Soares Macedo for the discipline AUP 652, linked to the Project Department, part of the curriculum of the second semester of Architecture and Urbanism at the University of São Paulo, articulated with the phenomenology of perception of Maurice Merleau-Ponty (1908-1961). Merleau-Ponty's philosophy is characterized primarily on establishing relationships among man, nature and object, marked by an engaged thought in the world. This reflexive arc is spread through the exercise of a project creation as a perpetual “doing” in layers, which distinguishes its most primary origin, memory and body contact, to achieve a logical order. The aim of the course AUP 652 is to develop in students an understanding of scales and the ability to abstract and represent the space, emphasizing the project's meaning that triggers the realization of a single world that is magnified in stimulating active participation between teacher and students.

**KEYWORDS:** Invention, Project, Space, Body, Logic.

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo – USP

### How to cite this article:

VEGRO, M. F. A. S. O acordo entre o sensível e o inteligível. *Gestão e Tecnologia de Projetos*, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 71-82, jan./jun. 2016. <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v11i1.98672>

### Fonte de financiamento:

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

### Conflito de interesse:

Declararam não haver.

**Submetido em:** 31 maio 2015

**Aceito em:** 28 out. 2015



## INTRODUÇÃO

Para a formação do futuro arquiteto, a questão do desenho nas disciplinas de Projeto – seja em escala micro do edifício, seja em escala macro para a cidade e paisagem – cumpre papel de destaque como ferramenta imprescindível de comunicação, presente na relação educador/educando, arquiteto/cliente, arquiteto/comunidade.

A ênfase na vida escolar do aluno restringe-se à prática da escrita de textos e posse de códigos matemáticos. Nas novas gerações, o desenho e a ação de projetar como expressão de ideias e conhecimento, ato criador, aponta para um deslocamento preocupante do suporte papel para a tela do computador. Tal procedimento prescinde da etapa da apropriação da percepção e sensibilidade visual que o desenho no suporte papel propicia, conseqüentemente, o estudante (por meio de comandos como o “zoom”) perde a referência dimensional de seu projeto numa busca “veloz” por resultados imediatos à custa do mínimo esforço, quadro que elimina os diferentes processos inerentes ao projeto de arquitetura e urbanismo.

Outro problema relevante para as disciplinas que contam com o exercício do projeto é a questão do atendimento por parte dos professores às equipes de trabalho, como ocorre no caso da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP), que conta com número muito grande de alunos.

As equipes de trabalho da disciplina AUP 6521 são estimuladas com novos desafios, na forma de exercícios preliminares, que servem de fundamento para o trabalho realizado em cada aula. A abordagem aos grupos de alunos, muitas vezes requisita um tempo de espera. No caso da disciplina AUP 6522 as equipes mantêm-se sempre ocupadas no estúdio, desenvolvendo o exercício proposto pelos professores no início da aula.

Cada exercício desenvolvido pelas equipes representa uma parte de um todo que estabelece constante relação com os conhecimentos adquiridos no correr do curso até sua conclusão, na qual essas partes possuirão uma dinâmica própria, um entrelaçamento verificável nos resultados finais da disciplina.

Após o desenvolvimento dos exercícios no estúdio ocorre o retorno à sala de aula com uma discussão sobre os trabalhos realizados no decorrer da aula, com o intuito de proporcionar um momento de reflexão, aprofundamento e retificação do trabalho elaborado que delimita um campo aberto de ação por parte dos alunos. O projeto é sempre retomado, um movimento que estabelece novo movimento por parte das equipes e se constrói de forma estratificada, isto é, a cada novo desafio agregam-se novos pontos de vistas possíveis, desenvolve-se a visão crítica dos alunos. A transmissão do conteúdo da disciplina se constrói no tempo e no espaço, pois a cada novo exercício proposto verifica-se um saber acumulativo.

Para a compreensão inteligível da espacialidade, a metodologia do professor dr. Sílvio Soares Macedo propõe considerar o ato de projetar, ou seja, um meio de coexistência de diferentes aspectos que encontram sua legitimidade no corpo e na valorização da experiência do aluno. Desse modo, configura-se o projeto num universo amplo, constituído em camadas, que revela a pré-objetividade como condição de seu fundamento.

O objetivo da disciplina é desenvolver habilidades nos estudantes que confirmem um domínio sobre o conceito de espaço e suas implicações em nível objetivo e subjetivo, como no caso o uso das escalas micro, média e macro, circulação, espaços públicos e privados, topografia, tipologias,

<sup>1</sup> Em 2012, a autora participou da aula de Pedagogia Aplicada para Arquitetura e Urbanismo do programa de pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP), na qual o professor Sílvio Soares Macedo descreveu sua experiência como docente no Departamento de Projeto da FAU-USP. A partir desse primeiro contato, a autora assistiu algumas de suas aulas na graduação e entrevistou alguns alunos. A fenomenologia de Merleau-Ponty foi o instrumental reflexivo utilizado em sua pesquisa de mestrado, chamou-lhe a atenção a imbricação dessa teoria com a metodologia utilizada para o ensino de projeto do professor Sílvio Soares Macedo.

<sup>2</sup> A disciplina é realizada duas vezes por semana, tendo cada aula quatro horas de duração.

gabarito, fundamentos teóricos da formação e transformação da paisagem para a representação de projetos de espaços livres.

## O CONCEITO DE “RAZÃO ALARGADA” PARA O ENSINO DO PROJETO

A filosofia e principalmente a indagação filosófica pode ser um instrumento muito rico para a arquitetura. A interface dos elementos perceptivos que fundamentam o projeto arquitetônico com a fenomenologia de Maurice Merleau-Ponty irá fornecer aqui alguns pressupostos teóricos para a compreensão do movimento do exercício da invenção, pois em sua origem dirige-se ao ser e prescinde em sua atividade de qualquer atitude solipsista. Essa posição – denominada na filosofia de “*solipsismo*”, do latim *solusipsi* (somente si mesmo) – confere consciência a um único ser. A existência de outros seres conscientes seria apenas uma ilusão. Para Merleau-Ponty, o *solipsismo* é insustentável, pois a percepção do outro funda a moralidade. “O reconhecimento, no próprio coração da experiência mais individual, de uma contradição fecunda que a submete ao olhar do outro – é o remédio para o ceticismo e o pessimismo” (MERLEAU-PONTY, 1990, p. 65). Tal quadro se justifica na necessidade emergente para a arquitetura de elaborar novas alternativas que coloquem o ser humano no centro de sua cena, incitem o debate, o pensamento complexo, a visão crítica, um pensamento que pensa a si mesmo a partir de uma “situação”, uma *práxis* que abandona radicalmente a ilusão de uma objetividade “pura” ou uma subjetividade “pura” e constrói-se por um pensamento encarnado no mundo. Uma noção de experiência fecunda que torna o diálogo entre filosofia e arquitetura não uma explicação ou descrição, mas uma interrogação interminável.

Os objetos criados na cultura não se definem unicamente como físicos, mas possuem uma visibilidade sustentada por uma invisibilidade, uma latência, ou seja, trazem implicitamente em sua gênese a marca da ação humana que atravessa o tempo e inaugura o porvir. Para Merleau-Ponty, o corpo “situado” no mundo, sujeito da percepção, deforma o objeto numa série de perspectivas que não o esgotam. Filosofia “produtiva” cuja liberdade não é absoluta, mas configura-se numa determinada “situação” exige uma decisão que se “entranhe no porvir, que algo tenha sido feito por ela, que o instante seguinte se beneficie do precedente e sem ser necessitado, seja pelo menos solicitado por este” (MERLEAU-PONTY, 1999, p. 586).

O projeto em arquitetura e urbanismo, mediado pela linguagem do desenho, constitui um agente para o favorecimento da comunicação entre as diversas camadas sociais. “Entrar em si”, “sair de si” rumo ao “outro”, exercício de invenção, a ação do projeto aponta para a temporalidade sentida como tarefa intencionalmente estruturadora de fenômenos complexos. Origina-se da memória, percepção, do repertório adquirido de cada indivíduo na sociedade, em direção ao porvir. Tomado como uma “experiência radical”, o projeto comporta uma dialética de abertura capaz de expressar autenticidade para a obra arquitetônica presente não no conforto, mas na tensão entre escolhas possíveis.

Para o arquiteto Vittorio Gregotti (2010), os problemas postos pela arquitetura não devem preceder as soluções possíveis, isto é, observados passivamente e solucionados em seguida, mas, “o problema deve estar implicado [...] evoluir e resolver-se ao longo dos diversos níveis do processo” (p. 117). De acordo com esse ponto de vista, a experiência do “fazer” arquitetura é valorizada, as respostas para os seus problemas são reveladas no desdobramento dessa mesma ação e não se encontram numa consciência apartada do mundo.

Romper um “universal de sobrevoos” e inserir a presença de “outrem” com suas idiosincrasias numa região simbolicamente intersubjetiva, enquanto meio selvagem de coexistência, desde onde os objetos culturais assumem novas significações e imprimem dialeticamente o movimento da

“alternância sujeito-objeto” é circunscrever a ação do projeto arquitetônico num circuito alargado, reflexivo e crítico<sup>3</sup>. Movimento de uma experiência que se revela ao fazer-se, imprevisível, aberta, democrática sempre retomada e questionada, inacabada, fecunda que não se estabelece na forma de enunciados, teses, conceitos fechados, ideias definitivas, mas como diz Merleau-Ponty, uma experiência geradora de matrizes de ideias que “dá o que pensar”. Segundo o autor, “pensar não é possuir objetos de pensamento, é circunscrever através deles um domínio por pensar, que, portanto, ainda não pensamos” (MERLEAU-PONTY, 1985, p.176). Por meio da expressão, que ocupa destaque na filosofia de Merleau-Ponty, ocorre a valoração da experiência do sujeito como portal de acesso para o mundo cultural e histórico. Uma síntese temporal que inclui a criação como um processo de retomada na atualidade de obras póstumas, iluminadas em seus excessos ou lacunas que nesse mesmo ato desenha o porvir<sup>4</sup>.

O recuo aos fundamentos pré-objetivos do projeto deve precisamente revelar a gênese do mundo objetivo, pois é o esquecimento dessa constituição que conduz ao prejuízo do mundo. Para Merleau-Ponty (1995), a ciência “é uma percepção que esquece suas origens e se crê acabada” (p. 69, 89). Em uma nota de sua obra *Fenomenologia da percepção* (1945) – que está longe de ser considerada puramente fenomenológica, mas que é a mais referenciada entre os arquitetos fenomenólogos<sup>5</sup> –, o autor denuncia: “ainda que tenham considerado uma obra de psicologia, ela é na realidade uma ontologia” (p. 230).

À luz dessa perspectiva, cabe destacar que a fenomenologia/ontologia de Merleau-Ponty situa-se na busca de uma relação entre a atitude natural e a atitude fenomenológica e não na exclusão de uma pela outra. Edmund Husserl (1859-1938), criador da fenomenologia, expõe sua doutrina da “dupla atitude” que opõe às “ciências dogmáticas” as “ciências filosóficas” e explica que as ciências que provêm da atitude dogmática se dirigem às coisas para explicitá-las, enquanto as ciências filosóficas não se dirigem ao mundo, mas, ao conhecimento. Para o autor, na “atitude natural” o interesse se dirige ao “ser objetivo”, ao objeto “puro e simples”, abrindo o acesso ao conhecimento objetivo. A “atitude fenomenológica” é considerada por Husserl como situada numa dimensão completamente nova, pois em regime de redução não são “às coisas” que ela se dirige, mas aos inúmeros modos de doação dos objetos “não investiga os objetos que o pesquisador de outras ciências investiga, mas o sistema completo dos atos de consciência possíveis, significações que justamente se relacionam a esses objetos” (*Ibidem*, p. 178). (HUSSERL apud MOURA, 2006, p.15). Para Husserl, então, “nunca haverá ‘uma fenomenologia do ser’. [...] Haverá apenas uma fenomenologia da razão na qualidade de investigação crítica sobre a possibilidade de conhecimento” (MOURA, 2006, p. 15).

Na última fase da filosofia husserliana, embora já gestado em suas obras anteriores, aparece explicitado o conceito de “mundo da vida” (*lebenswelt*) no conjunto de ensaios *A crise das ciências europeias e a fenomenologia transcendental*, de 1936. Husserl afirma que a oposição entre *doxa* e *episteme* herdada desde a antiguidade grega é a responsável pelo obscurecimento do “mundo da vida” devido à crescente valorização da razão no pensamento

<sup>3</sup> “Uma das tarefas da dialética, como pensamento de situação, pensamento em contato com o ser, é acudir as falsas evidências, denunciar as significações cortadas da experiência do ser, esvaziadas, e criticar-se a si mesma na medida em que se venha a tornar uma delas. Ora, esse o perigo que corre desde que se enuncia em teses, em significações unívocas, desde que se separe de seu contexto antepredicativo. É-lhe essencial ser autocrítica – e lhe é também essencial esquecê-lo desde que se torne aquilo que chamamos uma filosofia” (MERLEAU-PONTY, 1992, p. 93-94).

<sup>4</sup> A relação entre o desenho e a criação do “lugar” para a arquitetura enfatiza a presença do arquiteto como criador, fundador de uma cultura, marca que impõe significações no mundo. “O que torna possível a experiência criadora é a existência de uma falta ou de uma lacuna a serem preenchidas, sentidas pelo sujeito como intenção de significar alguma coisa muito precisa e determinada, que faz do trabalho para realizar a intenção significativa o próprio caminho para preencher seu vazio e determinar sua indeterminação, levando à expressão o que ainda e nunca havia sido expresso” (CHAUI, p. 152-153).

<sup>5</sup> Ver *Los ojos de la piel: la arquitectura y los sentidos*, de Juhani Pallasmaa; *Cuestiones de percepción: Fenomenologia de la arquitectura*, de Steven Holl; *Atmosferas*, de Peter Zumthor (que, embora não se dirija diretamente a Merleau-Ponty, a noção de “atmosferas” encontra-se com a obra *Fenomenologia da percepção* no sentido da relevância que o autor consagra aos conteúdos vividos e aponta para um corpo relacionado ao espaço e para a pujança do sensível).

ocidental. A legitimação das validades pré-lógicas fundantes das verdades da ciência deslocam a ciência do seu lugar privilegiado instituinte de verdades absolutas para uma das práticas possíveis que se realizam no interior do “mundo da vida”. Esse tema caracteriza o sentido da “experiência radical”, todavia dissociado de uma redução última transcendental imposta por Husserl na interação da consciência com o mundo, como via de acesso à pureza de pensamento, ou seja, um “eu penso”, um encontro efetivo com o “ego transcendental”. Tal postura circunscreve a fenomenologia husserliana no âmbito das filosofias da consciência que será recusada por Merleau-Ponty.

O conceito “mundo da vida” husserliano, retomado por Merleau-Ponty, conta com o sujeito encarnado no mundo que antes de um “eu penso” revelará um “eu posso”. Para o autor, as regiões mundanas não se reduzem a uma objetividade segunda, mas estão “longe de situar-se em uma instância ‘transcendental’ concebida por princípio extra mundana, em vez de ilhar-se em uma esfera de ‘significações’, doravante a filosofia será um discurso que fala ‘do mundo, dos homens, e do espírito’” (MERLEAU-PONTY, 1985, p. 138). “Essas regiões mundanas [...] são consideradas domínios vividos por nós” (MOURA, 2006, p. 18). O sujeito a quem se refere Merleau-Ponty não será mais o sujeito epistemológico husserliano, mas um sujeito prático, encarnado no mundo. A transcendência coincidirá com a temporalidade e a “situação” do sujeito, pois “o mundo só é acessível àquele que está situado nele e esposa sua direção” (MERLEAU-PONTY, 1985, p. 492).

Diante desse cenário, evidencia-se a recusa de um observador absoluto, *cosmotheoros* (ser contemplativo) e percebe-se a valorização do sujeito participativo plenamente aderido à trama do mundo. Afrouxando-se os fios intencionais que ligam o sujeito ao mundo objetivo, a percepção revela-se pouco a pouco como realidade inacabada e transcorre sobre distintos pontos de vista. Tal situação aponta para a tese do perspectivismo, isto é, o encontro sujeito/objeto/mundo se realiza por meio de perfis e jamais encerra em si a ideia de um objeto “total” plenamente concluído. O caráter perspectivo aparece como propriedade essencial das coisas e faz que o percebido possua nele mesmo uma riqueza inesgotável, confere a possibilidade de um mundo mais rico.

Desenha-se, enfim, a trajetória do objeto indeterminado, primeiramente constituído numa consciência antitética rumo à constituição de sua unidade na consciência reflexiva. As críticas de Merleau-Ponty tanto ao intelectualismo como ao empirismo referem-se ao fato de que ambos passam em silêncio à constituição do objeto e acreditam possuir a clareza e a verdade do objeto para o qual a contingência nada acrescenta. Todavia, “nos dois casos, não nos instalamos na consciência *em vias de apreender*, isto é, não nos instalamos na percepção efetiva, pela simples razão de que nos dois casos, o objeto a quem se referem é o objeto completo e real” (MOUTINHO, 2006, p. 104). A filosofia merleau-pontiana instiga uma reflexão para o ensino de projeto no âmbito da arquitetura e urbanismo, revela-se fecunda, pois, o autor propõe uma maneira mais rica de abordar a ciência e evidencia na arte a gênese de um saber fundamental à própria filosofia.

Como a ação de projetar situa-se na fronteira entre arte e ciência, faz-se necessário a construção de um solo rico tanto para a absorção do conhecimento pelos alunos quanto para a criação de um projeto arquitetônico que leve em consideração o mundo vivido, o cotidiano dos alunos, a percepção, a reabilitação do sensível, recuo constituinte da gênese do mundo objetivo. Merleau-Ponty (1995) recusa o “movimento natural do conhecimento que atravessa cegamente as operações perceptivas para ir diretamente ao seu resultado teleológico” (p. 71, 91).

Os alunos dos primeiros semestres do curso de Arquitetura e Urbanismo, por possuírem uma abertura intencional e flexível para o conhecimento em relação aos conteúdos específicos das disciplinas de projeto, constituem-se num ótimo exemplo da possibilidade de encontro fortuito com o mundo, pois,

O saber pós-moderno não é somente instrumento de poderes. Ele aguça nossa sensibilidade para as diferenças e reforça nossa capacidade de suportar o incomensurável. Ele mesmo não encontra sua razão de ser na homologia dos experts, mas na paralogia dos inventores (LYOTARD, 1986, p. xvii).

## **A METODOLOGIA DE ENSINO E A FENOMENOLOGIA DE MERLEAU-PONTY**

### **1ª etapa da transmissão de conhecimento: a valorização da experiência – percepção – o encontro primordial do sujeito com o mundo**

No prefácio da *Fenomenologia da percepção*, Merleau-Ponty pergunta: O que é fenomenologia? A primeira ordem dada por Husserl à fenomenologia de retornar “as coisas mesmas” constitui-se como crítica à ciência que no final do século XIX desenvolvia-se segundo o critério objetivista baseado nas ciências da natureza, ou seja, excluía de sua análise a interferência de aspectos subjetivos considerados não científicos. Para Merleau-Ponty, no materialismo filosófico os fenômenos humanos equiparados a objetos físicos excluem a intencionalidade humana criadora desses mesmos objetos. Os seres humanos estabelecem entre si relações puramente objetivas, reificadas. Numa outra polaridade, a concepção cartesiana sobre a existência essencialmente mental, acessível a uma única individualidade, consequentemente estabelece a cisão entre mente e corpo, sujeito e objeto cuja evidência possível das ideias encontra-se na mente humana.

Segundo Merleau-Ponty, a fenomenologia desenvolveu-se a partir de uma crise da cultura que erradicava seus próprios fundamentos relacionando-se com seus objetos de forma causal, vistos em sua exterioridade confundidos com sua própria natureza. A verdadeira filosofia constitui-se em reaprender a ver o mundo, significa o fim da cisão sujeito/objeto, alma/corpo, fato/ideia, inteligível/ sensível. Antes do saber intelectual a percepção estabelece-se como via de acesso à verdade e destitui a consciência reflexiva de seu “projeto de posse intelectual do mundo”. O mundo vivido, pré-objetivo, autóctone, não mais constituído por nenhuma instância acima dele, não pode mais ser reduzido. O sujeito merleau-pontiano é prático, encarnado num corpo que se encontra numa determinada “situação” no mundo, pois a “consciência é o ser para a coisa por intermédio do corpo” (MERLEAU-PONTY, 1999, p.193). Esse novo *locus* do sujeito converte-se na ideia da “carnalidade” que surge no cenário filosófico desde suas primeiras reflexões. Trata-se de transcender a ideia do *quale* puro e legitimar uma nova experiência, a da consanguinidade carnal entre o corpo e o mundo, reversibilidade entre interior e exterior, não mais pensamento de sobrevoo, mas descida a terra, abertura para uma reflexão radical. *A priori* o que se busca “não é encadear conceitos, mas descrever a mistura da consciência com o mundo, seu engajamento num corpo, sua coexistência com os outros” (Idem, 1996, p.75).

De acordo com o professor dr. Sílvio Soares Macedo<sup>6</sup>, os alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo (que têm entre 18 e 19 anos) ingressam na universidade sem qualquer conhecimento sobre o conceito de espacialidade e questões como escala, tipologias, gabaritos. Ainda não existem incorporados nos estudantes os fundamentos necessários para o ato de projetar. Isso representa que há conhecimentos novos a serem conquistados.

Nesta primeira etapa da construção do conhecimento, nota-se uma abertura por parte do professor Sílvio ao propor exercícios para os alunos utilizando-se de jogos teatrais, expressão corporal e estimulação sensorial

<sup>6</sup> Palestra ministrada pelo professor dr. Sílvio Soares Macedo na disciplina de Pedagogia para a Arquitetura no segundo semestre de 2012.



que apontam para a formação de um sistema de equivalências entre o corpo, natureza e espaço construído. Essas experiências conferem aos estudantes a compreensão do conceito de “espaço”, a possibilidade de sua abstração e sua aplicação direta no ato de projetar. Estabelece-se, dessa forma, uma experiência espacial a partir do Ser que “não é mais esse meio das coisas simultâneas que poderia ser dominado por um observador absoluto, igualmente próximo de todas elas, sem ponto de vista, sem corpo, sem situação espacial, pura inteligência” (MERLEAU-PONTY, 2004, p. 15), mas legitimam-se “as relações orgânicas entre sujeito e o espaço a esse poder do sujeito sobre seu mundo que é a origem do espaço” (MERLEAU-PONTY, 1999, p. 338).

A apreensão das regras e normas inerentes da geometria para a construção do conceito de espaço, representada pelos desenhos operacionais para o canteiro situa-se numa esfera abstrata própria das ciências. Para o professor Silvio, o conceito abstrato do espaço origina-se no seio da experiência efetiva dos alunos e não exclui a possibilidade de seu sentido ser contingente, ou seja, que ele possa se formar no curso dos acontecimentos, das atividades propostas para a disciplina como desafios que excluem uma relação prévia de causa e efeito. De acordo com o estudante Gabriel Vilela que frequentou a disciplina AUP 652:

A dificuldade da interface entre o desenho e o espaço é um desafio muito complexo que só é vencido pelos estudantes com muito esforço, esse é um grande desafio encontrado em todo o campo da arquitetura. O professor Silvio tenta trazer isso através da vivência, fazendo que cada desenho passe a significar para o aluno alguma dimensão sensível. Me lembro bem de que em um momento em que meu grupo teve um problema de escala o Silvio nos levou até o jardim e começou a discutir as dimensões com o que estava a nossa volta (informação verbal)<sup>7</sup>.

A “experiência” adquire assim estatuto de cidadania e não pode se definir mais como passividade, resposta aos estímulos sensoriais externos como era para o empirismo nem exploração intelectual do mundo como era para o intelectualismo, mas, entra em cena como transmissora de um saber que encontra relações e equivalências com o corpo e com a natureza e o espaço construído.

Para Merleau-Ponty a ciência atravessa cegamente as operações perceptivas e separa rigidamente as categorias da sensibilidade e do entendimento. Será necessário redefinir essas categorias, diluir a fronteira clássica, entrelaçar os conteúdos da experiência apresentados na esfera do sensível e o engendramento de relações de diversas ordens encontrado na esfera do entendimento. As relações lógicas excluem a contingência dos acontecimentos. Da experiência nasce o sentido que se encontra intimamente ligado à existência. O sensível encontra-se diante do Ser e não no plano da consciência, situa-se “entre” o domínio do sujeito e objeto, “entre” as oposições clássicas objetivo/subjetivo, exterior/interior. É importante destacar que a sensação para o autor constitui-se como intencional “porque encontro no sensível a proposição de um certo ritmo de existência”, uma forma de existência que é sugerida para o sujeito que se reporta a um ser exterior seja para abrir-se ou fechar-se a ele (MERLEAU-PONTY, 1999, p. 288).

A camada da percepção para os alunos da disciplina AUP 652 apresenta uma abertura inicial ao mundo que ao final da disciplina revelará seu trajeto teleológico em direção ao ser determinado, ou seja, aos objetivos finais da disciplina clarificados e assimilados pelos alunos por meio da reflexão.

De acordo com Merleau-Ponty, o corpo projeta significações no mundo exterior e é sujeito de percepção. Tese que afasta a compreensão cartesiana

<sup>7</sup> Entrevista concedida à autora em novembro de 2012.

do corpo como objeto entre outros objetos, *partes extra partes* que somente admite relações mecânicas. Apresentado pelo autor como “veículo de ser no mundo” exhibe uma situação no mundo em face de suas tarefas que remete para um conceito de intencionalidade, pois

É meu olhar que subtende a cor, é o movimento de minha mão que subtende a forma do objeto, ou antes, meu olhar acopla-se à cor, minha mão acopla-se ao duro e ao mole, e nessa troca entre o sujeito da sensação e o sensível não se pode dizer que um haja e o outro padeça, que um dê sentido ao outro. Sem a exploração do meu olhar ou de minha mão, e antes que meu corpo se sincronize a ele, o sensível é apenas uma solicitação vaga (Ibidem, p. 288).

Questões como o reconhecimento da espacialidade e do uso das escalas para a finalidade do projeto no âmbito da arquitetura e urbanismo verificam-se nas atividades propostas pelo professor Sílvio aos estudantes favoráveis à descoberta do caráter heterogêneo do espaço, investigação de uma experiência espacial originária aquém da distinção clássica entre forma e conteúdo.

De acordo com Merleau-Ponty (2004), a ciência clássica distingue claramente o espaço e o mundo físico, ou seja, separa a noção de forma e conteúdo. À luz dessa perspectiva “o espaço é o meio homogêneo onde as coisas estão distribuídas segundo três dimensões e onde elas conservam sua identidade a despeito de todas as mudanças de lugar” (p. 10). Nota-se uma inflexão do autor quando

Com as geometrias ditas não euclidianas, chega-se a conceber como que uma curvatura própria do espaço, uma alteração das coisas devido apenas ao seu deslocamento, uma heterogeneidade das partes do espaço e de suas dimensões que não são intercambiáveis e afetam os corpos que nele se deslocam com algumas transformações (MERLEAU-PONTY, 2006, p. 11).

Abre-se então um mundo onde os objetos prescindem de uma identidade absoluta e as noções de forma e conteúdo encontram-se mescladas, e que “não oferece mais essa estrutura rígida que lhe era fornecida pelo espaço homogêneo de Euclides” (Ibidem, p. 11). Segundo o autor, as coisas e o espaço se embaralham e não se faz a distinção entre “o espaço das coisas no espaço” (Ibidem, p. 11). O espaço heterogêneo representa os conteúdos vividos, um meio de coexistência das coisas, horizonte da articulação dos sentidos e acessível por meio do corpo.

Segundo Marina Caraffa, estagiária do programa do PAE,

A experimentação física, adotada como estratégia metodológica, é indutora da percepção dos alunos. A relação do corpo com o espaço é explorada com exercícios simples, como verificar a dimensão entre os pilares da FAU a partir de medidas tiradas a partir das passadas, ou verificar a densidade de ocupação do espaço através de experiências com os próprios alunos em pé nas cadeiras da sala. Além disso, os exercícios de observação exteriores, como andar pelo campus observando a organização do espaço a partir da composição da vegetação, permitem aproximação das relações de escalas que podem ser percebidas a partir da interação do corpo com o espaço. Dessa maneira, os exercícios permitem não só a apreensão do conhecimento proposto como gera uma aproximação entre aluno e professor (informação verbal)<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> Entrevista concedida à autora em 22/04/2013.

Nesse momento, o espaço do geômetra deve ser posto entre parêntesis, pois o espaço e os objetos não se constituem apenas como objetos de pensamento, mas evocam uma conduta por parte dos alunos, uma abertura inicial e uma forma de conhecimento que irá legitimar a camada da percepção como solo originário da criação do projeto.

A aproximação entre os alunos e o professor, como destaca a estagiária Marina Caraffa, ocorre por meio da constatação de um mundo único, um mundo público que ultrapassa os sujeitos envolvidos nas suas ações, um mundo mais velho que a consciência.

## **2ª etapa da transmissão do conhecimento: criação – expressão – linguagem**

Na segunda etapa de trabalho os estudantes organizados em equipes encaminham-se para o estúdio onde desenvolvem efetivamente o exercício do desenho, ancorados em questões vivenciadas na primeira parte da aula. Para a ação projetual composta de partes que irão inteirar-se num todo complexo, exigem-se diálogos pedagógicos, ou seja, a condução dos desenhos de forma orientada.

Segundo professor dr. Sílvio<sup>9</sup> Soares Macedo, o potencial criativo<sup>10</sup> dos alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo deve ser estimulado, pois comporta sua maior riqueza, uma mescla de aspectos subjetivos e objetivos que serão organizados na forma de projeto.

O contato com o mundo e a percepção transfigurados em ideias no suporte papel constitui o primeiro gesto fenomenológico do arquiteto. A experiência do desenho na forma de croquis é considerada um âmbito expressivo, relaciona-se diretamente ao criar e exige um sujeito motivado e “em situação”. Ao legitimar um “sentido inédito”, Merleau-Ponty (1999) oporá a “linguagem autêntica” (responsável pela criação) a uma linguagem “segunda” (adequação a um signo pré-estabelecido), todavia, a linguagem primeira aparecerá “quando, em vez de copiar um pensamento, deixa-se por ele desfazer e refazer” (1999, p. 93). A linguagem para o filósofo não se realiza diretamente como notação do real, mas obliquamente, isto é, torna presente o ausente. A sua significação direta revela sua capacidade secundária. O escritor e o arquiteto alojam-se entre signos constituídos na sociedade e na cultura, porém a linguagem autêntica presume uma capacidade de ordenação nova desses signos, uma criação “instituinte” e caracteriza-se essencialmente

em nossa capacidade de abandono das garantias, em nossa capacidade de autenticidade, de contínua educação em tal autenticidade, de contínuo confronto entre esta e nossas escolhas no mundo, fora dos refúgios moralísticos, ideológicos, religiosos que o nosso medo e a nossa preguiça constroem continuamente para nós (GREGOTTI, 2010, p. 28).

*No interior da realidade instituída*

Há o momento instituinte no qual o Ser vem a ser: para que o ser do visível venha à visibilidade solicita o trabalho do pintor, para que o Ser da linguagem venha à expressão pede o trabalho do escritor;

<sup>9</sup> Palestra realizada na disciplina de Pedagogia aplicada para a arquitetura, novembro 2012.

<sup>10</sup> Para o arquiteto Vittorio Gregotti, o exercício da criação apresentado diverso do raciocínio científico e do discurso lógico insere-se num conceito de razão alargada, apontando uma necessidade de fundação de uma “pedagogia da invenção”. “O exercício da invenção é central porque parte da percepção e da memória em direção ao que ainda não é, mas este exercício não é casual ou gratuita violação do já constituído, mas sim busca contínua de uma ordem nova e diversa, instituição de uma nova possibilidade, de uma nova experiência do mundo acionada materialmente. Não há nenhuma razão em julgar que a invenção, enquanto bem social inexaurível, não possa ser cultivada ou ensinada e sobretudo convertida em disciplina, quer dizer, traduzida na única forma de encontro possível com o problema arquitetônico” (GREGOTTI, 2010, p. 29).

para que o Ser do pensamento venha à inteligibilidade, exige o trabalho do filósofo” (CHAUI, 2002, p. 152).

Assim, para que o Ser do espaço torne-se habitável, exige-se o trabalho do arquiteto. Segundo Gregotti, o resultado para os arquitetos de um contato com o mundo franco e autêntico é estabelecido “pelas novas possibilidades de relação que lograram instituir, na capacidade de tornar acessível a muitos o espetáculo de que participam sem vê-lo e sobretudo sem dele usufruir” (GREGOTTI, 2010, p. 28-29). Enfim, a criação “fazendo vir ao Ser aquilo que sem ela nos privaria de experimentá-lo” (CHAUI, 2002, p. 153).

Além da invenção como proposta pedagógica para o ensino do projeto, à medida que o processo projetual avança, o desenho estabelece-se de forma orientada com critérios conceituais e gráficos consistentes direcionados aos objetivos a serem alcançados pelos alunos. Nesse nível as representações gráficas exigem um grau de subjetivação e abstração elevado, o que é favorecido pelos fundamentos absorvidos pelos estudantes na primeira etapa do trabalho. Relações complexas estabelecem-se na transcrição para o papel de conceitos como: escala, dimensões, proporções, aspectos pertencentes ao sítio, cortes topográficos, incidências solares, tipologias, paisagem, espaço público e privado, circulação, forma, natureza, cidade, perfil do futuro usuário etc. Longe agora de uma consciência privada, essas relações apontam para o caráter comunicativo do projeto de arquitetura e urbanismo.

As equipes mantêm-se o tempo todo ocupadas com exercícios na forma de desafios sugeridos pelos professores na primeira etapa do trabalho. O atendimento não ocorre de forma linear, mas assimétrica. Os professores e estagiários circulam pelas equipes e agregam aos projetos diferentes pontos de vista. Desse modo, verifica-se uma ação transformadora da linguagem, que se estabelece na consciência de um mundo compartilhado. No contato com os objetos culturais, o ser humano abdica de seu mundo privado e reconhece outros seres estabelecendo relações, significados em que a linguagem desempenha papel central. Um autêntico diálogo “me conduz a pensamentos que eu não me acreditava, de que eu não era capaz, e às vezes sinto-me seguido num caminho que eu próprio desenhava e que meu discurso, relançado por outrem está abrindo para mim” (MERLEAU-PONTY, 1992, p. 24).

Na fenomenologia da linguagem desenvolvida por Merleau-Ponty, o mundo compartilhado estabelece-se na comunicação de uma fala que impõe um descentramento do sujeito, não mais dado a si mesmo, mas, engajado no mundo. Essa fala rompe o silêncio tornando-se portadora de sentidos outrora não sabidos, revelados numa ação coletiva, na coexistência entre sujeitos, experiência genuinamente intersubjetiva<sup>11</sup>. Na passagem da percepção para a linguagem estabelece-se a comunicação e um poder da fala de dizer mais do que diz termo por termo, um poder de “se superar ela própria quer se trate de lançar o outro em direção ao que sei e que ele ainda não compreendeu ou de orientar-me eu mesmo em direção ao que vou compreender” (MERLEAU-PONTY, 1995, p. 216). Esse potencial da comunicação evidencia o comprometimento dos professores em relação aos alunos e fortalece os laços que unem o conhecimento aos conteúdos específicos do projeto.

### 3ª etapa da transmissão do conhecimento: reflexão

<sup>11</sup> Segundo Moutinho, “a partir de 1950, Merleau-Ponty interditará o salto (dado pela fenomenologia...) da coexistência entre sujeitos para o interior da consciência, para si aquém da situação comum. A universalidade pode então adquirir um sentido novo – ela atravessa toda *minha* experiência – e não foi por outra razão, como vimos que Merleau-Ponty pode falar em “intercorporeidade” e a subjetividade transcendental – segundo a solução merleau-pontiana do enigma de Husserl, tornou-se efetivamente intersubjetividade. Daí a solução nova para o acordo entre finitude e universalidade: não mais uma mistura, mas um acordo efetivo, na justa medida em que o sujeito foi descentrado, em que apareceu uma espontaneidade que o conduz, espontaneidade que pode reunir, enfim toda a pluralidade das mônadas” (MOUTINHO, 2006, p. 402-403, grifo do autor).

Na terceira fase das atividades da disciplina AUP 652, as equipes dos alunos retornam para a sala de aula para exporem e refletirem sobre o trabalho realizado no período da aula. Experiência que se revela ao fazer-se aberta e democrática, sempre retomada e questionada, inacabada, que “dá o que pensar”.

No ensaio *As ciências do homem e a fenomenologia*, Merleau-Ponty (1973) aponta para uma crise da razão<sup>12</sup> ocasionada pela ruptura entre ciência e filosofia, pois o “ser” objetivo da ciência toma o lugar do Ser, desse modo, instaura-se o primado da “pura exterioridade”, que, por conseguinte, aniquila o “primado da interioridade” pautado pela filosofia. A proposição dessa “crise” de Merleau-Ponty conduz a um conceito de “razão alargada”, pois será o desenvolvimento das ciências que escapará da pura exterioridade assim como a filosofia não poderá manter-se na interioridade de um sujeito transcendental. Para o filósofo, ciência e filosofia envolvem-se. O autor cita o exemplo do sociólogo que elabora filosofia à medida “que ele é encarregado não apenas de notar os fatos, mas, de compreendê-los. No momento da interpretação, ele próprio já é filósofo” (MERLEAU-PONTY, 1985, p. 127). Essa nova relação entre ciência e filosofia estabelecerá o fim da crise da razão.

Os projetos das equipes de trabalho como forma aberta revelam uma organização formal ambígua, pois “a forma arquitetônica de um fenômeno é, por um lado, o modo como as partes e os estratos estão dispostos, mas também o poder de comunicação daquela disposição” (GREGOTTI, 2010, p. 27-28). O sentido da experiência do projeto, de acordo com o arquiteto Vittorio Gregotti (2010), exige um contínuo esforço do arquiteto, pois “o grau de significatividade desta ordenação revela-se na forma, em sua capacidade de distanciar-se e negar aquilo que é instituído segundo uma medida crítica que conserve sua própria capacidade de relacionamento de atração frente ao existente que contesta” (GREGOTTI, 2010, p. 27).

Nessa última etapa da transmissão do conhecimento na disciplina AUP 652 nota-se o desenvolvimento da reflexão crítica por parte dos alunos, a construção de um pensamento que conta com a experiência efetiva dos alunos no encontro com o espaço dos conteúdos vividos, habitado por um corpo e aquele da geometria, dos códigos específicos de representação para a arquitetura, o espaço abstrato da ciência. A cada aula o movimento da percepção, da expressão e da reflexão faz-se presente, as operações presentes no ato de projetar tornam-se significativas e no final do semestre estabelecem relações entre si.

A ideia de uma “razão alargada” proposta por Merleau-Ponty aponta para uma nova redefinição da ciência da filosofia e da arte, cuja principal característica não é “encadear conceitos, mas descrever a mistura da consciência com o mundo, seu engajamento num corpo, sua coexistência com os outros” (1996, p. 75). Sempre inquieta, inquisitiva, brota das próprias coisas e não pode ser indiferente ao mundo<sup>13</sup>. Essa razão está fora de qualquer relação causal, estabelecida de forma linear, mas avança obliquamente, quer dizer, as questões nunca se constituem frontalmente para o sujeito, o que seria uma “posse intelectual” do mundo, mas, incluem o estrato pré-reflexivo, pré-objetivo da experiência do sujeito. O mundo, assim, se configura como unidade autóctone<sup>14</sup>, isto é, não deve ser

<sup>12</sup> Para Moura (2006), Husserl antes de 1936 designa a crise dos fundamentos da ciência a partir do momento que a ciência começa a operar com signos exteriores “que mantêm uma relação puramente arbitrária com o seu designado, que não têm nada a ver com o conteúdo nem com as propriedades do objeto, e que para tanto apenas o designam, sem o caracterizarem” (p. 55).

<sup>13</sup> Edgar Morin (2011), na esteira de Merleau-Ponty, afirma que a verdadeira racionalidade possui limites e que o espírito humano não pode ser onisciente, pois, a realidade implica mistério. Segundo o autor, “a verdadeira racionalidade é aberta e dialoga com um real que resiste a ela. Opera um vaivém incessante entre a lógica e o empírico; ela é fruto de um debate argumentativo de ideias e não propriedade de um sistema de ideias. A razão que ignora os seres, a subjetividade, a afetividade, a vida, é irracional” (pp. 55,56).

<sup>14</sup> “No interior da filosofia husserliana o *Mundo vivido* representa um espaço original, mas não delimita, contudo, uma região autónoma, uma região que traga em si mesma a chave de seu sentido. Após delinear o universo do mundo da vida, Husserl o caracteriza como etapa a ser igualmente ‘reduzida’ e a partir da qual chegaremos à subjetividade transcendental” (MOURA, p. 131).

regulado ou organizado por qualquer instância superior a ele (princípios de associações ou um Ego transcendental, dotado de sentido imanente), ou seja, não pode ser reduzido.

Com o estudo de caso da disciplina AUP 652 colocam-se as questões: como enriquecer o solo para a ação projetual dos futuros arquitetos? Ampliar a percepção, estabelecer um acordo entre sensível e inteligível, incentivar a expressão, a criação, a visão crítica dos estudantes? Enfim, fomentar uma “educação para a autenticidade” a que se refere o arquiteto Vittorio Gregotti, quando muitas universidades na atualidade transformam-se em verdadeiras empresas e possuem o único foco de “formar arquitetos para o mercado” pode-se facilmente indagar se formam arquitetos ou projetistas?

## REFERÊNCIAS

- CHAUÍ, M. **Experiência do Pensamento:** ensaios sobre a obra de Merleau-Ponty. São Paulo: Martins Fontes, 2002.
- GREGOTTI, V. **Território da arquitetura.** São Paulo: Perspectiva, 2010.
- LYODARD, J.-F. **O pós-moderno.** Rio de Janeiro: José Olympio, 1986.
- MERLEAU-PONTY, M. **As ciências do homem e fenomenologia.** São Paulo: Saraiva, 1973.
- MERLEAU-PONTY, M., **Signes:** Paris: NRF Gallimard, 1985.
- MERLEAU-PONTY, M. **O primado da percepção e suas consequências filosóficas.** Campinas: Papirus, 1990.
- MERLEAU-PONTY, M. **Signos.** São Paulo: Martins Fontes, 1991.
- MERLEAU-PONTY, M. **O visível e o invisível.** São Paulo: Perspectiva, 1992.
- MERLEAU-PONTY, M. **Sens et non sens.** Paris: Gallimard, 1996.
- MERLEAU-PONTY, M. **Fenomenologia da percepção.** São Paulo: Martins Fontes, 1999.
- MERLEAU-PONTY, M. **A prosa do mundo.** São Paulo: Cosac Naify, 2002.
- MERLEAU-PONTY, M. **O olho e o espírito.** São Paulo: Cosac Naify, 2004.
- MERLEAU-PONTY, M. **A estrutura do comportamento.** São Paulo: Martins Fontes, 2006.
- MONTANER, Josef Maria e MUXÍ, Zaida. **Arquitectura y política ensayos para mundos alternativos.** Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2012.
- MORIN, E. **Rumo ao abismo? Ensaio sobre o destino da humanidade.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.
- MOURA, C. A. R. Husserl: significação e fenômeno. Curitiba, **Dois Pontos**, v. 3, n. 1, p. 37-61, abr. 2006. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/doispontos/article/download/5172/3889>>. Acesso em: 2 fev. 2016.
- MOURA, C. A. R. Apresentação. In: MOUTINHO, L.D.S. **Razão e experiência:** ensaio sobre Merleau-Ponty. Rio de Janeiro: Unesp, 2006.
- MOURA, C. A. R. Intencionalidade e existência: Husserl e Merleau-Ponty. In: VALVERDE, M. (Org). Merleau-Ponty em Salvador. Salvador: Arcádia, 2008.
- MOUTINHO, L. D. S. Razão e experiência: ensaio sobre Merleau-Ponty. Rio de Janeiro: Unesp, 2006.
- SILVA, C. A. de F. **A Carnalidade da reflexão:** ipseidade e alteridade em Merleau-Ponty. São Leopoldo: Nova Harmonia, 2009.



# AVALIAÇÃO DA ANÁLISE CRÍTICA COLETIVA DE PROJETO SOB A ÓTICA DOS ESTUDANTES DE ARQUITETURA E URBANISMO

Evaluation of collective critical analysis of design from the perspective of architecture and urbanism students

Paula Barros<sup>1</sup>

**RESUMO** A prevalência de ambientes de ensino-aprendizagem de projeto caracterizados por uma rígida estrutura hierárquica tem sido recorrentemente apontada como um problema a ser enfrentado em prol da formação de profissionais críticos e comprometidos com o bem-estar social. Diante da necessidade de elevar os alunos a coprodutores do conhecimento ao longo do processo de ensino-aprendizagem de projeto, o artigo objetiva investigar como a Análise Crítica Coletiva de Projeto (ACCP), uma modalidade de assessoramento coletivo de projeto que vem sendo aplicada na oficina Problemas de requalificação de áreas e edificações urbanas, é avaliada pelos alunos do curso noturno de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). A análise qualitativa dos dados obtidos através da aplicação de um questionário indica que, segundo a percepção dos discentes, a ACCP, dependendo das habilidades e competências do professor, pode facilitar a criação de um ambiente de ensino-aprendizagem mais horizontal e propício ao desenvolvimento da capacidade de (auto)crítica e autonomia dos alunos. Dentre os outros benefícios associados à técnica, cabe destacar: (i) ampliação do quadro de referência; (ii) promoção da aprendizagem coletiva; (iii) otimização da produção projetual; (iv) promoção da criatividade; e (v) desenvolvimento de habilidades requeridas pelo trabalho em equipe, como a de apresentar, comunicar, ouvir, perguntar e argumentar diante de um grupo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Crítica, Autonomia, Ensino-aprendizagem de projeto.

**ABSTRACT** The prevalence of teaching-learning environments of design characterized by a rigid hierarchical structure has been recurrently cited as a problem to be faced for the sake of training critical professionals committed to social welfare. Bearing in mind the need to raise students to act as co-producers of knowledge, this article aims to investigate how Collective Critical Analysis of Design, a type of group crits that has been applied in workshops which deals with rehabilitation of urban areas and buildings, is evaluated by the students of architecture and urbanism at Federal University of Minas Gerais. The qualitative analysis of the data obtained through the application of a questionnaire indicates that, according to the perceptions of students, the Collective Critical Analysis of Design, depending on the abilities and skills of the teacher, can facilitate the generation of a critiquing setting more horizontal and favourable to the development of the ability to (self) critique and autonomy of the students. Among the other benefits associated with the technique, it is necessary to emphasize: (i) expansion of the reference framework, (ii) promotion of collective learning, (iii) optimization of design process, (iv) promotion of creativity, and (v) development of skills required by teamwork, such as communicating, listening, asking and arguing in front of a group.

**KEYWORDS:** Criticism, Autonomy, Teaching-learning design.

<sup>1</sup> Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

**How to cite this article:**

BARROS, P. Avaliação da análise crítica coletiva de projeto sob a ótica dos estudantes de arquitetura e urbanismo. *Gestão e Tecnologia de Projetos*, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-94, jan./jun. 2016. <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v11i1.99202>

**Fonte de financiamento:**

Declara não haver.

**Conflito de interesse:**

Declara não haver.

**Submetido em:** 20 jun. 2015

**Aceito em:** 17 dez. 2015



## INTRODUÇÃO

Na contemporaneidade, a promoção da autonomia de estudantes é uma temática importante e significativa dentro das questões pertinentes à área da docência do ensino superior. O último livro escrito por Paulo Freire, *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*, publicado em 1996, enriquece sobremaneira o debate ao apresentar um modo de ensinar fundado no respeito à autonomia do aluno.

Paradoxalmente, evidências indicam a prevalência de ambientes de ensino-aprendizagem de projeto caracterizados por uma estrutura rigidamente hierárquica e pautada no autoritarismo e dogmatismo do docente (CARVALHO; SAVIGNON, 2012; MACIEL, 2013). Em ambientes verticais, como há muito diagnosticado, alunos são impelidos a desenvolver proposições projetuais alinhadas com as supostas expectativas do professor, em vez de assumirem uma atitude crítica que os impulsionaria a investigar por conta própria alternativas projetuais divergentes.

Partindo da premissa de que a diminuição da distância entre professor e alunos ao longo dos processos de ensino-aprendizagem pressupõe a adoção de uma atitude crítica por parte do professor em relação a sua própria atividade docente, é preocupante a constatação da existência de um reduzido número de estudos que se propõem a analisar como diferentes práticas didático-pedagógicas influenciam o desenvolvimento da capacidade de crítica e autonomia do aluno nos processos de ensino-aprendizagem de projeto no Brasil.

Por exemplo, uma pesquisa recente verificou a ausência de artigos que abordam técnicas didático-pedagógicas de projeto na SciELO, base de dados que armazena artigos publicados em periódicos de países da América Latina e a África do Sul (MONTEIRO; VIDOTTO, 2014). Utilizando-se como filtro de busca o termo “autonomia” no título dos trabalhos publicados em anais<sup>1</sup> de importantes eventos nacionais na área de Ensino e Aprendizagem de Arquitetura e Urbanismo, apenas quatro em mais de 800 publicações são encontradas sobre o tema. Com o termo de busca “ensino” no título, são obtidos 60 trabalhos, dentre os quais apenas seis citam obras de autoria do educador Paulo Freire.

Dos dez trabalhos que compõem a amostra, apenas três relatam metodologias de ensino-aprendizagem de projeto. Em síntese, todas as metodologias analisadas objetivam o desenvolvimento da capacidade de crítica e autonomia do discente, a promoção de um processo de ensino-aprendizagem centrado no aluno e o desenvolvimento de um leque de habilidades e competências, como definem as Diretrizes Curriculares Nacionais (BRASIL, 2010) pela utilização de uma coletânea de técnicas. A leitura dos trabalhos indica que as novas tecnologias de informação não têm exercido (ainda) uma influência significativa no ensino-aprendizagem de projeto no Brasil.

Dentre as várias técnicas didático-pedagógicas reportadas, incluindo visitas técnicas, estudos correlatos, leituras orientadas e aulas expositivas, os assessoramentos são recorrentemente descritos como práticas de grande potencial de desenvolvimento da capacidade crítica do aluno, que traz consigo o desenvolvimento da autonomia. O termo assessoramento, cabe pontuar, tem sido utilizado para denominar técnicas relativamente distintas entre si<sup>2</sup>. Partindo do pressuposto de que processos de ensino-

<sup>1</sup> Foram objeto de consulta os anais III Encontro Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo (2014), XXXIV Encontro Nacional sobre Ensino de Arquitetura e Urbanismo (2014) e III Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído (2013) e do 7 PROJETAR (2015).

<sup>2</sup> Com relação ao número de discentes participantes, os assessoramentos são denominados individuais quando envolvem um aluno ou coletivos quando contam com a presença de mais de um aluno. Os assessoramentos podem envolver professor(es) e aluno(s) ou só alunos. A participação do(s) professor(es) e do(s) aluno(s) nos assessoramentos pode ser programada, aleatória ou sob demanda. Independentemente do número de alunos envolvidos, os assessoramentos podem variar em termos do número de professores participantes. A participação do(s) professor(es) pode ser fixa, temporária ou eventual. Quando os assessoramentos contam com a presença de mais de um professor, eles podem atuar simultaneamente, conformando uma banca, ou alternadamente.

aprendizagem de projeto e o processo de projeto estão necessariamente imbricados, a próxima sessão discute brevemente a importância da crítica, que traz consigo o desenvolvimento da autonomia, no processo de projeto.

## O PROCESSO DE PROJETO, A CRÍTICA E A AUTONOMIA

A pesquisa em projeto é estabelecida como um campo de investigação na década de 1960 com a realização, em Londres, no ano de 1962, da Conferência em métodos sistemáticos e intuitivos na Engenharia, Desenho Industrial, Arquitetura e Comunicações (*The Conference on systematic and intuitive methods in Engineering, Industrial Design, Architecture and Communications*) (CROSS, 2007). Desde tal evento, também responsável pelo lançamento do “movimento dos métodos de projeto” (*design methods movement*), outras conferências são realizadas com o mesmo objetivo: ampliar a compreensão sobre o processo de projeto.

Com o passar do tempo, a pesquisa em projeto torna-se um tanto rígida e abstrata, sendo rejeitada por muitos durante a década de 1970 em função dos insucessos na aplicação dos métodos sistemáticos, ditos científicos, dentre outros fatores (OLIVEIRA; PINTO, 2009). Ao propor que as pesquisas desenvolvidas na década de 1960 correspondiam à primeira geração do movimento dos métodos, Horst Rittet (1973 apud CROSS, 2007) contribuiu para o revigoramento do campo, que se consolida na década de 1980. O processo participativo de projeto nesse período emerge como o principal tema de interesse entre os pesquisadores ligados ao campo da arquitetura e urbanismo.

Os benefícios provenientes da inclusão de uma diversidade de pontos de vista, conhecimentos, experiências e ideias ao longo do processo de projeto, bem como a necessidade de compartilhamento das tomadas de decisão, dada a complexidade dos problemas espaciais, têm justificado, até os dias de hoje, a utilização de métodos participativos de projeto, como avaliações de pós-ocupação (KOWALTOWSKI et al., 2006). Desde a década de 1980, o campo da pesquisa em projeto tem se expandido continuamente, como ilustra o grande número de eventos, livros e periódicos que abordam temáticas ligadas à projeção.

O processo de projeto na década de 1960 era recorrentemente descrito como um processo linear (ou cíclico) composto por três atividades sequenciais: análise, síntese e avaliação (LAWSON, 1997). A análise corresponde à estruturação do problema, à síntese a geração de soluções e à avaliação do julgamento da solução. Apesar da razoabilidade de se pensar o processo de projeto enquanto uma série de atividades sucessivas, resultados de estudos empíricos têm refutado tal noção. Evidências têm indicado que o problema e a solução coevoluem em meio a atividades de análise, síntese e avaliação (DORST; CROSS, 2001; WILTSCHING; CHRISTENSEN; BALL, 2013).

Lawson (1997), um dos estudiosos do processo de projeto mais influentes na contemporaneidade, constata que: (i) o problema e a solução se retroalimentam ao longo do fazer projetual; (ii) toda solução pode ser indefinidamente incrementada assim como todo problema espacial pode ser indefinidamente reformulado; (iii) não há soluções projetuais corretas; (iv) há um número inesgotável de soluções para um dado problema, sendo algumas percebidas como mais aptas do que outras por certos indivíduos; (v) o processo de projeto necessariamente envolve julgamentos de natureza subjetiva; e (vi) todo processo de projeto é único e se define ao longo do fazer projetual.

Para Schön (1983), renomado pedagogo, o processo de projeto é um processo de “reflexão na ação”, ou seja, reflete-se projetando e aprende-se

---

A crítica ao longo dos assessoramentos pode ser emitida exclusivamente pelo(s) professor(es), pelo(s) aluno(s) e professor(es), ou só pelo(s) aluno(s). A especificidade da crítica pode variar se direcionada a um trabalho ou a vários trabalhos. Há assessoramentos que incluem a produção de desenhos e outros pautados exclusivamente em verbalizações.

a projetar projetando. Ao longo da projeção, a reflexão funciona como o motor propulsor das atividades de análise, síntese e avaliação (ANDRADE; RUSCHEL; MOREIRA, 2011). O processo de projeto enquanto um processo de reflexão na ação pressupõe a crítica, cuja importância tem sido destacada por vários autores, dentre eles Malard (2005, p. 90):

Partimos de um problema (ou situação-problema) que precisa de uma solução arquitetônica; elaboramos hipóteses de projeto (tentativas de solução); eliminamos aquelas que não resolvem problema (considerados todos os seus aspectos estéticos, tecnológicos e funcionais) e escolhemos aquela que nos parece ser a melhor. Para eliminação das soluções ruins (ou dos erros) nós usamos a crítica. Fazemos arquitetura por tentativa e eliminação de erros, tal qual um cientista faz ciência.

Ao destacar que os arquitetos, assim como os cientistas, têm seus trabalhos baseados em processos de tentativa (conjecturas) e erro (refutações), Malard (2005) faz referência às ideias de Karl Popper. Muitos pesquisadores vinculados ao campo da pesquisa em projeto têm sido influenciados pela obra desse filósofo, para quem a cientificidade de uma teoria (ou hipótese) reside na sua refutabilidade, ou seja, na possibilidade de ser mostrada falsa por meio da discussão crítica:

Quando falo em desenvolvimento do conhecimento científico, não estou a pensar numa acumulação de observações, mas sim no repetido derrubamento das teorias científicas e sua substituição por outras melhores ou mais satisfatórias [...] E isso na medida em que a análise crítica das nossas teorias nos leva a tentar testá-las. (POPPER, 2006, p. 293-292).

Sob a ótica de popperiana, por mais que os novos avanços tecnológicos (por exemplo, sistemas de desenho auxiliado por computador) tenham impactado o processo projetual (CARVALHO; SAVIGNON, 2012; KOWALTOWSKI et al., 2006), por mais que haja à disposição dos projetistas uma série de ferramentas e métodos de apoio às atividades de análise (por exemplo, entrevistas), síntese (por exemplo, tempestade cerebral) e avaliação (por exemplo, *checklists*) (KOWALTOWSKI; BIANCHI; PETRECHE, 2011; KOWALTOWSKI et al., 2006), a melhora da qualidade das soluções projetuais pressupõe o exercício da (auto)crítica.

Diante do exposto, reforça-se a necessidade de mais estudos que abordem práticas didático-pedagógicas utilizadas nas disciplinas de projeto com vistas a fornecer evidências empíricas que norteiem a atualização das metodologias de ensino-aprendizagem de projeto em prol do desenvolvimento da capacidade de (auto)crítica e autonomia dos estudantes de arquitetura e urbanismo.

Inserido nesse debate, o presente trabalho tem como propósito analisar como a Análise Crítica Coletiva de Projeto (ACCP) tem influenciado o processo de ensino-aprendizagem de projeto sob a ótica dos estudantes. A ACCP é uma modalidade de assessoramento coletivo que vem sendo empregada na disciplina Oficinas Integradas de Arquitetura, Urbanismo, Paisagismo e Tecnologia (OFIAUP): problemas de requalificação de áreas e edificações urbanas, ofertada pelo curso noturno de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

A ACCP foi selecionada como objeto de estudo por pretender o desenvolvimento da capacidade de (auto)crítica e autonomia dos alunos a partir da criação de um ambiente de ensino-aprendizagem mais horizontal e colaborativo. A próxima seção contextualiza a ACCP em relação à disciplina OFIAUP: problemas de requalificação de áreas e edificações urbanas e ao Projeto Político Pedagógico (PPP) do curso noturno de Arquitetura e Urbanismo da UFMG.

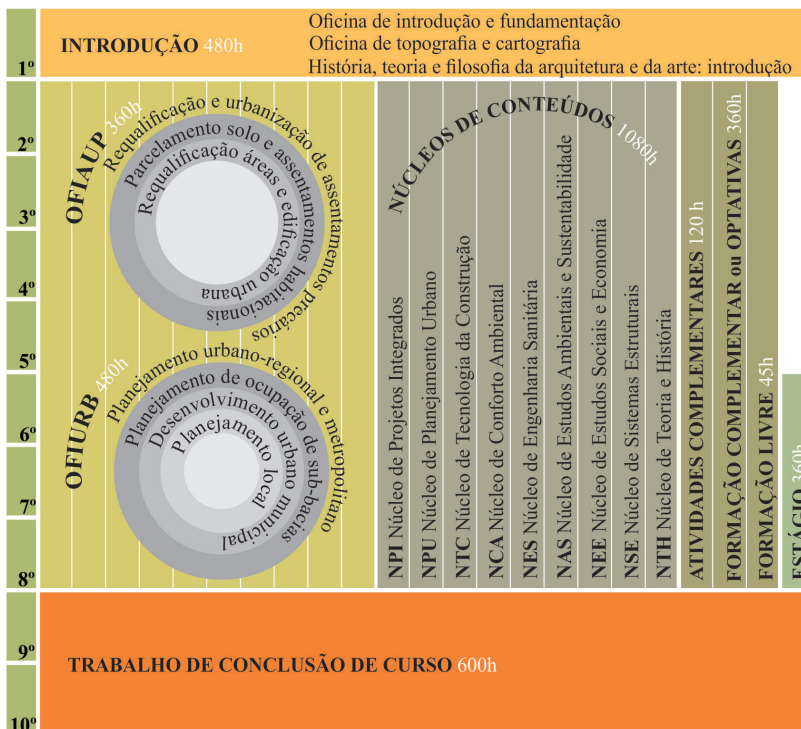
### CONTEXTUALIZANDO A ACCP<sup>3</sup>

O PPP do curso noturno de Arquitetura e Urbanismo da UFMG propõe um processo de ensino-aprendizagem pautado no enfrentamento de problemas, centrado no aluno e baseado na produção colaborativa do conhecimento por meio da crítica, como explicita a passagem a seguir extraída do referido documento:

O ensino/aprendizagem é mais efetivo quando o estudante é o sujeito da ação, desenvolvendo um processo de aquisição/produção de conhecimento. Esse processo se dá por tentativa e erro, com a eliminação do erro através da avaliação crítica. Nele, o professor não é aquele que detém e repassa o saber, mas faz parte de sua construção [...] Tal processo é centrado no enfrentamento de problemas, para quais se demandam soluções. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, 2008, p. 4).

O PPP define as OFIAUP e Oficinas de Planejamento Urbano e Habitacional (OFIURB) como eixos estruturantes do curso, lócus da aplicação integrada dos saberes prescritos pelas Diretrizes Curriculares Nacionais (BRASIL, 2010), a serem abordados em nove Núcleos de Conteúdos. Cursado o ciclo de disciplinas obrigatórias dedicadas à fundamentação no primeiro período, cabe ao aluno definir o seu percurso acadêmico a cada semestre, como ilustra o Quadro 1.

Quadro 1. Estrutura curricular do curso noturno de Arquitetura e Urbanismo da UFMG.



Fonte: Adaptado de Miranda (2015).

Uma estrutura curricular aberta, flexível, interdisciplinar e que incentiva diferentes formas de integrar a teoria e a prática, como propõe

<sup>3</sup> A ACCP foi introduzida à autora pela professora Maria Lúcia Malard, que compôs a comissão indicada para desenvolvimento do PPP do curso noturno de Arquitetura e Urbanismo da UFMG e com quem ministrou, por alguns semestres, a OFIAUP: problemas de requalificação de áreas e edificações urbanas (turma B).

o PPP do curso noturno, é vista como uma estratégia que contribui para o desenvolvimento da capacidade de (auto)crítica e autonomia do discente ao longo da sua formação (MASETTO, 2003).

As OFIAUP se desenvolvem sobre três temáticas (problemas de requalificação de áreas e edificações urbanas, problemas de parcelamento do solo e assentamentos habitacionais e problemas de requalificação e urbanização de assentamentos precários) e as OFIURB sobre quatro (problemas de planejamento local, problemas de planejamento de ocupação de sub-baciais, problemas de desenvolvimento urbano municipal e problemas de planejamento urbano-regional e metropolitano). Atividades complementares, disciplinas optativas e eletivas, estágio curricular supervisionado e o trabalho de curso<sup>4</sup> foram também previstos.

Diante da necessidade de desenvolver uma série de habilidades e competências essenciais, um conjunto de técnicas didático-pedagógicas tem composto os planos de ação da OFIAUP. A metodologia de ensino-aprendizagem de projeto trabalhada tem sido continuamente atualizada a partir de uma consideração do PPP do curso, do tamanho da turma, da infraestrutura disponível, dos perfis dos alunos matriculados na disciplina e professor(es), da carga-horária (120 horas), do número de aulas por semana, e da ementa da referida disciplina, qual seja:

Abordagem crítica do espaço construído por meio do entendimento de seus aspectos sociais, psicológicos, econômicos, ambientais, técnicos e legais. Concepção do projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo para requalificação de assentamentos urbanos (UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, 2008, [s.p.]).

A ACCP, objeto de estudo da presente pesquisa, é uma modalidade de assessoramento coletivo que apresenta a seguinte sequência de procedimentos triviais: (i) projeção sobre o quadro branco (ou parede) das ideias projetuais desenvolvidas pelo(s) aluno(s), (ii) fundamentação oral das proposições pelo(s) seu(s) responsável(eis), (iii) crítica do trabalho em exposição pelos presentes, alunos e/ou professor(es), por meio de verbalizações e produção de desenhos no quadro, e (iv) síntese pelo(s) professor(es) das principais questões levantadas durante a sessão e estabelecimento de metas projetuais a serem alcançadas até a próxima sessão. Para possibilitar análises projetuais mais compreensivas e impelir o aluno a assumir uma responsabilidade maior pelo projeto em desenvolvimento, cada trabalho é analisado a cada sete dias, em datas previamente definidas, e apresentadas à turma no primeiro dia de aula.

Ao contribuir para o desenvolvimento da capacidade de (auto)crítica e autonomia dos discentes ao longo dos processos de ensino-aprendizagem, a ACCP estaria alinhada à ementa da OFIAUP, com o PPP do curso noturno de Arquitetura e Urbanismo da UFMG e com as tendências didático-pedagógicas contemporâneas.

## **METODOLOGIA**

O objetivo do presente estudo, investigar como a ACCP é avaliada pelos alunos de arquitetura e urbanismo do curso noturno de Arquitetura e Urbanismo da UFMG, norteou a definição dos procedimentos metodológicos utilizados. O estudo envolveu a leitura de livros, artigos e trabalhos que tivessem relação com a temática em análise, a aplicação de questionário aos estudantes e análise qualitativa das respostas obtidas.

O questionário, técnica de pesquisa considerada eficiente para coletar dados de natureza perceptiva, foi estruturado exclusivamente com perguntas

<sup>4</sup> Tanto a matrícula no estágio supervisionado quanto no trabalho de curso estão vinculadas à integralização de uma quantidade mínima de créditos em OFIAUP, OFIURB, núcleos de conteúdos e atividades complementares.



abertas para oferecer aos participantes a oportunidade de se expressarem livremente acerca do tópico em pauta. Seis perguntas compuseram o instrumento<sup>5</sup>: (1) Cite três pontos positivos da ACCP e três pontos negativos; (2) Cite três pontos positivos do assessoramento individual e três pontos negativos; (3) Na sua opinião, assistir à análise de trabalhos desenvolvidos por outros colegas é uma experiência positiva ou negativa? Por quê?; (4) Em quais circunstâncias você se sente confortável em comentar os trabalhos desenvolvidos por outros colegas durante as sessões de ACCP?; (5) Qual estratégia, na sua opinião, tende a favorecer a socialização de conhecimento em sala de aula: a ACCP ou o assessoramento individual? Por quê?; (6) Na sua visão, qual deve ser o papel desempenhado pelo(s) professor(es) ao longo dos assessoramentos de projeto?

Com o questionário, por e-mail, foi emitida uma nota explicativa da natureza e importância da pesquisa com o propósito de despertar o interesse dos alunos em participar voluntariamente da pesquisa como informantes. Onze questionários foram expedidos para estudantes que já haviam cursado a OFIAUP (turma B) e cujos e-mails faziam parte da lista de contatos da autora. Por questões éticas, apenas ex-alunos foram convidados a participar da pesquisa.

O material recebido, 25% dos questionários enviados (como anunciado pela literatura), foi armazenado de forma a garantir o anonimato dos participantes. Apesar de limitados por uma pequena porcentagem dos questionários retornados, os resultados obtidos fornecem informações relevantes sobre os significados associados às sessões de ACCP pelos estudantes de arquitetura e urbanismo no contexto do curso noturno de Arquitetura e Urbanismo da UFMG.

## RESULTADOS

### Ampliação do quadro de referência

As sessões de ACCP, segundo a percepção dos alunos participantes da pesquisa, favorecerem a expansão do quadro de referência, como sugerem os depoimentos a seguir: “[Assistir a sessões de ACCP é uma experiência] positiva, pois permite ao aluno uma auto avaliação do nível de seu trabalho, traz referências externas [...]” (ID001)<sup>6</sup>; “[A ACCP] estimula o compartilhamento de informações entre os alunos” (ID002); “A cada orientação obtemos novas informações, o que torna possível o trabalho de todos ser mais rico [...]” (ID003).

A importância atribuída à ampliação do quadro de referência ao longo dos assessoramentos fica também evidenciada nas seguintes opiniões: “[O assessoramento individual tem como desvantagem] não permitir visões de terceiros sobre o projeto” (ID001); “[Um ponto negativo do assessoramento individual é o] limite de sugestões e ideias apresentadas, limitando-se apenas às do orientador” (ID002); “[Nos assessoramentos individuais] às vezes alguma informação (algum detalhe, informações que enriquecem um trabalho) é dita a um grupo e a outro não” (ID003).

Esses resultados corroboram outro estudo empírico recente realizado no Brasil que verificou que assessoramentos em pequenos grupos tendem a ser percebidos pelos alunos como uma prática que facilita a troca de saberes (BRAGA; SANTOS, 2015). Partindo da premissa de que a projeção espacial é uma prática reflexiva, a utilização de técnicas de ensino-aprendizagem baseadas na socialização de saberes contribuiria para o incremento da qualidade das soluções projetuais e desenvolvimento da criatividade:

<sup>5</sup> No questionário original, o termo “orientação coletiva” foi utilizado em substituição ao termo ACCP e o termo “orientação individual” foi utilizado em substituição ao termo assessoramento individual.

<sup>6</sup> De forma a salvaguardar o anonimato, os participantes da pesquisa foram identificados aleatoriamente com ID001, ID002 e ID003.

Quanto mais tivermos visto, experimentado e absorvido, mais pontos de referência teremos para nos ajudar a decidir que direção tomar: nosso quadro de referência expande. A capacidade para descobrir uma solução fundamentalmente diferente para um problema [...] depende da riqueza da nossa experiência. (HERTZBERGER, 1999, [s.p.]).

### **Otimização da aprendizagem coletiva e da produção projetual**

A participação nas sessões de ACCP, seja como ouvinte atento ou crítico, otimiza a aprendizagem coletiva e a produção projetual, como sugerem os depoimentos a seguir: “A dinâmica da aula é mais rápida, eficiente e permite a participação do aluno em 100% da aula”(ID001); “[As sessões possibilitam] o esclarecimento de dúvidas através do trabalho do outro grupo” (ID002); “Os alunos com projetos mais avançados cometem erros que os outros não irão cometer [...] não se perde tempo solucionando as mesmas dúvidas [...], a ideia da orientação coletiva [...] [é] aprender com todas orientações [...]. A qualidade do trabalho depende muito do aluno e de sua força de vontade, mas assistir a análise dos outros alunos (que muitas vezes serve para você mesmo) [...] faz que os trabalhos fiquem mais ou menos no mesmo nível” (ID003).

### **Desenvolvimento da capacidade de (auto)crítica e autonomia**

A ACCP, segundo as passagens a seguir, favorece o desenvolvimento da capacidade de (auto)crítica e autonomia dos participantes, contribuindo para a elevação dos alunos a coprodutores do conhecimento: “[A ACCP] permite que os próprios alunos orientem uns aos outros, dando a sua opinião no trabalho de quem está sendo orientado no momento” (ID003); “A participação dos alunos pode trazer pontos não levantados pelo professor [...] [e] possibilita a percepção de erros ou perspectivas que o orientador não é capaz de fazer. [Assistir às sessões de ACCP] permite ao aluno uma auto avaliação do nível do seu trabalho [...]” (ID001).

A ocorrência da crítica entre alunos ao longo das sessões é, todavia, um grande desafio pelo fato de os modos de lecionar predominantes no contexto universitário brasileiro (ainda) serem centrados na figura do professor: “O problema é a carência de comentários por parte dos alunos [...] não me sinto à vontade de comentar o trabalho dos demais, uma vez que isso é muito mal visto por parte da maioria dos alunos. Sentem-se muitas vezes ofendidos e acham que cabe apenas ao professor, o único [...] capaz de esclarecer corretamente o trabalho” (ID002).

Aqui, o professor e o aluno ocupam posições opostas, cabendo ao primeiro transmitir, comunicar, orientar, instruir, mostrar, avaliar e ao segundo receber, assimilar e reproduzir por ocasião de avaliações. A substituição da ênfase no ensino pela ênfase na aprendizagem tem sido defendida em prol do desenvolvimento da capacidade de (auto)crítica, da autonomia e da valorização da formação continuada:

A ênfase na aprendizagem como paradigma para o Ensino Superior alterará o papel dos participantes do processo: ao aprendiz cabe o papel central, de sujeito que exerce as ações necessárias para que aconteça sua aprendizagem [...] O professor terá substituído seu papel exclusivo de transmissor de informações para o de mediador pedagógico ou de orientador do processo de aprendizagem de seu aluno. (MASETTO, 2003, p. 3).

Resultados de estudos prévios mostram que a prevalência de ambientes de ensino-aprendizagem de projeto caracterizados por uma grande

distância entre professor(es) e discentes inibe a formação de profissionais críticos e compromissados com o bem-estar social por induzirem os alunos a adotar uma postura subserviente e passiva ao longo dos assessoramentos (CARVALHO; SAVIGNON, 2012). Ao favorecer o exercício da (auto)crítica, a ACCP estaria alinhada às novas tendências pedagógicas, ao PPP do curso noturno de Arquitetura e Urbanismo da UFMG e à ementa da OFIAUP.

### **Desenvolvimento da criatividade**

Ao promoverem a atitude crítica, as sessões de ACCP facilitam a atividade de síntese, ou seja, a emergência de alternativas projetuais, como indicam os depoimentos a seguir: “[Um ponto positivo das sessões de ACCP é a aquisição de] novas ideias e inovações projetuais. Caberia aos instrutores cobrar argumentação [...] da classe afim de estimular novas soluções [...]” (ID002). Esses resultados corroboram outros estudos empíricos realizados no Brasil que verificaram que assessoramentos em pequenos grupos, ao favorecerem a atitude crítica, contribuem para o desenvolvimento da autonomia (BRAGA; SANTOS, 2015), facilitam análises multifacetadas (MONTEIRO; PINA; VIDOTTO, 2015) e estimulam o desenvolvimento da criatividade projetual (ELALI, 2013). As discussões, segundo Lawson (1997), ao estimularem análises sob diferentes ângulos, facilitam a emergência de alternativas projetuais. Algumas técnicas de apoio à criação, como Pontos de Vista de Outros (*Other People's Viewpoints*), baseiam-se em estimular análises e avaliações sob diferentes perspectivas com vistas a contribuir para o rompimento da inércia mental e facilitar a atividade de síntese (KOWALTOWSKI; BIANCHI; PETRECHE, 2011).

### **O medo da crítica do grupo**

O principal aspecto negativo associado às sessões de ACCP pelos alunos é o desconforto psicológico provocado pela exposição de ideias, opiniões, experiências e conhecimentos, como ilustram as seguintes passagens: “[A sessão de análise crítica coletiva de projeto] pode inibir nos alunos mais tímidos o levantamento de questões relativas a seu trabalho” (ID001); “Vergonha de falar em público [e] desconforto com postura (comportamento) de outros alunos durante a sua apresentação [são] sensações desagradáveis geradas pelas sessões de ACCP” (ID002). Essas evidências, portanto, confirmam que o aluno recorrentemente não assume o papel de crítico ao longo das orientações por medo da crítica do grupo, exigindo, por via de consequência, esforços extras por parte do professor na criação de um ambiente de ensino-aprendizagem de projeto menos intimidante, mais horizontal e colaborativo (GIL, 2006).

### **Desenvolvimento de habilidades requeridas pelo trabalho em equipe**

Apesar do desconforto psicológico associado à apresentação, comunicação e argumentação em público, o desenvolvimento dessas e outras habilidades demandadas pelo trabalho em equipe é valorizado pelos discentes: “[A sessão de ACCP] prepara o aluno a se expressar em público, defendendo suas ideias, ajuda na aquisição de soluções projetuais e novos modos de projetar através da orientação dos outros colegas [...]” (ID002); “[Uma desvantagem da assessoria individual é que a técnica] não estimula a prática de apresentações” (ID001); “Falta de prática do diálogo em grupo [é um aspecto negativo da orientação individual por resultar no] despreparo para a realidade profissional” (ID002). A importância do desenvolvimento de habilidades colaborativas na contemporaneidade tem sido enfatizada

por pesquisadores da área de pesquisa em projeto: “Evidenciam-se também uma intensificação competitiva e a necessidade crescente de colaboração dos agentes de um projeto para produzir com eficiência e qualidade” (KOWALTOWSKI et al., 2006).

### **Papel do professor de projeto**

A efetividade das sessões de ACCP na criação de um ambiente de ensino-aprendizagem mais horizontal e pautado na participação ativa do aluno, seja como crítico ou ouvinte atento, demanda que o professor assuma diferentes funções dependendo das circunstâncias: “Acho que o papel do professor é saber mediar [...]” (ID003); “Se o professor não tiver controle da turma, pode bagunçar a aula e seu rendimento diminuir” (ID001); “[O papel do professor é] orientar em relação aos termos técnicos de desenho e projeto. Deve também ser mediador dos debates em torno dos projetos apresentados e incentivar a participação dos alunos nas apresentações. Acima de tudo, ele jamais deve coibir ou reprimir ideias dos alunos” (ID001). Resultados de estudos prévios mostram que processos de ensino-aprendizagem de projeto excessivamente direcionados pelo professor induzem os alunos a adotar uma postura subserviente e acrítica ao longo dos assessoramentos (BRAGA; SANTOS, 2015), sendo que a adoção de uma postura paternalista ou demasiadamente crítica pelos professores de projeto tende a inibir o desenvolvimento da capacidade de crítica e autonomia do aluno (MARQUES; ELALI, 2011). A atuação docente em sala, portanto, é decisiva na criação de ambientes de ensino-aprendizagem mais horizontais.

### **CONCLUSÕES**

Educar na contemporaneidade pressupõe formar para a (auto)crítica e autonomia. No âmbito do ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura e urbanismo, sabe-se muito pouco sobre as práticas didático-pedagógicas em aplicação no Brasil. Em paralelo, evidências indicam que o ensino-aprendizagem de projeto no país tem se dado em ambientes verticais, nos quais predomina uma forte relação de dependência do aluno diante das críticas emitidas pelo professor ao longo das assessorias (CARVALHO; SAVIGNON, 2012; MACIEL, 2013).

Inserido neste debate, os resultados do presente estudo indicam que as sessões de ACCP, dependendo das habilidades e competências do(s) professor(es), podem contribuir para a estruturação de um ambiente de ensino-aprendizagem mais horizontal e facilitador da (auto)crítica, que traz consigo o desenvolvimento da autonomia. Dentre os outros benefícios associados à técnica pelos alunos, cabe destacar: (i) a ampliação do quadro de referência, (ii) a promoção da aprendizagem coletiva, (iii) a otimização da produção projetual, (iv) a promoção da criatividade, e (v) o desenvolvimento de habilidades requeridas pelo trabalho em equipe, como a de apresentar, comunicar, ouvir, perguntar e argumentar diante de um grupo.

Em outras palavras, as sessões de ACCP, baseando-se no compartilhamento e confronto de saberes, favorecem o aprendizado coletivo, a ampliação do cabedal de conhecimentos dos participantes, as análises e avaliações sob diferentes óticas, os posicionamentos críticos e o rompimento da inércia mental, contribuindo, eventualmente, para o desenvolvimento da criatividade projetual e otimização da projeção espacial. Ao promover hábitos colaborativos, a ACCP, segundo as evidências, favorece a capacitação do aluno a trabalhar em equipe.

A criação de um ambiente de ensino-aprendizagem de projeto menos hierárquico e que tenha o estudante como coprodutor do conhecimento, todavia, demanda um esforço extra por parte do professor, a quem cabe

desenvolver uma série de habilidades e competências que lhe permita assumir papéis diferenciados, dependendo das circunstâncias, incluindo a função de mediador, motivador, orientador e moderador.

Partindo da premissa de que a dissolução das estruturas hierárquicas de ensino-aprendizagem de projeto com vistas a formar profissionais críticos não se dará a partir da replicação de práticas bem sucedidas em certos contextos, mas por meio da contínua atualização das práticas didático-pedagógicas por “docentes reflexivos”, parafraseando Schön (1983), espera-se que as evidências empíricas do presente estudo estimulem a adoção de uma atitude crítica pelos professores de projeto em relação a sua prática docente.

## AGRADECIMENTOS

Aos estudantes que participaram das sessões de análise crítica coletiva de projeto, aos estudantes que aceitaram participar desta pesquisa e aos professores com quem tenho tido a oportunidade de compartilhar reflexões sobre distintas práticas didático-pedagógicas, em especial a Professora Maria Lúcia Malard.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. C.; MOREIRA, D. C. O processo e os métodos. In: KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; MOREIRA, J. R. D.; PETRECHE, M. M. F. **O processo de projeto em arquitetura: da teoria à tecnologia**. São Paulo: Oficina de textos, 2011. p. 80-100.
- BRAGA, G. P.; SANTOS, M. G. R. Dinâmica das assessorias de projeto: uma contribuição ao processo de autonomia do estudante de Arquitetura e Urbanismo. In: PROJETER, 7., 2015, Natal. **Anais...** Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2015. 1 CD-ROM.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução nº 2, de 19 de maio de 2010**. Dispõe sobre as Diretrizes Nacionais para a oferta de educação para jovens e adultos em situação de privação de liberdade nos estabelecimentos penais. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2010. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=5142-rceb002-10&category\\_slug=maio-2010-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=5142-rceb002-10&category_slug=maio-2010-pdf&Itemid=30192)>. Acesso em: 4 fev. 2016.
- CARVALHO, R. S.; SAVIGNON, A. P. O professor de projeto de arquitetura na era digital: desafios e perspectivas. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 6, n. 2, p. 04-13, fev. 2012. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/51007/55074>>. Acesso em: 30 jan. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.4237/gtp.v6i2.215>.
- CROSS, N. Forty years of design research. **Design Studies**, v. 28, n. 1, p. 1-4, jan. 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142694X06000792>>. Acesso em: 30 jan. 2015. DOI:10.1016/j.destud.2006.11.004
- DORST, K.; CROSS, N.; Creativity in the design process: co-evolution of problem-solution. **Design Studies**, v. 22, n. 5, p. 525-437, set. 2001. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com.ez27.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0142694X01000096>>. Acesso em: 5 dez. 2014. DOI:10.1016/S0142-694X(01)00009-6.
- ELALI, G. A. Criar ou não criar, eis a questão: breve discussão sobre o papel da criatividade no projeto de arquitetura. In: PROJETER, 6., 2013, Salvador. **Anais...** Salvador: EduFBA, 2013. Disponível em: <<http://projedata.grupoprojetar.ufrn.br/dspace/handle/123456789/1328>>. Acesso em: 30 jan. 2014.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2002.
- GIL, A. C. **Didática do ensino superior**. São Paulo: Atlas, 2006.
- HERTZBERGER, H. **Lições de arquitetura**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999.
- KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; CELANI, M. G. C.; MOREIRA, D. de C.; PINA, S. A. M. G.; RUSCHEL, R. C.; SILVA, V. G. da; LABAKI, L. C.; PETRECHE, J. R. D. Reflexão sobre metodologias de projeto arquitetônico. **Ambiente construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 7-19, abr./ jun. 2006. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/3683/2049>>. Acesso em: 13 fev. 2015.

- KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; BIANCHI, G.; PETRECHE, R. D. A criatividade no processo de projeto. In: KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; MOREIRA, J. R. D.; PETRECHE, M. M. F. **O processo de projeto em arquitetura: da teoria à tecnologia.** São Paulo: Oficina de textos, 2011. p. 21-56.
- LAWSON, B. **How designers think: the design process demystified.** 3. ed. Oxford: Architectural Press, 1997.
- MACIEL, A. B. Relações de ensino e aprendizagem no ateliê de projeto. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENSINO, 1., 2013, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo; São Paulo: MACK, 2013. Disponível em: <<http://projetocontemporaneo.wordpress.com>>. Acesso em: 30 jan. 2014.
- MALARD, M. L. Alguns problemas de projeto ou de ensino de arquitetura. In: MALARD, M. L. (Org.). **Cinco textos sobre arquitetura.** Belo Horizonte: UFMG, 2005. p. 79-114.
- MARQUES, R. B.; ELALI, G. A. Em busca da autonomia: a percepção do trabalho final de graduação em arquitetura e urbanismo pelos formandos. In: PROJETAR, 5., 2011, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2011. Disponível em: <<http://projedata.grupoprojetar.ufrn.br/dspace/handle/123456789/948>>. Acesso em: 29 jan. 2014.
- MASETTO, M. T. Docência universitária: repensando a aula. In: TEODORO, A.; VASCONCELLOS, M. L. (Orgs.). **Ensinar e aprender no ensino superior: por uma epistemologia pela curiosidade da formação universitária.** São Paulo: Mackenzie/Cortez, 2003. p. 1-17.
- MIRANDA, J. T. **Estrutura curricular cursos de arquitetura e urbanismo da UFMG.** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <[paula-barros@ufmg.br](mailto:paula-barros@ufmg.br)> em 30 out. 2015.
- MONTEIRO, A. M. R. G.; PINA, S. M. G.; VIDOTTO, T. C. A diversificação dos métodos de ensinagem: uma experiência no ensino de projeto de arquitetura. In: PROJETAR, 7., 2015, Natal. **Anais...** Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2015. 1 CD-ROM.
- MONTEIRO, A. M. R. G. ; VIDOTTO, T. C. O ensino de projeto de arquitetura nos periódicos da SciELO. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO, 3., 2014, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.anparq.org.br/dvd-enanparq-3/html/XFramesSumarioSC.htm>>. Acesso em: 17 fev. 2015.
- OLIVEIRA, J. C. C. B.; PINTO, G. A. O movimento dos métodos de projeto. **Arquitextos.** São Paulo, ano 9, n. 105.06, fev. 2009. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/09.105/77>>. Acesso em: 28 nov. 2014
- POPPER, K. R. **Conjecturas e refutações: o desenvolvimento do conhecimento científico.** Coimbra: Almedina, 2006.
- SCHÖN, A. D. **The reflective practitioner: how professionals think in action.** Londres: Temple Smith, 1983.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. **Projeto pedagógico do curso de arquitetura e urbanismo noturno.** Belo Horizonte: UFMG, 2008.
- WILTSCHNIG, S.; CHRISTENSEN, B. T.; BALL, L. J. Collaborative problem-solution co-evolution in creative design. **Design Studies**, v. 34, n. 5, p. 515-542, set. 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142accp94X13000033>>. Acesso em: 30 fev. 2015. DOI: 10.1016/j.destud.2013.01.002



# PROJETO DE ARQUITETURA: PROCESSO ANALÓGICO OU DIGITAL?

## Architecture design: analogic or digital procedure?

Paulo Afonso Rheingantz<sup>1</sup>

**RESUMO** O artigo apresenta uma reflexão sobre a relação entre os processos analógico e digital e uma discussão sobre os reflexos do uso e disseminação do computador como ferramenta de comunicação dos arquitetos com proprietários, construtores e usuários fundamentada no entendimento de projeto como linguagem de comunicação e de ferramenta de concepção. Em lugar de discutir as vantagens e desvantagens do uso do computador em um projeto, uma questão superficial, recorre-se aos estudos de Bateson sobre a lógica das relações de duplo vínculo da comunicação humana e sobre o uso concomitante de dois modos de linguagem – palavras (digital) e emoções (analógico) – para refletir sobre os riscos da perda da capacidade dos arquitetos no uso da linguagem analógica à medida que a tecnologia digital avança. Diante do risco de estarmos construindo uma barreira comunicativa decorrente da crescente dependência de uma lógica digital, argumenta-se em favor da necessidade enfatizarmos a importância do desenho como linguagem de comunicação analógica e digital, seduzidos pelas demandas crescentes de precisão e eficiência cujo preço pode vir a ser abrir mão de nossa humanidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Projeto de arquitetura, Processo analógico, Processo digital.

**ABSTRACT** This paper presents a reflection on the relationship between the analog and digital processes and a discussion on the consequences of the use and dissemination of the computer as a communication tool for architects with owners, builders and users based on the understanding of design as a communication language and design tool. Instead of discussing the advantages and disadvantages of computer use in design, a superficial question, we call upon Bateson's studies on the logic of the double bond of relationships of human communication and the concomitant use of two language modes – words (digital) and emotions (analog) – to reflect on the risks of loss of the ability of architects to use analogical language as the digital technology advances. Facing the risk of building a communicational barrier due to the increasing reliance on digital logic, we argue in favor of the need to emphasize the importance of drawing as a communication language that is both digital and analogic, seduced by the growing demands of accuracy and efficiency whose price might be giving up our humanity.

**KEYWORDS:** Architectural design, Analogic process, Digital process.

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

### How to cite this article:

RHEINGANTZ, P. A. Projeto de arquitetura: processo analógico ou digital. *Gestão e Tecnologia de Projetos*, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 95-102, jan./jun. 2016. <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v11i1.98382>

### Fonte de financiamento:

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

### Conflito de interesse:

Declararam não haver.

**Submetido em:** 21 maio 2015

**Aceito em:** 11 nov. 2015



## PREÂMBULO

*No início era a própria obra. Com a representação gráfica, os desenhos à mão passaram a mostrar o que o arquiteto projetava. Igrejas, palácios, grandes edifícios, cidades foram erguidos assim. Chegou o computador e fez-se o CAD (computer-aided design). A princípio, muita desconfiança: a tecnologia mudaria a arte? Transformaria a forma de pensar? Os arquitetos não seriam mais artistas, mas homens mais próximos da tecnologia, súditos de um computador? Aos temerários, as respostas do tempo. Hoje são raros os arquitetos que não utilizam o computador para projetar.*

(ANTUNES, 2011, p. 6)

Esta citação extraída do editorial da revista *Arquitetura e Urbanismo* de julho de 2011, de autoria de Bianca Antunes, resume com clareza o dilema sobre o uso e a disseminação do computador como ferramenta de projeto. Essa disseminação tem se refletido no ensino de projeto de arquitetura com a tendência crescente de substituir a tecnologia analógica pela digital no processo de concepção do projeto.

Essa tentativa tem provocado algumas inquietações relacionadas com sua natureza, que não se resume a uma simples substituição de uma tecnologia por outra, mas que se relaciona com duas dificuldades: a dificuldade dos alunos se expressarem por meio do desenho manual e, por decorrência, a forte pressão para que se libere o uso dos computadores nas disciplinas de projeto.

A primeira tem raízes relativamente antigas. Isso acontece por causa da pouca importância ou inexistência do ensino de desenho em suas diferentes modalidades, especialmente geometria, perspectiva e geometria descritiva associada com a progressiva redução da carga horária e do número de disciplinas de desenho em suas diferentes modalidades. A segunda indica o fortalecimento do movimento para transformar a universidade em uma instituição destinada basicamente a atender às demandas do mercado. E o mercado, pelo menos no Rio de Janeiro, demanda estagiários com domínio de CAD, SketchUp e Photoshop, com pequenas variações.

Entre os alunos que estagiam, por sua vez, cresce o número dos que faltam, chegam atrasados ou saem mais cedo das minhas aulas em função dos estágios. Muitos deles são portadores de tendinite, em alguns já é crônica.

Retornando no tempo, é evidente a semelhança com o processo de separação das atividades de concepção e construção provocado por Brunelleschi no início do século XIV. Ao conceber o projeto como sistema de representação sobre um plano bidimensional, Brunelleschi transforma radicalmente a atividade do arquiteto.

A partir de então, o arquiteto deixa de se ocupar da função de integrar um conjunto de diversos ofícios especializados em diferentes atividades; deixa de arbitrar as intermináveis rivalidades e conflitos entre os diversos profissionais e passa a responder pelo projeto e pela escolha da técnica a ser utilizada em sua execução. Com isso, a autonomia dos seus executores é reduzida e modifica-se toda divisão técnica e social do trabalho.

Meio século depois, Alberti busca conciliar vontade com razão e propõe um sistema de harmonia e clareza matemática com vistas à elaboração de um plano inteligível e equilibrado com base em “uma regra maravilhosa e precisa” (ALBERTI apud BOUTINET, 2002, p. 37). Com Alberti o projeto passa a desempenhar o papel de norma para sua execução.

Mas a transição não é simples nem pacífica. Diversos arquitetos seguem lutando para manter as antigas práticas. Michelangelo, por exemplo,

entende a construção como um processo que se auto-organiza na medida em que avança em conjunto com uma maquete construída no canteiro e atribui ao desenho um papel secundário. Passados mais de quinhentos anos ainda existem defensores da indissociabilidade entre concepção e construção. E assim, repentinamente, me descobri um arquiteto pré-renascentista!

## DISCUSSÃO

Ao voltar para a atualidade, que se caracteriza pelo desenvolvimento e disseminação da plataforma CAD (Computer-Aided Design), dos modelos 3D e, mais recentemente, da plataforma BIM (Building Information Modeling), pego carona na resposta de Renzo Piano à pergunta formulada por Bianca Antunes (2011, p. 6): “Os arquitetos não serão mais artistas, mas operadores de um software? Piano – é preciso ser muito tolo para deixar-se enganar por um computador... nosso ofício se situa na encruzilhada entre técnica e arte.”

Essa resposta despertou em mim a curiosidade sobre o processo de projeto de Piano. Também me interessei pelo processo de projeto de Frank Gehry, em torno do qual circulam diversas histórias e mitos. Para minha surpresa, Piano e Gehry iniciam seus projetos como um processo analógico, e segundo Dushanov (2015), arquiteto responsável pelo projeto Arena do Morro, o mesmo acontece com o escritório Herzog & de Meuron, que prioriza o uso de modelos tridimensionais físicos (maquetes).

Renzo Piano começa com alguns croquis que logo são transformados em desenhos. Na medida em que os croquis vão sendo desenvolvidos, ele parte para a construção de uma maquete “para então chegar à realidade – vamos ao espaço em questão –, voltando mais uma vez ao desenho. Estabelecemos uma espécie de circularidade entre o desenho e a concretização e da volta novamente ao desenho [...] fazer e refazer mais uma vez.” (PIANO apud SENNETT, 2009, p. 52). O processo de Frank Gehry, um arquiteto que confia na intuição (RAUTERBERG, 2009) inicia com um conjunto de croquis seguidos de modelos, que são discutidos com sua equipe de projeto. A seguir os modelos são manipulados e deformados até chegar a um resultado satisfatório. Uma vez aprovado, o modelo é fotografado e vetorizado para gerar as bases dos desenhos digitalizados. Ambos misturam processo-e-produto, analógico-e-digital; em lugar de confrontar ou tomar partido, eles os misturam. Na conferência de encerramento do VII Seminário Projetar em Natal (RN), o arquiteto Tomislav Dushanov, responsável pelo projeto da Arena do Morro, complexo multicultural e ginásio poliesportivo inaugurado em 2015 na comunidade Mãe Luiza em Natal (RN), enfatiza a importância das maquetes de estudo – por ele denominadas *mock-ups* – nos trabalhos do escritório. Dushanov também recomenda que as escolas de arquitetura retomem a prática das maquetes físicas de estudo, em detrimento da modelagem virtual.

O fato de arquitetos relacionados com inovação e novas tecnologias começarem seus projetos com croquis desenhados ou com modelos físicos tridimensionais e o reconhecimento de Piano (apud SENNETT 2009) de que “nosso ofício se situa em uma encruzilhada entre arte e técnica” suscitou uma pergunta inevitável: se arquitetos como Piano, Gehry e Herzog & de Meuron trabalham assim, porque em nossas escolas abandonamos os croquis e maquetes de estudo e consentimos ou estimulamos a substituição do desenho manual pelo desenho no computador e das maquetes físicas pelas virtuais? Seremos mais adiantados do que eles, ou se trata de uma mera ânsia tupiniquin pela novidade?

Há quem acredite que se trata de um problema relacionado com a transição da geração de “nativos analógicos” para a de “nativos digitais” (MONTEIRO, 2010) ou “geração superficial” (CARR, 2011). Enquanto as coisas não ficam mais claras, prefiro seguir os argumentos de Gregory Bateson.

A possibilidade de abandonarmos ou atrofiarmos em demasia a linguagem analógica é preocupante, uma vez que implica abrir mão de nossa subjetividade e, por decorrência, de nossa humanidade. Assim como a possibilidade de, como os replicantes do filme *Blade Runner* de Ridley Scott (1982)<sup>1</sup>, as máquinas se tornarem capazes de lidar e compreender a linguagem analógica, bem como aprender a lidar com as emoções e ambiguidades. Entre a possibilidade de desumanizar os humanos e humanizar as máquinas, penso que o melhor e mais prudente seria nos ocuparmos de humanizar os humanos, de aprimorar as máquinas e aprendermos – em lugar de depender – a conviver em harmonia com elas. O mesmo se aplica com a natureza. Esse é o novo estatuto do *coletivo* proposto pelos adeptos dos estudos de ciência, tecnologia e sociedade (CTS)<sup>2</sup>.

Voltando para o campo da arquitetura, a situação ainda está confusa a ponto de nos deixar atônitos. Nem bem a plataforma CAD se firmou e já começa a surgir um movimento em prol de sua substituição pela plataforma BIM.

Para Gabriela Celani, a disseminação da plataforma BIM não se resume a uma substituição de tecnologia; ela possibilita uma “mudança cultural do desenho 2D pelo 3D, ou da dimensão fixa para a chamada paramétrica” (CELANI, 2011, p. 17) com consequências diretas no ensino de desenho e de projeto. Sua adoção resulta em um complexo rearranjo das atividades de projeto, especialmente as relacionadas com projetos de geometria complexa ou com a coordenação de projetos considerando todo seu ciclo de produção e uso. Será o BIM o Brunelleschi do século XXI? Segundo Gabriel Rheingantz, arquiteto com prática e domínio das plataformas CAD e BIM, este último é uma espécie de Lego digital.

Nessa superposição de mudanças de cultura, as dificuldades e discussões relacionadas com a plataforma BIM também acontecem com a plataforma CAD. Em termos práticos, a maioria dos escritórios utiliza apenas parte dos recursos disponíveis na plataforma CAD como ferramenta de desenho em 2D: substitui-se o desenho manual pelo digital; troca-se a prancheta pelo computador.

Apesar das dificuldades naturais decorrentes de todo processo envolvendo mudança de cultura, a eficácia e a vantagem das plataformas CAD e BIM em projetos de grande porte ou grande complexidade são inegáveis, além de irreversíveis. Mas em países em desenvolvimento, em que os contrastes são evidentes e a maioria da população vive em condições de simples sobrevivência, essas vantagens precisam ser mais cuidadosamente ponderadas.

Mas não é a discussão sobre as vantagens e desvantagens do uso do computador em projetos que me interessa discutir neste artigo. Essa é apenas a superfície de um problema bem mais profundo. Para compreendê-lo, é preciso mergulhar no entendimento da relação entre os processos analógico e digital como um problema de comunicação, uma vez que o projeto é, por excelência, uma linguagem de comunicação dos arquitetos com os proprietários, construtores e usuários.

Para esse mergulho, recorro a um pensador que se dedicou às “coisas vivas” e aos problemas sobre o belo; um dos mais importantes e singulares estudiosos da comunicação humana e seus paradoxos: Gregory Bateson e seu pressuposto da impossibilidade de não comunicar – estamos comunicando mesmo quando estamos em silêncio (BATESON apud SCHROEDER, 2010).

<sup>1</sup> Com roteiro de Hampton Fancher e David Peoples, inspirado no livro *Do Androids Dream of Electric Sheep?* de Philip K. Dick.

<sup>2</sup> Cf. Cukierman; Teixeira e Prikkladnicki (2007). As modificações na forma e na substância do controle, da participação e da coesão social produzidas pelas novas tecnologias também são modificadas pela experiência social, de sorte que o técnico e o social constituem um movimento de “comodificação” concomitante social e técnico – ou sociotécnico. A abordagem sociotécnica possibilita contornar os impasses decorrentes da separação entre o técnico e o social e, no caso da arquitetura, também o estético. Como o técnico, o social e o estético passam a ser percebidos a partir de seu movimento de “comodificação”, o olhar sociotécnico busca apreender o ambiente construído como um mesmo e indivisível tecido sem fragmentá-lo em “fatores técnicos” de um lado, e “fatores não-técnicos” – estéticos e sociais ou humanos, organizacionais, éticos, políticos, sociais etc. – de outro.

Seu estatuto foi eternizado em um de seus metadiálogos: *Porque os franceses mexem muito os braços?*

as mensagens que trocamos por gestos não são de fato as mesmas que as traduções desses gestos em palavras [...] a linguagem é primeiro, e para além de tudo o mais, um sistema de gestos. Os animais só têm gestos e tons de voz – as palavras foram inventadas mais tarde. (BATESON, 1989, p. 24-26)

Segundo Bateson, nós humanos utilizamos duas maneiras diferentes, mas complementares, para nos referirmos aos objetos: por semelhança autoexplicativa – por meio de gestos, mímicas, desenhos – equivalente ao entendimento de analógico, ou por nomes ou palavras – sinais arbitrários e abstratos correspondentes à sintaxe lógica da linguagem – equivalente ao entendimento de digital.

A comunicação ou linguagem analógica, mais ambígua e imprecisa, está associada às relações, às artes e às subjetividades. Costumamos utilizá-la para definir a natureza das nossas relações ou o nosso jeito de ser e estar no mundo com nossas emoções e afetos. Quando a utilizamos, recorremos a vocalizações, gestos, sinais de humor e desenhos. A comunicação ou linguagem digital, mais precisa e abstrata, está associada ao conhecimento científico e tecnológico. Costumamos utilizá-la para fazer referência aos objetos e relações por um nome ou palavra. Mas a linguagem digital é incapaz de lidar com o significado dos gestos e da comunicação não verbal. “O silêncio será sempre da palavra, nunca da emoção.” (SCHROEDER, 2010, p. 190). Como as duas têm suas limitações, em nossas comunicações combinamos as duas linguagens, ora como emissores, ora como receptores; estamos constantemente traduzindo uma mensagem analógica para digital e vice-versa.

Como toda tradução entre processos analógicos e digitais produz ruídos, ela será sempre imperfeita, portadora de algum tipo de ruído, conflito ou perda. Segundo Bateson, toda troca de mensagens produz um paradoxo ou uma *relação de duplo vínculo*: um processo contínuo e dinâmico de troca de papéis no qual ambos atuam como emissor e como receptor. Os papéis oscilam continuamente em função das circunstâncias em que se processa a troca. Quando perdemos a capacidade de optar por descobrir exatamente o que alguém ou algo está querendo nos dizer, estamos perdendo nossa capacidade de lidar com os dois modos de linguagem (digital e analógica) ao mesmo tempo.

O paradoxo fará parte da troca de mensagens sempre que precisamos da lógica em nossas relações envolvendo as palavras (digital) e as emoções (analógico). Quando nos comunicamos, especialmente no humor e na arte, dificilmente nos limitamos ao uso de apenas uma linguagem.

Esse é o caso da arquitetura. Na medida em que o processo de digitalização avança, estamos perdendo a capacidade de utilizar a linguagem analógica. Aumenta nossa dificuldade de receber, elaborar e retornar mensagens. No cotidiano dos escritórios e laboratórios de projetos, as interações verbais, tradicionais nos tempos em que o desenho era elaborado à mão, foram praticamente eliminadas, assim como os desenhistas.

Precisamos “comunicar-nos” com nossas máquinas, definir os comandos que permitam que elas interpretem e realizem as operações que irão resultar em uma resposta: um texto, um desenho, uma operação matemática. Nossas cabeças e mãos precisam comunicar-se e interagir com dois novos atores: o computador e o software. Mas a comunicação com os computadores atuais está restrita à modalidade digital, uma vez que eles ainda não têm capacidade para lidar com a linguagem analógica. Com isso estamos reduzindo nossa aptidão para o uso da linguagem analógica. Cada vez ficamos mais hábeis na linguagem digital. “Dependentes de uma lógica digital, paralisamos frente a qualquer ambiguidade” (SCHROEDER,

2010, p. 196). Ansiamos por respostas lógicas e precisas: sim ou não, certo ou errado, 0 ou 1.

Há quem considere essa dificuldade consequência das demandas do mundo profissional da precisão e da eficiência... Mas que tipo de eficiência justifica abrir mão de nossa humanidade?

Mas a complexidade e dinâmica do projeto – e do seu ensino – e da construção ainda demandam e dependem da linguagem analógica, bem mais adequada para lidar com as ambiguidades e complexidades que caracterizam os dois processos. Quando o processo se limita ao projeto, a substituição do processo analógico pelo digital torna-se menos problemática senão irreversível ou inevitável. Mas ainda acredito na possibilidade de mudar de curso para recuperar a tradição pré-renascentista, ainda “no presente” de alguns arquitetos, especialmente aqueles que vivem e trabalham nas pequenas cidades do interior do Brasil. Acredito na possibilidade de ampliar nossos restritos horizontes de modo a incorporar em nossa clientela a maioria da população brasileira que paga nossos salários e banca a gratuidade da formação dos nossos estudantes. Nesse caso, será conveniente – senão necessário – rever o movimento de atrofia da linguagem analógica em detrimento da digital.

Se descuidarmos da importância do desenho como linguagem de comunicação analógica-e-digital entre arquiteto-construtor-cliente-usuário, provavelmente estaremos construindo uma barreira comunicativa entre alguns desses segmentos, especialmente quando se tratar de projetos de autoconstrução ou tradicionais. Como resultado desse gap comunicacional, pode acontecer um estreitamento ainda maior da população beneficiada por nosso conhecimento.

Há alguns anos vivenciei uma experiência ilustrativa do que acabo de falar. Em meados dos anos 1990, comprei e reformei um apartamento na Praia de Botafogo. Desenhei e detalhei todo o projeto, especialmente banheiros e cozinha. Contratei um empreiteiro bem recomendado, mas com a obra iniciada, descobri que, por ser analfabeto, não sabia ler os desenhos. Para nos comunicarmos passei a “desenhar” os detalhes mais complexos da obra com giz de alfaiate ou com uma haste metálica diretamente no piso e nas paredes em escala 1:1. O resultado final ficou muito bom, e os desenhos, intactos.

A dificuldade de lidar com as tecnologias “obsoletas” e com a linguagem “analógica” foi abordada com inteligência e ironia por Clint Eastwood (2000) no filme *Caubóis do Espaço*<sup>3</sup>. O filme sinaliza a possibilidade de problemas dessa natureza acontecerem no futuro e a dificuldade da “geração digital” lidar com a ambiguidade das questões analógicas.

Acredito que a chave do dilema entre processo digital ou analógico na arquitetura e no ensino de projeto esteja no equilíbrio entre as duas linguagens, que não são contraditórias. Elas são complementares. Precisamos das duas.

Devemos buscar alternativas para recuperar nossa capacidade de lidar com as ambiguidades de um mundo em movimento que valoriza e multiplica as diferenças; buscar um equilíbrio entre as linguagens gráfica e digital, que nos permita recuperar nossa habilidade em lidar com as ambiguidades e com a diferença, como a “habitação popular” que sugere que as demais sejam impopulares.

Considerando o grau de instrução e os níveis de renda da maioria da população brasileira, a disseminação da linguagem digital pode dificultar a comunicação dos arquitetos, demandando um contingente de intermediários, aumentando ainda mais o nível de ruído na comunicação, com reflexos previsíveis e indesejáveis no resultado final.

<sup>3</sup> Comédia de ficção científica sobre quatro astronautas veteranos e aposentados que são enviados ao espaço para consertar um antigo satélite russo com diversos problemas técnicos. Os quatro astronautas foram requisitados pois eram os únicos que conheciam a tecnologia do satélite que ameaçava reentrar na órbita terrestre.



Minha experiência como professor de Projeto de Arquitetura indica que a maior parte dos projetos dos alunos de graduação termina no estudo preliminar. Poucos chegam ao anteprojeto. Prevaecem as etapas iniciais de concepção em que a linguagem analógica e o desenho à mão livre são importantes, senão prevalentes.

As evidências até aqui apresentadas indicam que o confronto analógico X digital é um falso dilema; trata-se de um problema que não se resume a uma simples substituição de um processo por outro. Conforme sugere Bateson, as linguagens analógica e digital não são contraditórias, elas são complementares. Assim, o dilema se converte em um problema de linguagem e comunicação que não se reduz às questões técnicas ou funcionais. Ele também é cognitivo e cultural.

## CAMINHOS E HORIZONTES POSSÍVEIS

Estou convicto de que o dilema apresentado é um problema resultante de crenças e atitudes (BASTOS; ZEIN, 2010, p. 239). Para superá-lo, basta reunir algumas recomendações do pensamento complexo de Morin (2000), como reformar nossas cabeças; mudar nossos pensamentos e atitudes; deixar de isolar os objetos de seu contexto, dissociar os problemas, separar os conhecimentos; reunir os saberes que estão separados, fragmentados ou compartimentados em disciplinas (MORIN, 2000), com outras recomendações da abordagem sociotécnica, como mudar o enquadramento no qual o técnico, o social e o estético configuram um mesmo e divisível tecido e constituem um movimento de “comodificação” (CUKIERMAN; TEIXEIRA; PRIKLADNICKI, 2007).

Penso que ambas são condições necessárias para que um *conhecimento seja pertinente*; “capaz de situar qualquer informação em seu contexto, [...] no conjunto em que está inscrita” (MORIN, 2000, p. 15). Ao aplicarmos a proposição de reunir os saberes separados, transformamos a concepção de projeto ser analógico ou digital em um falso dilema. Por sua vez, o caminho a ser seguido, especialmente nos ateliês de projeto das escolas de arquitetura, parece bastante simples: basta (a) substituir a conjunção “ou” pela conjunção aditiva “e”; e (b) eliminar a interrogação final. Com isso, o antigo (e falso) dilema se transforma em uma promissora possibilidade: *concepção e ensino de projeto: processo analógico-e-digital*.

## AGRADECIMENTOS

O autor agradece o apoio do CNPq [Bolsa de Produtividade – processo 300947/2013-5 – e Edital Universal – processo 475549/2012-0] e da Capes [Bolsa Professor Visitante Nacional Sênior – processo nº 23038009722201321].

## REFERÊNCIAS

- ANTUNES, B. Entre a arte e a tecnologia. **Arquitetura e Urbanismo**, n. 208, p. 6, jul. 2011.
- BASTOS, M. A. J.; ZEIN, R. V. **Brasil: arquiteturas após 1950**. São Paulo: Perspectiva, 2010.
- BATESON, G. **Mind and nature**. Nova Iorque: Dutton, 1979.
- BATESON, G. **Metadiálogos**. Lisboa: Gradiva, 1989.
- BOUTINET, J.-P. **Antropologia do projeto**. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- CARR, N. **A geração superficial: o que a internet está fazendo com os nossos cérebros**. Rio de Janeiro: Agir, 2011.
- CELANI, G. Fato & Opinião. **Revista Arquitetura e Urbanismo**, n. 208, p. 17, jul. 2011.
- CUKIERMAN, H.; TEIXEIRA, C.; PRIKLADNICKI, R. Um olhar sociotécnico sobre a engenharia de software. **Revista de**

- Informática Teórica e Aplicada**, v. 14, n. 2, p. 199-219, 2007.
- DUSHANOV, T. Uma visão sobre Mãe Luiza: estudo, projeto, construção e uso. In: CONFERÊNCIA DE ENCERRAMENTO DO VII PROJETER - 2015: ORIGINALIDADE, CRIATIVIDADE E INOVAÇÃO NO PROJETO CONTEMPORÂNEO: ENSINO, PESQUISA E PRÁTICA, 2015, Natal. **Anais...** Natal: UFRN/UFPB, 2015.
- MONTEIRO, E. Nativos digitais já estão dominando o mundo e transformando a forma como o ser humano se comunica. **Extra**. Disponível em: <<http://extra.globo.com/noticias/saude-e-ciencia/nativos-digitais-ja-estao-dominando-mundo-transformando-forma-como-ser-humano-se-comunica-284984.html>>. Acesso em: 14 ago. 2010.
- MORIN, E. **A cabeça bem-feita**: repensar a reforma, reformar o pensamento. Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 2000.
- PESSOA, F. **Obra poética**. Rio de Janeiro: Nova Aguilar, 2001.
- RAUTERBERG, H. **Entrevistas com arquitetos**. Rio de Janeiro: Viana & Mosley, 2009.
- SCHROEDER, V. Híbridos e paradoxais. In: FERREIRA, A. A. L.; FREIRE, L.; MORAES, M.; ARENDT, R. (Orgs.). **Teoria ator-rede e psicologia**. Rio de Janeiro: NAU, 2010, p.180-198.
- SENNETT, R. **O artífice**. Rio de Janeiro: Record, 2009.

# O PAPEL DO ARQUITETO EM EMPREENDIMENTOS DESENVOLVIDOS COM A TECNOLOGIA BIM E AS HABILIDADES QUE DEVEM SER ENSINADAS NA UNIVERSIDADE

The role of the architect in projects supported by BIM technology and the skills that should be taught in university

Maria Bernardete Barison<sup>1</sup>, Eduardo Toledo Santos<sup>2</sup>

**RESUMO** Este artigo discute o papel do arquiteto em empreendimentos desenvolvidos com tecnologia de Modelagem da Informação da Construção (Building Information Modeling – BIM). O objetivo do estudo é identificar as competências ligadas ao BIM requeridas desse profissional e o apontamento de quais devem ser ensinadas na graduação, especialmente no ensino de projeto de arquitetura. Inicialmente, é apresentada a atual situação da implementação de BIM por empresas do setor de Arquitetura, Engenharia Civil, Construção e Facility Management (AEC/FM) no Brasil. Em seguida, é apresentado um modelo teórico para um fluxo de trabalho BIM que pode ser adaptado para ser utilizado no Brasil. Tendo como base esse fluxo, que se divide em oito etapas, o papel do arquiteto é discutido, assim como as novas competências requeridas desse profissional. Adicionalmente, o currículo de arquitetura é discutido para saber em quais disciplinas o BIM pode ser introduzido e quais conteúdos deveriam ser ensinados. O estudo se baseou em revisão da literatura, com a qual foi possível conhecer o que muda no ensino de projeto de arquitetura com o uso de BIM.

**PALAVRAS-CHAVE:** Currículo, Arquitetura, Modelagem da Informação da Construção, BIM, Ensino, Projeto.

**ABSTRACT** This article discusses the architect's role in the Building Information Modeling (BIM) process. Its purpose is to identify the BIM competencies required by this professional and determine which skills should be taught in Architecture degree courses, especially in the teaching of architectural design. Initially, a literature review was carried out to find out the current status of the BIM implementation for Architecture, Civil Engineering, Construction and Facilities Management (AEC/FM) companies in Brazil. Then, a theoretical model was outlined for a BIM workflow that can be adapted to be used in Brazil. Based on this BIM workflow, which is divided in eight stages, the architect's role was examined, as well as the kind of skills required from this professional. Additionally, the architectural curriculum was discussed to find out in which courses BIM can be introduced and what should be included in the syllabus. This study was based on an extensive literature review, which allowed to find out what changes can be made in the teaching of architectural design with the use of BIM.

**KEYWORDS:** Curriculum, Architecture, Building Information Modeling, BIM, Teaching, Design.

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Londrina – UEL

<sup>2</sup> Escola Politécnica, Universidade de São Paulo – USP

**How to cite this article:**

BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. O papel do arquiteto em empreendimentos desenvolvidos com a tecnologia BIM e as habilidades que devem ser ensinadas na universidade. *Gestão e Tecnologia de Projetos*, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 103-120, jan./jun. 2016.  
<http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v11i1.102708>

**Fonte de financiamento:**

Declaro não haver.

**Conflito de interesse:**

Declaro não haver

**Submetido em:** 24 ago. 2015

**Aceito em:** 23 fev. 2016



## INTRODUÇÃO

A Modelagem da Informação da Construção ou *Building Information Modeling* (BIM) é uma nova abordagem metodológica para processos de desenvolvimento do ambiente construído, abrangendo projeto, construção, gerenciamento e manutenção de edificações e infraestrutura. Quando implementada de forma plena, todos os agentes envolvidos podem acessar, ao mesmo tempo, informações sobre o escopo de projeto, cronogramas e orçamentos que são de alta qualidade, confiáveis, integrados e totalmente coordenados. Esse acesso é possibilitado pela criação, desenvolvimento, uso, reuso e intercâmbio de um Modelo da Informação da Construção que é uma representação digital 3D e paramétrica das características físicas e funcionais de uma edificação. Por ser baseado em padrões abertos de interoperabilidade, o modelo BIM serve como um recurso de compartilhamento de informações, portanto, constitui base confiável para a tomada de decisão pelos agentes envolvidos, durante todo o ciclo de vida da edificação ou infraestrutura (NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES, 2015).

Um dos principais benefícios que BIM propicia é a possibilidade de um processo de projeto e construção mais integrado que resulta em edificações de melhor qualidade, custo mais baixo e em menor tempo (EASTMAN et al., 2008).

A principal motivação para a adoção de BIM é a sua ligação a várias aplicações e tecnologias que dão suporte a diferentes propósitos em empreendimentos do setor da construção, tais como: modelagem 3D, visualização, desenhos para construção/fabricação, simulações de energia, análises de engenharia, orçamentos, planejamento das etapas da obra, revisões de construtibilidade, detecção de interferências, integração e *Facilities Management*. Além disso, BIM dá suporte para a colaboração entre os agentes de uma equipe de projeto (AHN; CHO; LEE, 2013).

Dada a crescente adoção de BIM pelo mercado, algumas novas especialidades têm sido solicitadas pela indústria. Um especialista bastante requisitado é o Gerente BIM, cuja função principal é gerenciar pessoas na implementação e manutenção do processo BIM; função esta que pode ser exercida por um arquiteto.

Esse profissional pode trabalhar em organizações do proprietário (empreendedores e incorporadoras), empresas de *Facility Management*, empresas de projeto e construtoras (BARISON, 2015). No caso de grandes empresas, com múltiplas filiais, até localizadas em outros países, o Gerente BIM pode agir: em nível organizacional, definindo políticas e estratégias para toda a companhia; em nível local (nível do escritório/construtora), gerenciando alguns projetos, de acordo com os padrões estabelecidos para o escritório/construtora e, em nível de projeto, suportando diretamente o(s) modelo(s) de um empreendimento (NEEDHAM, 2009). Essa visão de que Gerentes BIM compartilham tarefas de coordenação em vários níveis foi confirmada por estudo de Knutsen (2014).

Quando o Gerente BIM atua em nível do projeto, a sua principal função é produzir o modelo. Por exemplo, se ele atuar em empresa de projeto de arquitetura, a sua função será de Gerente do Modelo de arquitetura. Se o Gerente BIM atuar em construtora, sua tarefa central em nível de projeto será produzir o modelo de construção e, nesse caso, ele é conhecido como Coordenador BIM do contratante. Também poderá haver o Coordenador BIM do Proprietário, papel que pode ser desempenhado pelo projetista que lidera a equipe de projeto, por um especialista BIM indicado pelo proprietário ou por um Gestor de Projetos. A função principal do Coordenador BIM do Proprietário será coordenar o uso do modelo BIM no projeto e supervisionar o processo BIM para o proprietário (BARISON, 2015). Atuando ao nível do escritório, o Gerente BIM será responsável por atividades BIM ligadas à padronização, treinamento, desenvolvimento de bibliotecas etc., isto é, suas responsabilidades atingem a todos os projetos do escritório desenvolvidos em BIM, não apenas alguns projetos específicos. Da

mesma forma, tratando-se de empresas maiores, com diversos escritórios em um país ou até no mundo, poderá haver um profissional Gerente BIM que supervisiona padrões BIM aplicados uniformemente em todas as filiais da organização.

Existe, atualmente, uma demanda crescente de arquitetos especializados em Tecnologia de Informação (TI) aplicada à Construção Civil, particularmente em BIM, por parte de empresas de AEC/GF, especialmente em nível internacional e também no Brasil. Porém, ao observar a realidade de cursos de Arquitetura no Brasil, nos deparamos com o problema de que os estudantes ainda não estão sendo preparados para ingressar no mercado de trabalho com competências em BIM. Frente a essa situação, e preocupadas em dispor imediatamente de profissionais para atuar em projetos BIM, muitas empresas são levadas a investir em treinamentos disponíveis no mercado que, muitas vezes, não focam no processo BIM, mas apenas na operação de software, deixando de lado importantes aspectos conceituais.

Dessa forma, ensinar BIM nas universidades não só reduz o esforço das empresas no que diz respeito ao treinamento, mas também possibilita a formação de profissionais que podem efetivamente mudar o paradigma da indústria da construção (AHN; CHO; LEE, 2013). Além desses benefícios, o ensino de BIM proporciona melhorias nos resultados de aprendizagem dos alunos também em outros temas (WU; ISSA, 2013).

Contudo, pesquisas na área de BIM e Educação são relativamente novas e ainda não está claro, para muitos, como BIM deve ser abordado no ensino. No Brasil, por exemplo, Barison (2015) encontrou apenas 19 registros de estudos sobre o ensino de BIM. Esses artigos discutem disciplinas do curso de arquitetura, mudanças curriculares e relatam experiências inovadoras com alunos de arquitetura. Um desses estudos avaliou os esforços de ensino de BIM adotados no Brasil (RUSCHEL; ANDRADE; MORAES, 2013). Além desses estudos, Checcucci e Amorim (2014) apresentaram um método para analisar currículos de cursos de graduação e identificar disciplinas com potencial para introduzir BIM. Com relação ao currículo de arquitetura, o principal desafio nesse tema é ensinar o processo BIM, que modifica a cadeia produtiva da arquitetura e pressupõe novas dinâmicas do arquiteto.

Assim, o objetivo deste artigo é discutir a questão de qual seria a especificidade do BIM para o ensino de arquitetura, tendo como base o novo papel que o arquiteto pode assumir no fluxo de trabalho de projetos desenvolvidos em BIM. Inicialmente é apresentada a proposição de um modelo teórico para um fluxo de trabalho BIM a ser utilizado no Brasil. Com base nesse fluxo, algumas novas competências do arquiteto são apresentadas e discutidas.

Essa discussão se baseou em revisão da literatura sobre o ensino de BIM e sobre a implementação de BIM por empresas do setor de AEC/GF no Brasil. Este estudo é resultado de uma pesquisa de doutorado (BARISON, 2015) que adotou a Metodologia da Problematização (MP) como opção metodológica (BERBEL, 2012). A MP é constituída de cinco etapas e uma delas é a Teorização. Durante essa etapa, foi pesquisado, selecionado e analisado um conjunto de 408 documentos relacionados ao BIM e à Educação. A análise documental se baseou no método de pesquisa qualitativa Análise de Conteúdo (BARDIN, 2004), utilizando-se de uma de suas variações, a Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2007). Esse método envolve um processo de categorização de dados textuais em grupos de entidades similares ou categorias conceituais, com o objetivo de identificar padrões e relacionamentos entre temas.

## **A ADOÇÃO DE BIM NO BRASIL**

Embora o nível de adoção de BIM nos Estados Unidos tenha aumentado de 28% em 2007 para 71% em 2012 entre as grandes empresas, conforme

aponta o relatório da *McGraw Hill Construction* de 2012 (DOSSICK; LEE; FOLEYK, 2014), acredita-se que no Brasil a adoção de BIM ainda está nos estágios iniciais. Para conhecer a maturidade da implementação de BIM por empresas de AEC no Brasil, o presente estudo avaliou o conteúdo de publicações de pesquisas sobre o nível de implantação de BIM por empresas no Brasil.

Como se pode observar no Quadro 1, os relatos confirmam que o Brasil vive um momento de transição do CAD para o BIM e que poucos projetos foram desenvolvidos e concluídos em BIM. Segundo Addor et al. (2015), entre os empreendimentos desenvolvidos em BIM, poucos já estão em fase de operação e um número menor ainda teve a participação de construtoras e incorporadoras no processo.

**Quadro 1.** Pesquisas: implantação de BIM em empresas de AEC

Referência	Amostra	Nº	Resultados
Souza, Lyrio Filho e Amorim (2009)	Escritórios de arquitetura nas cidades de São Paulo, Rio de Janeiro e Curitiba (N=13)	13	23,08% dos escritórios já utilizam BIM em todos os projetos; 23,08% utilizam na maioria dos projetos e 46,15% utilizam em um projeto-piloto.
Nardelli (2009)	Escritórios de arquitetura na cidade de São Paulo	-	Os escritórios estão tecnologicamente bem equipados e preparam-se para implantar o conceito BIM.
Batista (2010)	Empresas em São Paulo e Belo Horizonte	-	A adoção de BIM ainda é pequena, embora tenha aumentado o número de adeptos, principalmente na cidade de São Paulo. Em Belo Horizonte, a utilização de BIM ainda é muito pequena.
Oliveira e Pereira (2011)	Escritórios de arquitetura em Portugal e São Paulo (N=3)	3	Em dois escritórios ocorreram mudanças, desde a divisão do processo projetual em etapas até a interface com os parceiros externos.
Stehling e Arantes (2011, 2014)	Empresas em Belo Horizonte	-	Em 2011 a mudança de CAD para BIM ainda estava muito incipiente. 60% dos respondentes tinham familiaridade e já estavam trabalhando com BIM e 40% já ouviram falar, mas não sabiam, exatamente, o significado de BIM. Em 2014 observou-se que a implantação da tecnologia BIM em projetos industriais estava mais avançada do que em projetos arquitetônicos. Enquanto estas se esforçam para mudar do CAD para BIM, as empresas de projetos industriais já estão no estágio de implantação da interoperabilidade.
Andrade e Amorim (2011)	Escritórios de arquitetura nas regiões do Rio de Janeiro e de Niterói	-	Ainda é pequeno o número de escritórios que adotam o sistema BIM na totalidade de seus projetos.
Rêgo e Nunes (2011)	Empresas de AEC em Recife	25	O conhecimento e o uso de BIM são nulos ou muito incipientes. Ainda são utilizados programas CAD genéricos para representação gráfica do projeto.

continua...



**Quadro 1.** Continuação.

Referência	Amostra	Nº	Resultados
Barison e Santos (2011)	Empresas em São Paulo	16	As empresas desenvolvem, com mais frequência, modelos de arquitetura. Porém eles ainda não são compartilhados, por falta de colaboradores. O que existe é um compartilhamento de modelos para fins de visualização e verificação de interferências, que é realizado e gerenciado pelo construtor.
Hilgenberg et al. (2012)	Escritórios de arquitetura em Curitiba	-	Grande parte nunca teve contato com software BIM. Precisa haver uma sensibilização coletiva para a adoção de sistemas compatíveis com BIM.
Checucci, Pereira e Amorim (2013)	Participantes do TIC 2011	-	A adoção do paradigma BIM ainda está em uma fase inicial, havendo muito trabalho a ser realizado até sua consolidação.
Dantas Filho et al. (2015)	Empresas de AEC da cidade de Fortaleza	25	Aproximadamente a metade das empresas já implementou ou está implementando BIM, sendo que os escritórios de arquitetura o fazem de maneira mais intensa. As empresas usam BIM em apenas 25% dos projetos desenvolvidos, talvez por terem ainda uma compreensão básica ou intermediária.
McGraw Hill Construction (2014)	Construtoras de 10 países: Austrália, Brasil, Canadá, França, Alemanha, Japão, Nova Zelândia, Coreia do Sul, Reino Unido e os Estados Unidos.	-	No Brasil, as construtoras são mais novas no uso de BIM do que em outras regiões, contudo elas estão investindo e esperam aumentar a capacidade em BIM. 85% das construtoras relataram um positivo retorno financeiro em BIM, especialmente, quando utilizado para prever custos.

Fonte: Elaboração da autora (2015).

## UM MODELO TEÓRICO DE FLUXO DE TRABALHO BIM

Para definir o papel do arquiteto no processo de projetos com o uso de BIM o presente estudo analisou fluxos de trabalho BIM e construiu um modelo teórico a partir de revisão da literatura. Os resultados serão apresentados a seguir.

### As etapas do processo de projeto tradicional e o que muda com BIM

O processo de projeto tradicional é, usualmente, dividido em nove etapas progressivas que, segundo Melhado (1994, p. 187), podem ser divididas em: (a) idealização do produto; (b) concepção inicial e análise de viabilidade; (c) análise dos processos; (d) formalização do produto; (e) detalhamento de produto e processo; (f) planejamento; (g) produção; (h) entrega do produto e (i) operação e manutenção.

Quanto ao projeto de arquitetura, a NBR 13532 da ABNT determina que as etapas de execução da atividade técnica devem seguir de sete a oito etapas

progressivas: (a) levantamento de dados para arquitetura; (b) programa de necessidades de arquitetura; (c) estudo de viabilidade de arquitetura; (d) estudo preliminar de arquitetura; (e) anteprojeto de arquitetura ou de pré-execução; (f) projeto legal de arquitetura; (g) projeto básico de arquitetura (opcional) e (h) projeto para execução de arquitetura (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995).

No processo de projeto em papel existia uma ordem cronológica e sequencial. Com a adoção do CAD, essa ordem permaneceu a mesma, ou seja, a arquitetura iniciava o processo, seguida da estrutura e com a consolidação das soluções dessas duas disciplinas, as demais iniciavam seus trabalhos. Ao final desse processo, as inconsistências eram detectadas. Com o uso de BIM essas incompatibilidades podem ser identificadas mais cedo. Contudo, ao investigar empresas de AEC na cidade de Fortaleza, Dantas Filho et al. (2015) concluíram que, mesmo utilizando BIM, o processo de projeto de arquitetura continua com as mesmas etapas e o que muda são algumas questões de etapas posteriores, que agora são discutidas nas fases iniciais. Segundo Addor et al. (2015), o uso de BIM também causa alterações nos cronogramas de projeto, uma vez que aumenta a velocidade e a frequência em que as informações são trocadas.

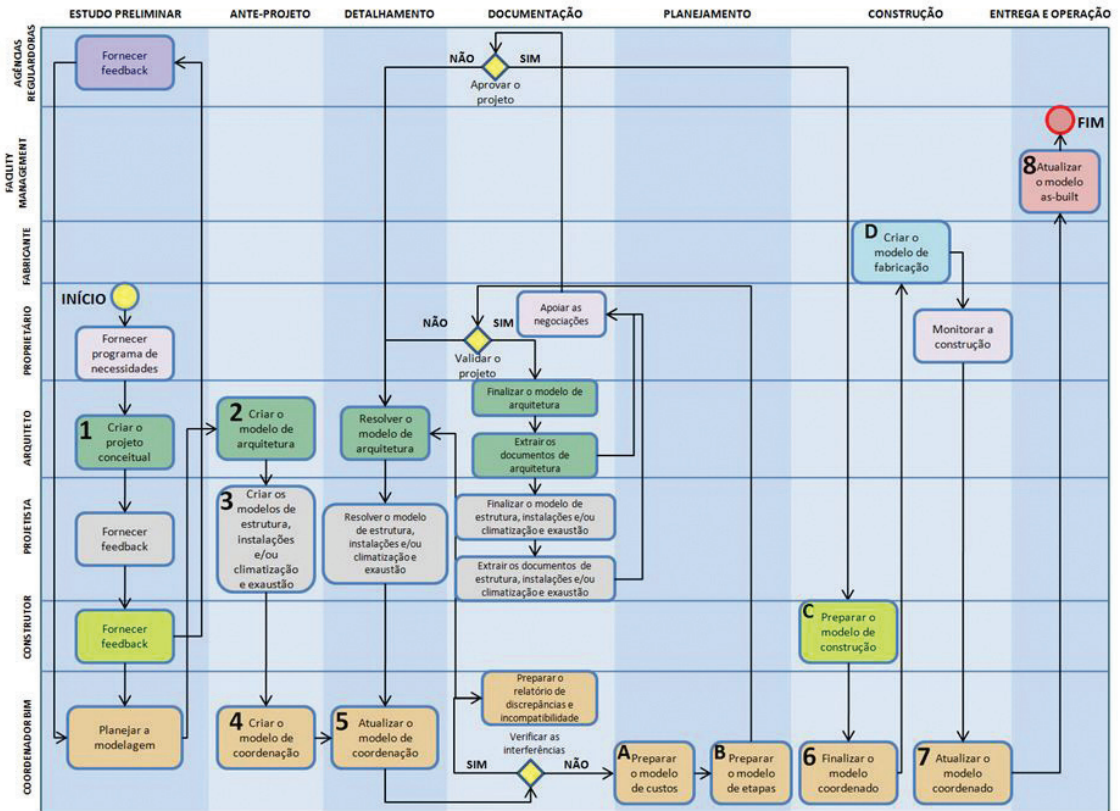
Durante et al. (2015) investigaram o processo de projeto em três estudos de caso na cidade de Curitiba em que o BIM foi utilizado e identificaram um processo constituído de quatro etapas: (a) plano de necessidades; (b) modelagem; (c) coordenação e (d) documentação final. Contudo, os autores concluíram que o processo adotado não foi ideal. Um processo BIM deve prever a concepção do projeto em 3D e com todos os agentes do projeto trabalhando em um mesmo modelo, o que não ocorreu no caso estudado porque o trabalho de modelagem foi terceirizado. Contudo, Addor et al. (2015) explicam que a adoção de um processo híbrido muitas vezes é necessária, desde que sejam utilizados procedimentos claros para o intercâmbio de dados entre CAD e BIM.

### **Adaptação do modelo americano de fluxo de trabalho BIM**

O presente estudo sugere uma adaptação do modelo norte-americano de fluxo de trabalho BIM para ser utilizado no Brasil. Foram analisados alguns padrões BIM norte-americanos (COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM, 2009; INDIANA UNIVERSITY, 2010; AUTODESK INC., 2010; NTD ARCHITECTURE, 2010; ANDERSON, 2010), relatos de estudos de caso de implementação de BIM no Brasil (BASTOS et al., 2011; WITICOVSKI; SCHEER, 2011; DURANTE et al., 2015; DANTAS FILHO et al., 2015) e o padrão BIM da Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA) (ADDOR et al., 2015). Esse modelo será explanado a seguir por meio de um mapa de processo.

No modelo norte-americano, é o arquiteto que, desde o início do projeto, gerencia todo o fluxo de trabalho BIM, que também pode ser acompanhado/supervisionado pelo Coordenador BIM do Proprietário. No Brasil, entretanto, está emergindo um fluxo de trabalho BIM diferente do modelo norte-americano. No modelo brasileiro, o proprietário (incorporadora/cliente) designa um Coordenador de Projetos. Este pode atuar também como Gerente BIM ou haver um profissional dedicado a essa função. Esse(s) profissional(is) deve(m) interagir com as equipes, fornecer informações, fazer revisões no projeto e acompanhar a obra. O papel de Gerente BIM, às vezes, é desempenhado por um consultor BIM contratado pela incorporadora, ou seja, uma empresa terceirizada. Cada escritório de projetos designaria um Gerente do Modelo para o projeto (normalmente acumulando essa função adicional com outra principal – projetista ou gerente do projeto, por exemplo). Esse especialista estabeleceria as diretrizes e os padrões de modelagem de sua disciplina, que envolvem o mapeamento

do uso do modelo e a identificação das ferramentas e aplicativos BIM que serão utilizados. Considerando-se o trabalho a partir da utilização de modelos federados<sup>1</sup>, um processo ideal de desenvolvimento de um modelo BIM, no Brasil, poderia ser dividido em **oito etapas** (Figura 1), que serão descritas a seguir.



Estudo preliminar

Esta etapa corresponde ao levantamento de dados, programa de necessidades, estudo de viabilidade e estudo preliminar do processo de projeto tradicional de arquitetura (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995) e etapa de idealização do produto, concepção inicial, análise de viabilidade (MELHADO, 1994) do empreendimento. Ao estudar o processo BIM, Durante et al. (2015) denominaram essa etapa de Plano de Necessidades e Addor et al. (2015) a denominam de Estudo de Viabilidade.

**Etapa 1:** O arquiteto, o proprietário e o Coordenador BIM se reúnem para organizar os dados de entrada do projeto – dados legais do terreno; topografia e sondagem; cronograma de trabalho; consultores contratados; informações de custos e requisitos de projeto, definir a equipe de projetistas; modelos; troca de modelos; coordenada de inserção; ferramentas; nível de detalhamento/desenvolvimento ou *Level of Detail/Development* (BIMFORUM, 2015) – e, como resultado, um documento que define as premissas do projeto é produzido.

O arquiteto cria o modelo conceitual, também conhecido como “estudo de massa” e faz o estudo de viabilidade com base no programa de necessidades fornecido pelo proprietário. Como resultado, têm-se planilhas com cálculo de áreas e um modelo preliminar de massas.

Figura 1. Diagrama de um fluxo de trabalho BIM. Fonte: Elaboração da autora (2016).

<sup>1</sup> Cada disciplina desenvolve seus próprios modelos vinculados a um único modelo central integrado, todos depositados no mesmo local virtual (ADDOR et al., 2015)

Depois de definida a equipe, todos se reúnem<sup>2</sup> para decidir sobre o sistema estrutural e outras especificidades do projeto. Os projetistas fornecem *feedback* sobre metas de desempenho, o construtor (se já fizer parte da equipe) fornece *feedback* sobre requisitos iniciais de construtibilidade, cronograma e custos da obra e as agências reguladoras fornecem informações sobre normas técnicas.

O arquiteto envia o projeto conceitual para o Coordenador BIM do contratante e para o projetista de estruturas. O Coordenador BIM estuda o projeto conceitual para identificar que informações devem constar nas famílias<sup>3</sup>, criar uma biblioteca inicial com todas as famílias necessárias ao projeto e desenvolver uma estrutura-base para todas as disciplinas<sup>4</sup>. Os projetistas criam famílias de componentes com base na estrutura desenvolvida pelo Coordenador BIM.

### *Anteprojeto*

Esta etapa corresponde ao anteprojeto de arquitetura ou de pré-execução no processo de projeto tradicional (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995) e às etapas de análise dos processos e formalização do produto (MELHADO, 1994) do empreendimento. Durante et al. (2015) a denominaram de etapa de modelagem do processo de projeto BIM e Addor et al. (2015) a denominam de estudo preliminar e anteprojeto.

**Etapa 2:** O arquiteto cria o modelo de arquitetura tendo como base o modelo conceitual e os dados de entrada de projeto (documento de definição de premissas de projeto, requisitos dos sistemas estrutural, de instalações e de ar-condicionado). O modelo de arquitetura é dividido em um, dois, três ou mais setores (embasamento, pavimento tipo, fachada etc.). Também são criados modelos de edição e modelos completos. Os modelos de edição são utilizados em caso de alterações ou atualizações, e os modelos completos são os arquivos em que são efetuados os *links* entre os diversos modelos de edição. Todas as alterações realizadas nos modelos de edição são, automaticamente, carregadas no modelo completo. Sempre que uma interferência ou um erro é encontrado, a alteração é realizada no modelo de edição correspondente ao setor específico, para, depois, ser carregada no modelo completo (BASTOS et al., 2011).

O modelo de arquitetura é finalizado e o estudo de viabilidade é reavaliado. Quando finalizado o processo, o arquiteto envia o modelo de arquitetura completo para os projetistas. Esse modelo tridimensional também pode ser utilizado para extração de quantitativos e ser exportado para outros programas de forma a melhor visualizar o volume da edificação (ADDOR et al., 2015).

**Etapa 3:** O projetista estrutural desenvolve seu modelo de estrutura tendo como base o modelo de arquitetura, usando-o diretamente para a modelagem BIM da estrutura, ou por meio de importação da planta arquitetônica, se não houver interoperabilidade direta com o modelo BIM.

Depois de o projetista estrutural realizar a análise da arquitetura e da estrutura, o modelo é enviado para: (a) projetista de instalações, que divide o modelo de instalações em três modelos de edição (hidráulico, elétrico e combate a incêndio), que, depois, serão unidos em um modelo de instalações completo e (b) projetista de ar-condicionado, que divide o modelo de climatização e exaustão em dois modelos (climatização e exaustão/pressurização). Portanto, para cada disciplina é produzido um modelo separado, mas integrado.

**Etapa 4:** Os projetistas enviam seus modelos parciais para o Coordenador BIM, que os revisa para garantir que estejam de acordo com as exigências

<sup>2</sup> Sessões de trabalho denominadas *Design Review* em que é feita a análise crítica das soluções adotadas e o encaminhamento das ações e providências subsequentes (ADDOR et al., 2015).

<sup>3</sup> Termo introduzido pela Autodesk Inc. para designar categorias de componentes 3D paramétricos.

<sup>4</sup> A estrutura-base das disciplinas permite resolver sobreposições de autoria, por exemplo: uma bacia sanitária pode ser modelada pela arquitetura e pela hidráulica.

de cada etapa e, em seguida, faz a junção dos modelos (criando o modelo federado), elimina os objetos duplicados ou redundantes, dá um nome ao modelo de coordenação, o deposita em uma plataforma de gerenciamento de projetos e gera um relatório de incompatibilidades.

#### *Detalhamento*

Esta etapa corresponde ao projeto para execução de arquitetura do processo de projeto tradicional (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995) e detalhamento de produto e processo (MELHADO, 1994) do empreendimento. Durante et al. (2015) a denominaram de etapa de coordenação do processo BIM e Addor et al. (2015) a denominaram de etapa de projeto básico/ pré-executivo.

**Etapa 5:** Os projetistas usam o modelo de coordenação para revisar e completar seus projetos e, depois, os devolvem para o Coordenador BIM, que os revisa, une e atualiza em um novo modelo de coordenação. Quando o modelo de coordenação está completo, são realizadas reuniões de compatibilização para verificar se existem interferências entre os sistemas. Se forem detectadas interferências, o Coordenador BIM prepara um relatório de responsabilidades e retorna o modelo consolidado para o arquiteto e para os projetistas analisarem. O arquiteto e projetistas resolvem seus modelos parciais.

#### *Documentação*

No processo tradicional, a documentação (em formato bidimensional – plantas, elevações, cortes e detalhes) é executada durante as várias etapas finais do processo de projeto. No processo BIM, não há a necessidade prévia desta documentação tradicional, já que a representação se dá através do modelo tridimensional. Somente ao final do processo de projeto (e antes, para fins legais de licenciamento) é necessária a produção de documentação convencional. Durante et al. (2015) denominaram esta etapa de Documentação Final do processo BIM e Addor et al. (2015) a denominaram de Projeto Executivo.

#### *Planejamento*

Na etapa de planejamento (MELHADO, 1994), estudam-se as fases de execução da obra. O Coordenador BIM utiliza o modelo de coordenação resolvido como uma base para extrair informações para o desenvolvimento de modelos de: (A) custos e (B) etapas da obra. Nessa fase, o proprietário revisa e valida o projeto, o orçamentista finaliza o processo de estimativa de custos e o planejador da obra finaliza o cronograma de construção, com dados do modelo BIM extraídos pelo Coordenador BIM. O arquiteto e os projetistas finalizam seus modelos e extraem as documentações para enviar às agências reguladoras (ou órgãos de fiscalização), que avaliam a conformidade do projeto com base nas documentações (ou no modelo, se houvesse a verificação de códigos automatizada<sup>5</sup> no órgão). O proprietário ajuda nas negociações para a aprovação do projeto. Todos os projetistas trabalham com os órgãos de fiscalização para a aprovação. O coordenador de projetos comunica os comentários dos órgãos de fiscalização à equipe de projeto. Os projetistas revisam seus modelos parciais e os devolvem ao Coordenador BIM, que atualiza o modelo de coordenação.

#### *Construção*

Esta etapa é chamada de produção por Melhado (1994), e nela é executada a obra.

**Etapa 6:** Nesta fase, o construtor prepara o modelo de (C) Construção. O Coordenador BIM finaliza o modelo de coordenação e os fornecedores e

<sup>5</sup> Verificação de Regras ou *Code-checking*.

subempreiteiros, submetem, se necessário, no caso de pré-fabricados ou de peças customizadas<sup>6</sup>, os (D) modelos de fabricação, para serem incorporados ao modelo *As-Built* (ou modelo de registro). O Coordenador BIM gerencia o processo de licitação e compra. O proprietário monitora a construção e dá opiniões quanto às mudanças efetuadas.

**Etapa 7:** O Coordenador BIM trabalha com projetistas, fornecedores e subempreiteiros para preparar o modelo *As-Built* (ou modelo de registro), de modo que este esteja de acordo com as mudanças ocorridas no projeto durante a construção.

#### *Entrega/operação*

Esta etapa corresponde à entrega do produto e à operação e manutenção (MELHADO, 1994) do empreendimento.

**Etapa 8:** Na etapa de pós-construção, o Coordenador BIM interage com o proprietário e com o gerente de facilidades, coordenando a troca de informações entre eles. O Gerente BIM de Facility Management atualiza o modelo *As-Built* (ou modelo de registro), de acordo com as operações de pós-construção.

## **COMPETÊNCIAS BIM REQUERIDAS DE UM ARQUITETO**

Existem pontos do fluxo apresentado na Figura 1 em que a atividade do arquiteto, no papel de Analista ou Gerente do Modelo de arquitetura, requer competências específicas em BIM. Por exemplo: (a) a criação do modelo preliminar de massas, cálculo de áreas, estudo de viabilidade com base no modelo e envio deste para o Coordenador BIM e projetistas; (b) desenvolvimento do modelo de arquitetura, sua exportação para outros aplicativos de visualização e extração de quantitativos; (c) participação em reuniões e discussão de especificidades do projeto com os demais projetistas e o construtor; (d) realização de análises de projeto, tais como energia e consumo de água, o uso da ventilação natural e simulações da incidência de radiação solar utilizando ferramentas BIM e aplicativos; (e) desenvolvimento do modelo BIM arquitetônico em conformidade com o padrão BIM da empresa e com o LoD pré-determinado pelo Coordenador BIM em cada etapa; (f) fornecimento de suporte técnico ao trabalho de modelagem da equipe de arquitetura e, dependendo do tamanho da empresa, ministrar sessões de treinamento e preparação de materiais de aprendizagem sobre ferramentas de autoria BIM de arquitetura e aplicativos; (g) verificação da qualidade do modelo de arquitetura e ajuste adequado.

Para conduzir as atividades acima, é essencial que o arquiteto desenvolva habilidades no uso de ferramentas de autoria BIM e aplicativos para projeto arquitetônico. O arquiteto também deve ter um conhecimento básico de outras disciplinas (instalações, energia, estrutura e construção), dos conceitos inerentes ao BIM, de desenhos de construção e de especificações, além de extração de quantidades a partir do modelo BIM.

Ao interagir com os agentes, é essencial que o arquiteto tenha uma compreensão do trabalho em equipe e habilidades básicas de comunicação, bem como conhecimento sobre ferramentas de comunicação e colaboração habilitadas para o trabalho em contexto BIM.

Também é necessário ter conhecimento sobre: tecnologias de construção e sua influência sobre o desempenho térmico do edifício; as distribuições de pressão (vento e ar) no invólucro do edifício; e interpretação de gráficos, tabelas e equações (FREIRE; AMORIM, 2011), para que faça bom uso das informações disponibilizadas pelas ferramentas computacionais. Além disso, quando as análises e as simulações são realizadas por outros especialistas, o arquiteto deveria ter a capacidade de lidar com dados de geometria do modelo, que são necessários para softwares de análises, para

<sup>6</sup> Fabricação automatizada – CNC (Comando Numérico Computadorizado).



que possa trocar as informações de projeto com esses especialistas, além de conhecimento de como modelar componentes de arquitetura, bibliotecas, padrões BIM, *templates* e LoD.

No caso do arquiteto assumir a tarefa de coordenação do processo BIM, serão necessárias habilidades de gerenciamento, consideráveis qualidades pessoais, como a priorização e o compromisso, além de habilidades de autogestão, tais como organização e gerenciamento do tempo. Nesse caso, são essenciais conhecimentos sobre: detecção de interferências, processos de coordenação e fluxo de trabalho BIM. Contudo, segundo Whitehead et al. (2011), é essencial que o arquiteto tenha capacidade para aplicar essas habilidades no contexto de uma construção real.

Outros requisitos podem incluir: o conhecimento da real capacidade de produção com software; aplicações e equipamentos de prototipagem digital aplicada à produção de modelos, protótipos; e fabricação de elementos não padronizados e customizados (PUPO, 2011).

## **QUE COMPETÊNCIAS EM BIM ENSINAR PARA ALUNOS DE ARQUITETURA?**

O *National Architectural Accrediting Board* (NAAB), que é o órgão autorizado para certificar cursos de arquitetura nos Estados Unidos, não tem imposto exigências em relação a plataformas específicas de software, nem mesmo expectativas claras sobre habilidades em computação. Sobre esse fato, Denzer e Hedges (2008) concluem que se a tecnologia BIM for entendida simplesmente como uma “nova ferramenta”, pode-se esperar que órgãos de certificação terão pouco interesse em impor seu uso.

No Brasil, as Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo do Ministério da Educação (BRASIL, 2010) também não fazem referência à CAD e muito menos ao BIM, mas dispõem que, entre outras competências, os cursos devem formar um profissional que tenha o conhecimento dos instrumentais de informática para tratamento de informações e representação aplicada à arquitetura, assim como sejam definidas formas para a realização da interdisciplinaridade (BRASIL, 2010). Observa-se que o processo BIM está diretamente relacionado com esses dois tópicos.

Assim, as escolas de arquitetura poderiam definir formas para realizar a interdisciplinaridade por meio do ensino da tecnologia BIM, ou seja, focar na melhoria da capacidade dos alunos para que estes possam colaborar com seus pares. A universidade é o local ideal para que eles pratiquem a habilidade interpessoal de liderança e habilidades básicas de comunicação (BECKER; JASELSKIS; MCDERMOTT, 2011). Whitehead et al. (2011) afirmam que, para trabalhar com o *Specialist Modelling Group* (SMG) da *Foster and Partners*, tudo que é necessário é ser arquiteto e ter experiência em trabalho em equipe.

Algumas competências requeridas para desenvolver projetos BIM já são naturalmente adquiridas na graduação. Por exemplo, cursos de arquitetura tendem a ensinar habilidades básicas de comunicação gráfica, uso do computador e ferramentas necessárias para o desenvolvimento de um projeto arquitetônico. Outras habilidades, tais como cognição, pensamento analítico e crítico, e interpretação de gráficos, tabelas e fórmulas, também são ensinadas ou desenvolvidas. Os estudantes de arquitetura adquirem conhecimentos em projeto arquitetônico, desenhos de construção e especificações de materiais. Eles também se familiarizam com disciplinas de instalações, estrutura e energia e aprendem sobre processos de construção enxuta e técnicas de construção.

Entretanto, as escolas de arquitetura deveriam desenvolver também habilidades técnicas básicas ligadas ao BIM, como: conhecimento de

conceitos BIM; fluxo de trabalho BIM; detecção de interferências; uso de uma ferramenta BIM de arquitetura, alguns aplicativos utilizados nas fases iniciais de projeto, habilidades para extração de quantitativos e documentação a partir de ferramentas BIM de arquitetura.

As demais competências em BIM deveriam ser aperfeiçoadas na profissão. Por exemplo: dar suporte em hardware/software, treinar e preparar materiais de aprendizagem e capacidade para lidar com fluxo de dados de geometria entre o modelo de arquitetura e várias ferramentas analíticas. É difícil para as escolas focarem nessas habilidades, pois, geralmente, faltam-lhes meios financeiros para adquirir algumas das ferramentas necessárias e, como resultado, os professores acabam não sendo treinados para ensinar alguns aplicativos. Habilidades em coordenação BIM também são melhores combinadas com a experiência profissional. Entretanto, um estudo de Wu e Issa (2013) com profissionais da indústria apontou, como falhas do ensino de graduação, a falta de entendimento da coordenação do modelo multidisciplinar e a falta de experiência relevante em projetos BIM.

De fato, é um grande desafio para as escolas criar um ambiente multidisciplinar com a utilização de projetos reais (WU; ISSA, 2013). Há falta de recursos, especialmente os relacionados aos ambientes adequados, e de software/aplicativos, o que impede que os alunos pratiquem a coordenação do modelo. Certos tipos de infraestrutura são necessários, por exemplo, para simular o ambiente real de uma *Big-Room*<sup>7</sup>. Mesmo se a escola é capaz de simular um ambiente desse tipo, a dinâmica de interação será diferente da prática profissional, devido ao grande número de alunos e ao exíguo tempo disponível, nos cursos, para ensinar esse assunto. Além disso, alguns aplicativos não são disponíveis para as escolas, tais como software para planejamento de recurso corporativo<sup>8</sup> (*Enterprise Resource Planning – ERP*).

O Quadro 2 apresenta um resumo das competências em BIM – em suas três tradicionais dimensões: conhecimentos/habilidades/attitudes (DURAND, 2000) – classificando-as em três categorias: as que são naturalmente adquiridas na graduação, as que poderiam ser desenvolvidas na graduação e aquelas que devem ser postergadas para a pós-graduação ou serem adquiridas no ambiente profissional.

Barison (2015, p. 253) lista 235 habilidades ligadas ao BIM, refinando a listagem do Quadro 2, porém listando habilidades BIM não necessariamente ligadas ao profissional de arquitetura.

**Quadro 2 .** Matriz de Competências BIM

	CONHECIMENTOS	HABILIDADES	ATTITUDES
Já existentes na graduação	<ul style="list-style-type: none"> <li>√ Processo de projeto, construção e fabricação;</li> <li>√ Tecnologia de Construção;</li> <li>√ Documentações;</li> <li>√ Desenhos para construção e fabricação;</li> <li>√ Normas técnicas e especificações de materiais de construção;</li> <li>√ Geometria espacial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>√ Cognição;</li> <li>√ Pensamento sistêmico e crítico;</li> <li>√ Pensamento lateral e criativo;</li> <li>√ Saber usar um computador;</li> <li>√ Trabalhar em equipe;</li> <li>√ Saber interpretar tabelas, gráficos e equações.</li> </ul>	

continua...

<sup>7</sup> Ambiente físico onde os projetistas se reúnem para solucionar problemas de projeto.

<sup>8</sup> Software desenvolvido para integrar os diversos departamentos de uma empresa, possibilitando a automação e o armazenamento de todas as informações do negócio.

**Quadro 2.** Continuação.

	CONHECIMENTOS	HABILIDADES	ATITUDES
Podem ser incorporadas na graduação	<ul style="list-style-type: none"> <li>√ Conceitos relacionados a BIM;</li> <li>√ Parametrização;</li> <li>√ Coordenação BIM;</li> <li>√ Detecção de Interferências;</li> <li>√ Fluxo de trabalho BIM e Gestão de Interoperabilidade</li> <li>√ Padrões BIM.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>√ Ferramentas BIM e aplicativos (revisão, autoria e verificação de modelos);</li> <li>√ Geração de documentação 2D a partir de modelos BIM;</li> <li>√ Modelagem BIM utilizando um conjunto pré-definido de padrões e diretrizes;</li> <li>√ Gerar modelo de massas em ferramenta BIM;</li> <li>√ Gerar renderizações de qualidade a partir do modelo BIM</li> <li>√ Gerar animação 3D para visualizações internas e externas (<i>walk-through, fly-through</i>) dentro de um ambiente BIM.;</li> <li>√ Modelagem paramétrica e implementação/adaptação de famílias de componentes BIM;</li> <li>√ Visualização espacial;</li> <li>√ Habilidades pessoais e interpessoais;</li> <li>√ Extração de quantidades e documentações do modelo;</li> <li>√ Uso de ferramentas BIM para análises de sustentabilidade (solar, energética etc);</li> <li>√ Ferramentas de comunicação e de colaboração.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>√ Ser um membro da equipe;</li> <li>√ Ter iniciativa;</li> <li>√ Ser autodirigido;</li> <li>√ Ser disposto a ensinar outros.</li> </ul>
Devem ser postergadas para a pós-graduação ou para ambientes profissionais	<ul style="list-style-type: none"> <li>√ Tecnologias para colaboração</li> <li>√ Processos de uma empresa de AEC;</li> <li>√ Padrões BIM e templates;</li> <li>√ Bibliotecas de componentes BIM.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>√ Técnicas de gerenciamento;</li> <li>√ Implantação de BIM;</li> <li>√ Treinamentos em BIM;</li> <li>√ Dar suporte em software e hardware BIM;</li> <li>√ Elaboração de materiais de aprendizagem BIM;</li> <li>√ Elaboração de manuais e padrões BIM .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>√ Ser disposto a viajar eventualmente;</li> <li>√ Ser motivado em assuntos relacionados à BIM;</li> <li>√ Ter a mente aberta para mudanças.</li> </ul>

Fonte: Elaboração da autora (2015).

## COMO DESENVOLVER COMPETÊNCIAS EM BIM NO CURSO DE ARQUITETURA?

Além de facilitar a visualização e a compreensão de conteúdos das disciplinas, o ensino de BIM para estudantes de arquitetura oferece o suporte ao desenvolvimento de projetos colaborativos, que envolvem análises e simulações. As habilidades de trabalho em equipe e capacidade para projetar edifícios com sustentabilidade são, cada vez mais, importantes e requeridas de um arquiteto.

Por meio de uma extensa revisão da literatura que incluiu 304 documentos, Barison e Santos (2016) identificaram 187 universidades no mundo todo que estão experimentando alguma forma de ensino BIM. Algumas delas têm se destacado por ensinar o conceito de colaboração e trabalho em parceria com a indústria, com o propósito de simular na academia a prática profissional. Essas universidades praticam atividades de colaboração em sala com seus estudantes, as quais foram classificadas pelos autores como: disciplina especializada, colaboração intracurso, colaboração interdisciplinar e colaboração à distância (nacional, binacional e multinacional). Entre essas universidades investigadas, a maioria é norte-americana e apenas 17 são brasileiras, dentre as quais, apenas uma (UNICAMP) ensinava a colaboração interdisciplinar.

Para introduzir BIM no currículo de arquitetura, uma alternativa é ensinar BIM em disciplinas existentes das seguintes áreas do currículo: Representação Gráfica Digital, Ateliê de Projeto, Gerenciamento da Construção e Tecnologia da Construção. Checcucci e Amorim (2014) identificaram parâmetros para saber quais disciplinas têm potencial para introduzir BIM e Barison e Santos (2014) desenvolveram um instrumento para ajudar o professor no planejamento de uma disciplina BIM<sup>9</sup>.

Contudo, as escolas que pretendem implementar BIM podem enfrentar alguns obstáculos, sendo que o principal desafio é o desconhecimento, por parte de professores, quanto ao significado do processo BIM. Uma forma de superar os obstáculos é saber o que pensam os professores quanto ao significado de BIM e dificuldades que encontrariam (ou encontraram) para implantar BIM em suas disciplinas. É altamente recomendável que as escolas promovam palestras e workshops sobre conceitos e ferramentas BIM para alunos, professores e funcionários, incentivem projetos de pesquisa sobre BIM e desenvolvam módulos de ensino em parceria com escritórios de arquitetura (BARISON, 2015; BARISON; SANTOS, 2015).

Uma tendência de escolas de arquitetura que já introduziram BIM é a reestruturação dos ateliês de projeto para que se tornem integrados, interdisciplinares, interníveis e/ou transdisciplinares, além da utilização de metodologias de ensino/aprendizagem como: aprendizagem baseada em problemas, aprendizagem baseada em casos, aprendizagem baseada em projetos, *design* universal e a aprendizagem pela descoberta (BARISON, 2015).

Para planejar o ensino de BIM nas disciplinas é importante seguir uma escala progressiva, que Barison e Santos (2016) denominaram: Nível de Proficiência em BIM (NPBIM). Cada NPBIM é ligado a características como: objetivos, pré-requisitos, tipos de colaboração e projetos desenvolvidos pelos alunos e se aplica a uma determinada fase do currículo. Por exemplo: o nível introdutório é recomendado para disciplinas dos 1º e 2º anos; o intermediário, para disciplinas do 3º e 4º anos; e o avançado, para disciplinas do 5º ano e da pós-graduação.

## CONCLUSÃO

Este artigo apresentou o estado atual da implementação de BIM no Brasil por empresas do setor de AEC/GF, um modelo teórico de fluxo de trabalho

<sup>9</sup> [www.uel.br/pessoal/barison/Tese.htm](http://www.uel.br/pessoal/barison/Tese.htm)

BIM e discutiu qual é o papel do arquiteto no fluxo de trabalho. Tendo como base as novas funções do arquiteto mediante o uso de BIM, o presente artigo também discutiu as competências BIM que deveriam ser desenvolvidas em currículos de Arquitetura e forneceu sugestões de como ensiná-las.

A introdução de BIM nos currículos é uma grande contribuição para a formação de arquitetos que sejam capazes de trabalhar em um ambiente colaborativo. Para atender às necessidades futuras, é necessário que as escolas de arquitetura incorporem plenamente BIM nos currículos. Entretanto, é importante que as universidades recebam o apoio do governo, por meio do estabelecimento de diretrizes curriculares que contemplem o ensino dos conceitos inerentes ao BIM, como o trabalho colaborativo. Da mesma forma, é também importante o apoio das empresas, por meio do estabelecimento de parceria para o desenvolvimento de material didático e pesquisas.

## REFERÊNCIAS

- ADDOR, M., NARDELLI, E. S., CAMBIAGHI, H., MORALE, M., CASTANHO, M., DELATORRE, J., MAINARDI, I., YIM, J., SAIDON, S. W., DUNKER, V., ROSETTI, M. S. **Guia AsBEA: boas práticas em BIM**. Fascículo II. 2015. Disponível em: <[http://www.manuaisdeescopo.com.br/Images/Conteudo/ME/Download/Guia\\_Bim\\_AsBEA.pdf](http://www.manuaisdeescopo.com.br/Images/Conteudo/ME/Download/Guia_Bim_AsBEA.pdf)>. Acesso em: 2 dez. 2015.
- AHN, Y. H., CHO, C. S., LEE, N., Building Information Modeling: systematic course development for undergraduate construction students. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**. v. 139, n. 4, p. 290-300. 2013.
- ANDERSON, R. **An introduction to the IPD workflow for Vectorworks BIM users**. 2010. Disponível em: <[http://download2.nemetschek.net/www\\_misc/2010/IPD\\_workflow\\_for\\_BIM.pdf](http://download2.nemetschek.net/www_misc/2010/IPD_workflow_for_BIM.pdf)>. Acesso em: 21 jun. 2011.
- ANDRADE, B. S.; AMORIM, S. R. L., Alterações metodológicas na gestão de processo de projeto aplicada com a utilização de software tipo BIM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2., 2011, Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro: IAU-USP/UFRJ, 2011. Disponível em: <<http://www.iau.usp.br/ocs/index.php/sbqp2011/sbqp2011/paper/view/238/234>>. Acesso em: dez. 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13532** – Elaboração de projetos de edificações **-Arquitetura**. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.
- AUTODESK INC. **Autodesk BIM deployment plan: a practical framework for implementing BIM**. 2010. Disponível em: <<http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/item?id=14652957&siteID=123112>>. Acesso em: 21 set. 2010.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 3. ed. Lisboa: Edições 70, 2004. 223 p.
- BARISON, M. B. **Introdução de Modelagem da Informação da Construção (BIM) no currículo: uma contribuição para a formação do projetista**. 2015. 387f. Tese (Doutorado em Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2015.
- BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. Atual cenário da implementação de BIM no mercado da Construção Civil da cidade de São Paulo e demanda por especialistas. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 5., 2011, Salvador. **Anais...** Salvador: UFBA, 2011.
- BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. A tool for assisting teachers in planning BIM courses. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING IN CIVIL AND BUILDING ENGINEERING, 2014, Miami. **Proceedings...** Miami: ISCCBE/CIB/ASCE, 2014.
- BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. Percepções de professores quanto à introdução de BIM no currículo. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO A CONSTRUÇÃO, 7., 2015, Recife. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2015.
- BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. Advances in BIM Education. In: DIB, H.; MENASA, C.; LI K. (Eds.). **Transforming engineering education through innovative computer mediated learning technologies**, Reston: ASCE, 2016. In press.
- BASTOS, B. A., GOMES, A. V. M. S., FONSECA, J. A. L., SANTOS, A. A. Implantação de tecnologia BIM na incorporação imobiliária. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 5., 2011, Salvador. **Anais...** Salvador: UFBA, 2011.

- BATISTA, L. T. **O processo de projeto na era digital**: um novo deslocamento da era digital. 2010. 135f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/10096932-Luciana-teixeira-batista-o-processo-de-projeto-na-era-digital-um-novo-deslocamento-da-pratica-profissional.html>>. Acesso em: 23 fev. 2016.
- BERBEL, N. A. N. **Metodologia da problematização com o Arco de Maguerez**: uma reflexão teórico-epistemológica. Londrina: EDUEL. 2012.
- BECKER, T. C.; JASELSKIS, E. J.; MCDERMOTT, C. P. Implications of construction industry trends on the educational requirements for future construction professionals. In: ASC ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE, 47., 2011, Omaha, **Proceedings...** Omaha: ASC/UNL. Disponível em: <<http://ascpro01.ascweb.org/archives/cd/2011/paper/CEGT329002011.pdf>>. Acesso em: dez. 2011.
- BIM FORUM. **Level of development specification**. 2015. Disponível em: <<http://bimforum.org/wp-content/uploads/2015/11/Files-1.zip>>. Acesso em 19 fev. 2016.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes curriculares nacionais do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo**, 2010. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=5651-rces002-10&category\\_slug=junho-2010-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=5651-rces002-10&category_slug=junho-2010-pdf&Itemid=30192)>. Acesso em: 3 dez. 2015.
- CHECCUCCI, E. S.; AMORIM, A. L. Identificando interfaces entre BIM e a matriz curricular de cursos de Engenharia Civil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3.; ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 6., 2013, Campinas. **Anais...** Campinas: Unicamp, 2013.
- CHECCUCCI, E. S.; AMORIM, A. L. Método para análise de componentes curriculares: identificando interfaces entre um curso de graduação e BIM. **Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, v. 5, n. 1, jun. 2014. Disponível em: <<http://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8634540>>. Acesso em: 14 fev. 2016.
- COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM. **BIM project execution planning guide**. Pennsylvania: The Pennsylvania State University, 2009.
- DANTAS FILHO, J. B. P.; BORGES, A. V. G.; SOARES, G. N.; SOUZA, D. S. V.; GUERRA, R. S.; CARDOSO, D. R.; NETO, J. P. B. Estado de adoção do *Building Information Modeling* (BIM) em empresas de arquitetura, engenharia e construção de Fortaleza/CE. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7., 2015, Recife. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2015.
- DENZER, A. S.; HEDGES, K. E. From CAD to BIM: educational strategies for the coming paradigm shift. In: ARCHITECTURAL ENGINEERING INSTITUTE 2008 CONFERENCE – BUILDING INTEGRATION SOLUTIONS, 2008, Denver. **Proceedings...** Denver: AEI. Disponível em: <[http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/41002\(328\)6](http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/41002(328)6)>. Acesso em: 19 fev. 2016.
- DOSSICK, C. S.; LEE, N.; FOLEYK, S. building information modeling in graduate Construction Engineering and Management Education. In: INTERNATIONAL CONFERENCE IN COMPUTING IN CIVIL AND BUILDING ENGINEERING, 15., 2014, Orlando, FL. **Proceedings...** Orlando: ASCE, 2014.
- DURAND, T. Forms of Incompetence. In: SANCHEZ, R.; HEENE, A. (Eds.). **Theory development for competence-based management**, Geenwich: JAI Press, 2000. Disponível em: <<http://www.cmi-strategies.com/wp-content/uploads/2012/05/Thomas-Durand-2000-Forms-of-Incompetence.pdf>>. Acesso em 19 fev 2016.
- DURANTE, F. K.; JUNIOR, R. M.; SCHEER, S.; GARRIDO, M. C. Avaliação de aspectos fundamentais para a gestão integrada do processo de projeto e planejamento com uso do BIM. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7., 2015, Recife. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2015.
- EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM handbook**: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008.
- FREIRE, M. R.; AMORIM, A. L. A abordagem BIM como contribuição para a eficiência energética no ambiente construído. TIC 2011. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 5., 2011, Salvador. **Anais...** Salvador: UFBA, 2011.
- HILGENBERG, F. B.; ALMEIDA, B. L.; SCHEER, S.; AYRES, C. Uso de BIM pelos profissionais de arquitetura em Curitiba. **Gestão e Tecnologia de Projetos**. v. 7, n. 1, 2012. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/>



view/51020/55087>. Acesso em: 24 fev. 2016.

INDIANA UNIVERSITY. **Building Information Modeling guidelines and standards for architects, engineers and contractors**. 2010. Disponível em: <<http://www.indiana.edu/~uao/IUBIMGuidelinesandStandards.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2011.

KNUTSEN, E. **BIM-Koordinering**. 2014. Monografia (Curso de Engenharia Civil e Ambiental) – Departamento de Engenharia Civil e Transportes – Instituto Norueguês de Tecnologia (NTNU), Trondheim, Noruega, 2014.

MCGRAW HILL CONSTRUCTION. **The business value of BIM for construction in major global markets: how contractors around the world are driving innovations with Building Information Modelling**. Bedford, 2014. Smart Market Report. Disponível em: <<https://synchroitd.com/newsletters/BusinessValueOfBIMInGlobalMarkets2014.pdf>>. Acesso em: 19 fev. 2016.

MELHADO, S. B.; **Qualidade de projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. 1994. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2007. 224 p.

NARDELLI, E. S. **O estado da arte das TICs e a realidade contemporânea da prática de projeto nos escritórios de arquitetura paulistanos**. São Paulo: Mackenzie, 2009.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES. **National BIM Standard – United Stated Version 3**. 2015. Disponível em: <<https://www.nationalbimstandard.org/nbims-us>>. Acesso em: 21 ago. 2015.

NEEDHAM, C. Project-Level BIMM. **Infocus**. 2009. Disponível em: <<http://virtualbuilding.me/2009/10/01/infocus-newsletter-october-2009>>. Acesso em: 19 fev. 2016.

NTD ARCHITECTURE. **San Diego Community College District: BIM Standards for architects, engineers & contractors**. 2010. Disponível em: <[http://public.sdccdprospn.com/Design/SDCCD\\_BIM\\_Standards.pdf](http://public.sdccdprospn.com/Design/SDCCD_BIM_Standards.pdf)>. Acesso em: 21 jun. 2011.

OLIVEIRA, L. C.; PEREIRA, A. T. C. O uso de tecnologias BIM em escritórios de arquitetura relacionado ao modo de implantação. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 5., 2011, Salvador. **Anais...** Salvador: UFBA, 2011.

PUPO, R. T. **Ensinar a Fabricar**. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE

INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 5., 2011, Salvador. **Anais...** Salvador: UFBA, 2011.

RÊGO, R. M.; NUNES, A. F. Conhecimentos e uso de tecnologias BIM por empresas de AEC e por cursos de arquitetura e engenharia civil de Recife: situação e desafios. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 5., 2011, Salvador. **Anais...** Salvador: UFBA, 2011.

RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M. L. V. X.; MORAIS, M. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos? **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 151-165, jun. 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-86212013000200012&lng=pt&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212013000200012&lng=pt&nrm=iso&tlng=en)>. Acesso em 14 fev. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-86212013000200012>.

SOUZA, L. L. A.; LYRIO FILHO, A. M.; AMORIM, S. R. L. Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 4., 2009, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2009.

STEHLING, M. P.; ARANTES, E. M. Contribuições da Tecnologia BIM em processos de projeto na construção civil em Belo Horizonte. TIC 2011. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 5., 2011, Salvador. **Anais...** Salvador: UFBA, 2011.

STEHLING, M. P.; ARANTES, E. M. Análise do processo de implantação de BIM em empresas de projetos industriais e arquitetônicos em Belo Horizonte. **Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, v. 5, n. 1, jun. 2014. Disponível em: <<http://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8634542>>. Acesso em: 14 fev. 2016.

WHITEHEAD, H.; KESTELIER, X.; GALLOU, I.; KOCATURK, T. Interview with the Specialist Modelling Group (SMG): The Dynamic Coordination of Distributed Intelligence at Foster and Partners. In: KOCATURK, T.; MEDJDOUB, B. (Ed.). **Distributed Intelligence in Design**. Oxford: Wiley-Blackwell, 2011.

WITICOVSKI, L. C.; SCHEER, S. Utilização de modelagem BIM no processo de integração entre projeto e orçamentação: situação e desafios. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA

CONSTRUÇÃO, 5., 2011, Salvador. **Anais...** Salvador: UFBA, 2011.

WU, W.; ISSA, R. R. A. BIM Education for new careers options: an initial investigation. In: BIM ACADEMIC WORKSHOP 2013, Washington,

D. C. 2013a. **Proceedings...** Washington, D. C., building SMART Alliance. 2013a. Disponível em: <[http://bimforum.org/wp-content/uploads/2013/01/BIM-education-for-new-career-options\\_an-initial-investigation.pdf](http://bimforum.org/wp-content/uploads/2013/01/BIM-education-for-new-career-options_an-initial-investigation.pdf)>. Acesso em: 19 fev 2016.

**Maria Bernardete Barison**  
barison@uel.br

**Eduardo Toledo Santos**  
etoledo@usp.br

# ENSINO DO URBANISMO NOS CURSOS DE ARQUITETURA E URBANISMO: TECENDO A COMPREENSÃO DA CIDADE PARA A ATIVIDADE PROJETUAL

Urban planning teaching in Architecture and Urbanism courses: weaving the understanding of the city for design activity

Mônica Peixoto Vianna<sup>1</sup>, Débora Barros Cavalcanti<sup>2</sup>

**RESUMO** Este artigo trata de uma reflexão sobre o ensino do urbanismo e sua articulação com a atividade projetual em escolas de Arquitetura e Urbanismo a partir da elaboração e implantação de um projeto pedagógico inovador para um curso de Arquitetura e Urbanismo na região Nordeste do Brasil. Como relato de experiência, inicialmente o artigo tratará as bases conceituais e empíricas que deram origem à construção de uma visão crítica sobre os cursos de Arquitetura e Urbanismo na região. Em seguida serão abordados os critérios que foram a base deste novo projeto pedagógico e algumas estratégias adotadas para o ensino de urbanismo, principalmente a inclusão de uma disciplina que trata de planejamento urbano no primeiro semestre do curso e uma atividade de reconhecimento da cidade como palco da ação do arquiteto e urbanista. Por ser uma experiência ainda recente, serão relatadas as primeiras avaliações feitas por docentes e alunos sobre a aplicação prática dos critérios mencionados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino do urbanismo, Projeto pedagógico, Relação entre arquitetura e urbanismo, Inovação.

**ABSTRACT** This article is a reflection on the urban planning teaching and its integration with the design activity in Architecture and Urbanism schools by the development and implementation of an innovative degree programme for a course of Architecture and Urban Planning in the Brazilian Northeast area. As experience report, initially the article will address the conceptual and empirical grounds that gave rise to the construction of a critical view of the Architecture and Urbanism courses in this region. Then, we will discuss the criteria that were the basis of this new programme and some strategies adopted for urban planning teaching, especially the inclusion of a discipline that deals with urban planning in the first semester of the course. Since it is a still recent experience, the first evaluations made by teachers and students on the practical application of the above criteria will be reported.

**KEYWORDS:** Urban education, Degree programme, Interface between architecture and urban planning, Innovation.

<sup>1</sup> Centro Universitário Tiradentes – UNIT

<sup>2</sup> Universidade Federal de Alagoas – UFAL

**How to cite this article:**

VIANNA, M. P.; CAVALCANTI, D. B. Ensino do urbanismo nos cursos de Arquitetura e Urbanismo: tecendo a compreensão da cidade para a atividade projetual. *Gestão e Tecnologia de Projetos*, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 121-133, jan./jun. 2016.  
<http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v11i1.99209>

**Fonte de financiamento:**

Declara não haver.

**Conflito de interesse:**

Declara não haver.

**Submetido em:** 20 jun. 2015

**Aceito em:** 14 jan. 2016



## INTRODUÇÃO

A relação entre a arquitetura e o urbanismo foi construída ao longo do tempo de maneira indissociável. Segundo Brandão (2005), arquitetos foram assumindo, historicamente, diferentes papéis, mas sempre conectados com a sociedade do seu tempo e o espaço decorrente: o arquiteto-sacerdote da antiguidade; o arquiteto-filósofo da Grécia antiga; o arquiteto orgulhoso do Império Romano que ia estendendo sua influência e criando novas cidades; o arquiteto-operário medieval; o arquiteto-mediador do Renascimento que se preocupava com a estética das cidades; o arquiteto do estado na Revolução Industrial tratando de resolver os problemas decorrentes da crescente e acelerada urbanização; o arquiteto liberal do século XX que não resiste à cultura homogeneizante dominante e à submissão ao mercado e acaba se transformando, como todos os seres humanos, em apêndices do capital (ROGGERO, 2010). Sendo assim, o arquiteto e urbanista negligencia parte da sociedade (talvez a maior), tornando-se parcial, optando por trabalhar para um determinado grupo social. Essa escolha representa uma perda na relevância social da profissão, pois ao privatizar o seu público alvo, menospreza a cidade como palco de sua ação por excelência onde há muito trabalho a realizar. A arquitetura e o urbanismo se tornam artigo de luxos e não uma necessidade (FRANÇA et al., 2013).

Seguindo a mesma dinâmica, o ensino de arquitetura e urbanismo reflete historicamente esse contexto universal, não considerando, em muitos casos, as realidades locais. A construção de uma relevância social estava presente no imaginário e na prática dos que fizeram dessa profissão algo que poderia, em seu objetivo final, melhorar a qualidade de vida dos habitantes de determinada localidade, partindo da concepção dos espaços micro (como um banheiro) ao macro (bairros e cidades, por exemplo). Com as crises que se sucederam na área da construção civil e do desenvolvimento urbano no final do século XX, as escolas se distanciaram dessa visão e se adaptaram ao mercado, desenvolvendo, de forma expressiva, a formação do arquiteto projetista autônomo que atende às camadas de maior renda da população, em detrimento de um profissional pronto a contribuir na solução dos problemas espaciais das aglomerações urbanas nas diferentes escalas e características (MARAGNO, 2013). Alia-se o fato de que a área de projetos trabalha de forma pouco centrada na realidade local e a partir de pressupostos universais. Essa carência na formação acabou distanciando os arquitetos e urbanistas da realidade local fazendo que, ao se tornarem irrelevantes e despreparados, para enfrentar tal realidade, o mercado de trabalho não reconhecesse o valor da profissão, trazendo vários problemas que vão da baixa remuneração à substituição por outros profissionais em tarefas nas quais o arquiteto e urbanista estaria, em tese, mais preparado para realizá-las (tais como a habitação de interesse social).

Sendo assim, este artigo tratará de desenhar esse panorama geral e apresentar os pressupostos que estiveram na base da concepção de um Projeto Pedagógico de Curso de Arquitetura e Urbanismo que fosse mais sensível às questões locais, demonstrando que a adoção de determinadas posturas e abordagens podem dar ao curso uma relevância social, em algumas regiões perdida e substituída por outras profissões que não podem atender completamente o alcance da disciplina de Arquitetura e Urbanismo. Apresenta-se a seguir o resultado dessa reflexão em forma de um projeto pedagógico de um curso de Arquitetura e Urbanismo na região Nordeste que, tendo apenas 16 meses, já demonstra resultados passíveis de avaliação. Apesar de saber que a problemática da relevância social do arquiteto e urbanista e a consequente crise da profissão tem um caráter mundial, este artigo trata de analisar a questão tendo como pano de fundo uma cidade de porte médio de um pequeno estado nordestino. Sendo assim, a baixa qualidade do espaço arquitetônico, em termos micro e macro, encontrada em Maceió reflete a irrelevância social que a profissão vem assumindo nos últimos anos.

Inicialmente o artigo analisará brevemente a formação do arquiteto e urbanista, construindo uma visão crítica sobre os cursos de Arquitetura e Urbanismo na região. Em seguida serão destacados os critérios que foram definidos como a base do novo projeto pedagógico e algumas estratégias adotadas para o ensino de urbanismo, especialmente detalhando uma atividade integradora que buscou introduzir os alunos no conhecimento da cidade e dos seus problemas e potencialidades. Para finalizar, ainda de forma incipiente por causa da contemporaneidade da experiência, buscar-se-á avaliar os frutos por meio dos relatos de alunos e docentes sobre a aplicação prática dos critérios mencionados.

## A ATUAÇÃO E A FORMAÇÃO DO ARQUITETO E URBANISTA

Este artigo não aprofunda a questão da profissão do arquiteto e urbanista enquanto suporte de uma produção arquitetônica ideológica que promove especulação imobiliária, ignora as populações de baixa renda e degrada o meio ambiente – uma vez que já fora discutida por Paulo Bicca (1984) em *Arquiteto, a máscara e a face*, que sugere uma autonegação da profissão –, mas retoma o tema pelo viés da autocrítica, como sugere Lauande (2005) em seu artigo “As velhas e novas máscaras do arquiteto”. A arquitetura e o urbanismo, apesar de sua ampla abordagem e possibilidades de atuar como agente transformador das condições socioespaciais locais, têm se dedicado a pequenas porções das suas atribuições, as que estão ligadas à manutenção de uma imagem “glamourosa” da vida, da existência de um status cuja possibilidade de pagar um arquiteto é um sinal de distinção social. Não se trata de criticar os profissionais que atendem a essa fatia do mercado, eles o fazem e com muita competência, no entanto apoia-se aqui a análise de Lauande (2005) que posiciona o arquiteto e urbanista como refém do estereótipo de “maquiador de espaços”:

Os eventos “barocos” como a Casa Cor, passaram a ser para a sociedade a maior “vitrine” da nossa produção. Os espaços concebidos são um mero show-room travestido de “arquitetura”, a serviço (promíscuo) da lógica do mercado, com a sua ávida necessidade de renovar a oferta de produtos.

Lauande (2005) complementa a sua crítica ao afirmar que reconstruir a relevância social do arquiteto envolve o desvencilhamento das máscaras para que a contribuição do arquiteto e urbanista atue no resgate de uma sociedade refém não só das injustiças sociais, mas também, da submissão ao poder das imagens e da mídia. Dever-se-ia, portanto, retomar o papel do arquiteto e urbanista enquanto pensador da sua ação e da sociedade que lhe rodeia, tendo em vista que o espaço reflete a forma como a sociedade se organiza. A formação desse profissional consequentemente deve tratar a estética de maneira indissociável da ética e assim praticar uma autocrítica do que tem sido a sua produção e influência na sociedade atual. Desse ponto de vista filosófico, pela abrangência da formação acadêmica do arquiteto e urbanista, esse profissional deveria ser imprescindível para a sociedade.

Observam-se, por exemplo, bons resultados do trabalho do arquiteto e urbanista quando ele propõe mudanças urbanas significativas, inclusive no Brasil. Se reconhece mundialmente a capacidade dos profissionais locais quando contribuíram para a qualidade das leis urbanas brasileiras (Estatuto da Cidade) ou atuaram produzindo boa arquitetura e urbanismo nas áreas precárias das cidades, sendo, portanto, reconhecidos como aqueles responsáveis pela mudança nessas áreas (FRANÇA et al., 2013). Então quem não valoriza o trabalho do arquiteto não é a sociedade. São os próprios arquitetos que não lutam e ocupam o espaço de suas atribuições. França et al. (2013) afirmam que a exposição midiática de Lúcio Costa e

Oscar Niemeyer acabou por projetar uma ideia no imaginário das pessoas de que o arquiteto e urbanista projeta apenas grandes obras onde o aspecto plástico se sobrepõe aos aspectos ecológico e humano. Esta projeção afeta, portanto, a formação do arquiteto que, por vezes, entra na escola de arquitetura e começa a se encantar com a ideia de fazer parte do *star system* da arquitetura local, não tendo a chance de conhecer e se seduzir pela possibilidade de produzir espaços de qualidade para a maior parte da população nas suas diversas variantes.

Considerando o fato de que há uma demanda social da participação do arquiteto e urbanista na resolução dos problemas do espaço habitável, infelizmente essa pendência não está sendo atendida por ainda não se ter encontrado formas de estender o benefício da atuação do arquiteto e urbanista à totalidade da população. Mesmo que, desde 2008, exista uma lei que assegura “às famílias de baixa renda assistência técnica pública e gratuita para o projeto e a construção de habitação de interesse social” (BRASIL, 2008), tornando o trabalho de projetar e construir acessível a toda sociedade, ao estabelecer a possibilidade de famílias com renda de até três salários mínimos ter acesso aos serviços de arquitetura e urbanismo.

Nesse contexto brasileiro de um capitalismo globalizado e agressivo, qual deveria ser o papel da arquitetura e urbanismo? Adotar o viés “mercadófilo” dos projetos arquitetônicos e urbanísticos (imobiliários), que se contrapõe ao chamado desenvolvimento sustentável tem sido o caminho escolhido. A abordagem sustentável entra em conflito com a expansão ilimitada do mercado e exige uma nova forma de inteligência projetual para defender o equilíbrio do planeta (SEGRE, 2008). O arquiteto e urbanista poderia partir das questões da sustentabilidade como propiciadora de novas relações sociais, econômicas, políticas e ambientais, preocupadas em preservar a complexidade da vida no País para assim promover o bem-estar da população em bases sustentáveis (SEGRE, 2008).

Obviamente que o futuro da arquitetura e urbanismo está intimamente ligado ao processo de formação dos arquitetos e urbanistas e o que se observa, na maior parte das vezes, é que os cursos de formação acabam sendo extremamente teóricos ou, pior do que isso, superficiais. A universidade forma arquitetos e urbanistas afastados da realidade, mais relacionados à teoria do que à práxis projetual (MARAGNO, 2013). Os cursos acabam sendo incapazes de fornecer ao aluno a possibilidade de uma atuação relevante socialmente, desconstruindo a arquitetura e transformando-a em um espaço de competição pelos “bons” clientes. Em um contexto de uma restrita elite e classe média com capacidade de pagamento, a absorção de mão de obra se torna pequena. Além disso, há uma fraca atuação dos egressos em outras áreas também previstas como de competência dos arquitetos e urbanistas, tais como execução de obras e tecnologia de construção, urbanismo e infraestrutura, meio ambiente, topografia.

Como, portanto, alterar essa lógica que afasta o arquiteto e urbanista da sua vocação de melhorar a qualidade de vida de todos os habitantes por meio da intervenção no espaço habitável? Esse foi o desafio assumido quando se pensou no projeto pedagógico de um novo curso de Arquitetura e Urbanismo em Maceió.

## UM PROJETO PEDAGÓGICO INOVADOR

Tendo em vista a crítica à maneira como a formação do arquiteto e urbanista vem sendo realizada, a oportunidade de pensar em um novo modelo de projeto pedagógico para uma região empobrecida e carente de técnica, como é o Nordeste brasileiro, se mostrou aliciadora de ideias e utopias para a relevância social pretendida da profissão. Nesse sentido definiram-se como eixos temáticos do novo curso: **o meio ambiente e a infraestrutura urbana** (com ênfase no saneamento e na mobilidade); **a**



**construção da habitação popular** (levando em consideração a topografia e a requalificação em áreas urbanas e rurais); além do **urbanismo em pequenas cidades** (tratando das questões prementes tais como acessibilidade, parcelamento do solo e desenho urbano). Sendo assim, o curso definiu como foco principal o ato de projetar, no qual as questões arquitetônicas, urbanísticas e paisagísticas seriam tratadas conjuntamente. Todos os projetos elaborados durante a formação deverão contemplar as questões urbanas, aumentando a escala de acordo com a complexidade do tema, de acordo com o amadurecimento e o progresso do aluno.

Logo, o curso “orbitaria” em torno da prática projetual (disciplinas do bloco disciplinar: Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo) que se serviria de disciplinas conceituais e instrumentais para a sua completa execução<sup>1</sup>, conforme ilustrado na Figura 1 a seguir:



A oferta desse novo curso de Arquitetura e Urbanismo visou suprir a lacuna de arquitetos e urbanistas dotados de conhecimentos acerca do processo construtivo concatenado com as necessidades regionais e locais para atuar nas questões urbano-ambientais próprias do tempo atual e da realidade histórica. Tratava-se de conectar cada vez mais as questões da arquitetura e do urbanismo, produzindo espaços de qualidade tanto do ponto de vista dos edifícios quanto da paisagem e do espaço urbano.

O curso proposto trouxe consigo reflexões sobre a essência da arquitetura e do urbanismo no atual contexto mundial da globalização, que exige que todas as sociedades trabalhem o lema “pensar globalmente e agir localmente”, incorporando e regionalizando, num processo criativo, novos paradigmas, como: sustentabilidade, equilíbrio social e ecológico, preservação da originalidade local e regional. Simultaneamente, exige o início de um processo de produção do espaço do habitat humano cada vez mais industrializado, com formas inovadoras, visando uma melhoria das condições de vida das futuras cidades, interferindo no espaço e criando soluções que demonstrem o compromisso do arquiteto e urbanista com o exercício da cidadania.

**Figura 1.** Relação entre os blocos disciplinares e tipos de disciplinas. Fonte: PPC de Arquitetura e Urbanismo da FITs.

<sup>1</sup> A seção 3 deste artigo: Um projeto pedagógico inovador, utiliza como base, obviamente, o texto do Projeto Pedagógico do Curso de Arquitetura e Urbanismo da então FITs (Faculdade Integrada Tiradentes), atualmente Centro Universitário Tiradentes (UNIT), localizado em Maceió (AL), onde as autoras do texto trabalham ou trabalharam, inclusive escrevendo o Projeto Pedagógico do Curso.

Os objetivos do curso são decorrentes da análise da realidade e dos posicionamentos assumidos nos referenciais e expressam as finalidades da ação educativa proposta por ele. Como objetivo geral, propusemos:

Formar profissionais no campo da arquitetura e urbanismo, conscientes da responsabilidade social e do comprometimento com o desenvolvimento regional, através do empreendedorismo, da criatividade, da prática, da crítica, da reflexão e da transformação em consonância com a realidade na qual está inserido. (FACULDADE INTEGRADA TIRADENTES, 2012).

Embora tenha caráter generalista, ressalta-se que a formação foi pensada de forma a promover uma prática profissional que englobasse tanto o projeto de arquitetura, urbanismo e paisagismo (incluindo a conservação do patrimônio construído e natural por meio de atuação nas questões infraestruturais e ambientais) quanto a construção civil (sobretudo do habitat popular). Além disso, o curso buscará a formação de um profissional capaz de participar na formulação do planejamento urbano e regional, voltado especialmente para o desenvolvimento de pequenas e médias cidades, realidade do estado de Alagoas, de onde se originam muitos dos alunos.

Baseado nos novos critérios, o Projeto Pedagógico implementado busca uma abordagem de ensino mais baseada na prática, ensinando a fazer fazendo, tratando de desenvolver um perfil mais de arquiteto e urbanista construtor (executor), enfatizando além do ato de projetar, a execução de obras e serviços como um espaço profissional importante de ser ocupado, tendo em vista a baixa qualidade e coerência das obras com seus respectivos projetos. Nesse sentido, o curso se organizou em torno de quatro blocos disciplinares principais: **Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo; Planejamento Urbano, Paisagismo e Meio Ambiente; Teoria e História da Arte, Arquitetura, Cidade e Paisagem; Tecnologia da Construção**. Há também um bloco disciplinar relacionado à **Expressão Gráfica** (instrumental de base para a projeção, que poderá ser comum a outros cursos que tenham o desenho como instrumento) e outro bloco disciplinar, com aquelas disciplinas comuns a todos os cursos da instituição que objetivam nivelar os conhecimentos e criar uma identidade própria, ética, cidadã, investigativa e extensionista<sup>2</sup> de todos os alunos. O Quadro 1 a seguir apresenta o esquema geral da estrutura curricular envolvendo todos os blocos disciplinares.

O eixo estruturador do curso é o bloco disciplinar **Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo**, cujas unidades curriculares apresentam conteúdos obrigatórios de integração. Nessas disciplinas o aluno fará a síntese entre arquitetura e urbanismo integrando as matérias conceituais e instrumentais. O bloco disciplinar **Planejamento Urbano, Paisagismo e Meio Ambiente**, apesar de conter algumas disciplinas mais instrumentais, terá sua maior contribuição na esfera conceitual. Já o bloco **Teoria e História da Arte, Arquitetura, Cidade e Paisagem** aportará disciplinas de ênfase conceitual. O bloco disciplinar **Tecnologia da Construção** será prioritariamente instrumental.

Em termos de atividades práticas que serão desenvolvidas dentro do curso, como laboratório de ensino, pesquisa e extensão, utilizando-se as disciplinas de cada bloco disciplinar em trabalho conjunto no Escritório Modelo e Canteiro Experimental em Arquitetura e Urbanismo (EMCE) que será criado, serão promovidas as seguintes ações:

<sup>2</sup> Essa visão da pesquisa e da extensão está definida no Projeto Político Institucional da então Faculdade Integrada Tiradentes (FITS), hoje Centro Universitário Tiradentes (UNIT), que estabelece algumas disciplinas obrigatórias para todos os alunos – entre elas encontram-se as Práticas Investigativas I e II e as Práticas Extensionistas I e II, que nos primeiros quatro períodos de todos os cursos já exigem que os alunos estejam elaborando e executando projetos de pesquisa e extensão.

- Construção de uma casa popular por ano (recursos obtidos por meio de patrocínios) em cooperação com associações de moradores, servindo de local para aprendizagem dos elementos construtivos para todos os alunos;
- Convênios com municípios para prestar assessoria urbanística a cada ano, observando os aspectos ambientais, de desenho urbano, de infraestrutura e de planejamento;
- Convênios com construtoras para o acompanhamento de obras em troca de bolsas de estudo para seus funcionários.

**Quadro 1.** Esquema geral da estrutura curricular.

Núcleos	Fundamentação		Profissionalização							TFG
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Períodos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ciclos	Introdução		Básico		Intermediário		Avançado			
Blocos Disciplinares	Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo (PAUP)									
	Planejamento Urbano, Paisagismo e Meio Ambiente (PUPM)									
	Teoria e História da Arte, Arquitetura, Cidade e Paisagem (THAC)									
	Tecnologia da Construção (TC)									
	Disciplinas de outros cursos (FITS)									
	Expressão Gráfica (EXP)									
	Atividades Complementares									

Fonte: PPC de Arquitetura e Urbanismo da FITS.

Como elementos integradores e que reforçariam a proposta de articulação entre arquitetura e urbanismo, o Projeto Pedagógico do curso adotará algumas estratégias que serão desenvolvidas no passo a passo da integralização do curso. Como todas as disciplinas deverão gravitar em torno da prática de projeção e de execução (em arquitetura, urbanismo e paisagismo), haverá a integração entre os conteúdos das disciplinas em termos horizontais (no mesmo semestre) e em termos verticais (entre semestres), e serão ministrados de forma a contemplar graus crescentes de complexidade.

## **AVALIAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS ADOTADAS PARA O ENSINO DE URBANISMO**

Apesar da recente implantação do Projeto Pedagógico, inaugurado em fevereiro de 2014, é possível avaliar preliminarmente algumas das estratégias adotadas para promover a integração entre arquitetura e urbanismo no âmbito da formação. Dentre aquelas adotadas no Projeto Pedagógico do curso de Arquitetura e Urbanismo da FITS, duas já foram implantadas: a introdução do urbanismo no primeiro semestre do curso e o evento integrador Arquitecendo.

Além das disciplinas básicas de qualquer primeiro semestre de curso de Arquitetura e Urbanismo, como Desenho e Geometria, Teoria e História, Metodologia Científica, Fundamentos de Projeto de Arquitetura e Urbanismo etc., o curso da FITS traz em seu primeiro semestre a disciplina Estudos Urbanos: Sociedade, Economia e Meio Ambiente, que trata de conteúdos como: os problemas urbanos contemporâneos e a discussão sobre a cidade brasileira, o conceito e a história da evolução da cidade, a base econômica do desenvolvimento urbano, as funções urbanas, os conflitos sociais e espaciais no meio urbano e a poluição ambiental. Apresentam-se também na disciplina a reforma urbana, o desenvolvimento sustentável e a evolução do pensamento ambiental no Brasil, chegando na Agenda 21 brasileira. Como parte prática da disciplina os alunos realizam uma análise social, econômica e ambiental de uma área de Maceió e apresentam propostas de

melhorias sociais, econômicas e ambientais em forma de maquete para a área analisada.

Essa estratégia de introduzir as questões urbanas desde o primeiro semestre do curso teve como objetivo o treinamento dos alunos, desde o início, para a visualização das diferentes escalas do espaço habitável. Além da discussão teórica sobre as questões urbanas, os alunos têm a oportunidade de propor melhorias nas áreas visitadas, ou seja, começam a exercitar a prática projetual articulando a arquitetura e o urbanismo.

Como forma de complementar e articular a mesma estratégia, o curso também propõe no primeiro semestre um evento intitulado *Arquitecendo* que tem por objetivos principais a integração entre discentes e docentes do curso de Arquitetura e Urbanismo, a identificação e construção da identidade desses alunos com o bairro e as comunidades que estão no entorno imediato do campus da faculdade, bem como a construção da identidade do curso, contribuindo para a formação desses estudantes, tornando-os mais confiantes, conscientes e críticos, entendendo a integração entre a arquitetura e urbanismo, muito importante na futura prática profissional.

Acredita-se que interferir na formação e na visão que os estudantes têm da cidade, em um momento no qual o curso está sendo implantado, é uma oportunidade única, pois essa ação é fundamental para criar a tão esperada identidade de curso. Curso esse que, como foi apresentado no início do artigo, tem seu embasamento nos processos criativos e na construção de um olhar integrador no que tange à estética, à cidade, a seus habitantes e modos de morar.

O evento se divide em quatro momentos: encontro, percepção, reencontro e troca.

- **Encontro:** recepção dos alunos do primeiro período e formação dos grupos de trabalho. São formados quatro grupos de modo aleatório mediante a distribuição de fitas coloridas (quatro cores referentes aos quatro grupos). Formados os grupos, estes terão como “tutores” dois professores do curso que darão as instruções de como o processo perceptivo de investigação urbana será realizado. Cada grupo adotará um tema que norteará a visita aos bairros/comunidades ao redor do campus da faculdade. Dentro dessas áreas encontram-se quatro paisagens bem distintas: dois assentamentos precários, um conjunto residencial popular da Cohab/AL, um bairro residencial de classe média com a presença de empreendimentos de turismo e um grande eixo viário que liga a região da faculdade a outros bairros, inclusive à área de expansão da cidade.
- **Percepção:** cada grupo segue da faculdade para uma das quatro áreas pré-determinadas. Essa caminhada acontece nos moldes da deriva (metodologia situacionista de investigação urbana que tem como princípio perceber a subjetividade afetiva do lugar). Os alunos devem registrar suas impressões em croquis, fotografias, vídeos e coletas de objetos relacionais que serão utilizados nas oficinas.
- **Reencontro:** os alunos deverão retornar à faculdade para dar continuidade às atividades. O reencontro é o momento no qual cada participante compartilha sua experiência pessoal com os demais, a fim de formar uma experiência de grupo. Nesse momento são exploradas as potencialidades do lugar e da percepção dos participantes e serão produzidas imagens conceituais dessas experiências vividas e das histórias contadas tecendo uma imagem coletiva.
- **Troca:** no final do dia, os quatro grupos apresentam seus mapas conceituais da visita, bem como as histórias e as particularidades da experiência. Essa produção é exposta no hall do bloco de salas de aula do curso de Arquitetura e Urbanismo a fim de que possam ser compartilhadas com os demais usuários da Faculdade e, atualmente, com os alunos veteranos do curso. A base para esses mapas foi tecido

branco na primeira edição do evento – o que ajuda a explicar um pouco mais o nome do evento – e nas edições seguintes optou-se por papel paraná e depois por módulos de MDF conforme pode ser visto nas quatro figuras a seguir:



**Figura 2.** (a) Momento da “percepção” em um dos assentamentos visitados, em 2014. (b) Momento da “troca” na edição do Arquitectendo 2014.1. (c) Momento da “troca” na edição do Arquitectendo 2014.2. (d) Momento da “troca” na edição do Arquitectendo 2015.1. Fonte: Acervo do curso de Arquitetura e Urbanismo da FITs.

Dessa forma, acredita-se que o Arquitectendo é um evento que permite definir a identidade do curso de Arquitetura e Urbanismo da FITs, tornando-se um referencial na formação dos alunos e na atuação dos professores.

Alguns dos professores envolvidos na organização do evento (de áreas de ensino diferentes da de urbanismo) trouxeram algumas contribuições para a avaliação da experiência ao responder as seguintes questões:

- 1) O que você acha de introduzir os Estudos Urbanos no primeiro semestre do curso de Arquitetura e Urbanismo?
- 2) O exercício do Arquitectendo trouxe algum avanço na aprendizagem do aluno?
- 3) Ao projetar, os alunos conseguem articular melhor a arquitetura e o urbanismo?

As respostas à primeira questão foram muito positivas, cada um percebendo dentro da sua área de atuação diferentes contribuições como

*A experiência tem se mostrado muito válida, pois tem indicado que os alunos despertam um novo olhar para a cidade. Começam a se questionar sobre estrutura física, distribuição do espaço, melhorias, segurança, entre outros. Passam a prestar mais atenção na cidade em que vivem e trazem essas experiências para a sala de aula. (informação verbal).*

Seguindo essa mesma ideia, outro professor complementa a fala afirmando que a disciplina

*Tem tornado os alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo mais conscientes do papel social do arquiteto, além de torná-los mais críticos e questionadores quanto aos aspectos da cidade em que vivem. A impressão é que o aluno começa o curso com um olhar mais maduro, diferente das turmas do ensino de arquitetura convencional, onde as problemáticas e o pensamento urbano só são abordados a partir do quarto período. (informação verbal).*



Outra docente vai um pouco mais além, afirmando que essa disciplina é “essencial para os alunos e futuros arquitetos, pois é necessário desde o início do curso tentar fazê-los entender as relações de espaço para além da edificação” (informação verbal).

Com relação ao questionamento sobre a importância do evento Arquitecendo, as percepções dos docentes também se mostraram muito positivas: “sinto que os alunos passaram a criar mais vínculo de identidade com localidade estudada. Passou a existir uma preocupação com a comunidade que fomenta ideias espontâneas (além da sala de aula) para solucionar alguns problemas” (informação verbal).

*Vejo que os alunos entendem melhor não só a cidade em que vivem, como também a própria realidade. Conseguem enxergar de outra forma os problemas urbanos atuais e conviver melhor com a diversidade. Muitos vão além e já tentam pensar em soluções, alternativas e começam a compreender melhor o seu papel na sociedade.* (informação verbal).

Sobre a terceira questão apenas um dos professores, que é da área de projeto, colocou sua opinião, afirmando:

*Ainda sinto que esse aspecto não mudou, mas acredito que o problema seja a abordagem da disciplina de projeto que não incluiu a análise do entorno como parte dos condicionantes projetuais. Contudo, caso a metodologia de projeto mudasse, acredito que o olhar analítico dos alunos seria diferente do dos alunos que ainda não tiveram as disciplinas de urbanismo.* (informação verbal).

Como a experiência é bem recente e os professores ainda estão construindo uma metodologia projetual mais articuladora entre arquitetura e urbanismo, espera-se mais adiante poder avaliar, com mais precisão, os impactos dessas estratégias adotadas.

Da mesma forma, para a elaboração deste artigo decidiu-se fazer alguns questionamentos aos alunos sobre suas ideias prévias sobre o que seria um curso de arquitetura e urbanismo, suas percepções iniciais do curso e suas considerações sobre a disciplina de Estudos Urbanos: Sociedade, Economia e Meio Ambiente e do evento Arquitecendo, e também se houve alguma mudança de percepção sobre o conteúdo do curso. Em virtude da exiguidade do prazo para conclusão do artigo e a coincidência com época de provas e conclusão do semestre, poucos alunos formalmente se manifestaram respondendo a um formulário online proposto. O formulário fez cinco perguntas de resposta obrigatória:

- 1) Quando você optou pelo curso de Arquitetura e Urbanismo, o que você imaginou como atividades do arquiteto e urbanista?
- 2) O que era para você a arquitetura?
- 3) O que era para você o urbanismo?
- 4) O que representou para você o evento Arquitecendo na sua compreensão da arquitetura e do urbanismo?
- 5) Como você vê hoje a relação entre arquitetura e urbanismo?

As respostas à primeira pergunta foram muito gerais, referindo-se ao curso de Arquitetura e Urbanismo como um curso no qual se desenharia casas e se utilizaria a criatividade. As respostas a essa pergunta na verdade refletem já alguma influência das disciplinas cursadas. Para uma melhor avaliação das estratégias, essa pergunta (assim como a pergunta 2 e 3) deverá se aplicada na primeira semana de aula do próximo semestre, para depois se verificar a eventual mudança de ponto de vista dos alunos já no final do semestre letivo.



As respostas às perguntas 2 e 3 são também bem gerais e enfatizam a arquitetura como construção de sonhos, principalmente de casas. As respostas também falam em criação de espaços nos quais a estética, o conforto e a organização do espaço se destacam do ponto de vista da arquitetura. Já do urbanismo se fala em funcionamento e organização das cidades, ruas, praças, paisagens.

As respostas à pergunta 4, por outro lado, foram muito mais pessoais (diferentemente das anteriores), demonstrando mudanças de pensamento e aquisição de novos conhecimentos. As falas revelam um impacto profundo no conhecimento do que é a realidade local e a possibilidade de transformá-la por meio da profissão que os estudantes começam a se preparar para um dia exercer: “*é uma experiência única não só para o curso, mas para a ética humana*” (informação verbal). Há também uma compreensão da relação intrínseca entre a Arquitetura e o Urbanismo: “*só entendi de verdade o que é Arquitetura e Urbanismo depois de ter participado do evento e do projeto*” (informação verbal).

Começa-se a pensar na possibilidade de trabalhar como arquiteto e urbanista também nas comunidades, e que os moradores dessas áreas, assim como qualquer cidadão, têm o direito de sonhar com a sua casa projetada por um arquiteto e urbanista, além de entender que um bom projeto urbano é fundamental para a qualidade do espaço arquitetônico:

[Participar do Arquitecendo] *representou o lado do arquiteto e urbanista de lidar com o sonho de um cliente, pois meu projeto é futuramente realizar mudanças na comunidade, e foi importante ter esse primeiro contato com os moradores, para ver o que eles acham do projeto urbano para depois ser realizado o arquitetônico.* (informação verbal).

O entendimento da realidade urbana local, a curiosidade, a vontade de transformar a si próprio e aos espaços para o benefício comum parece ser uma “verdade” adquirida que, com certeza, marcará os anos futuros do aprendizado profissional:

[Participar do Arquitecendo] *representou que não existe só a realidade em que eu vivo. Que a minha volta existem outras questões com as quais não convivo, mas estão ali. Que se deve conhecer melhor o ambiente em que se vive e ao redor dele. Que se pode melhorar um lugar com a transformação de elementos do espaço. O Arquitecendo fez com que os olhares dos futuros arquitetos e urbanistas ficassem mais aguçados, mostrando elementos e detalhes urbanos que não notaríamos se não estivéssemos nesse curso.* (informação verbal).

A última pergunta ensaia uma síntese da compreensão da arquitetura e urbanismo após o Arquitecendo, e a discussão teórica e o trabalho prático que se realizam na disciplina Estudos Urbanos: Sociedade, Economia e Meio Ambiente, sobre a área visitada no evento. Os alunos mostram um aprendizado, obviamente ainda incipiente, das possibilidades profissionais que o curso oferece, contemplando ética e estética, que sempre foram as bases da profissão: “[arquitetura e urbanismo] *em uma relação de complemento, na qual a arquitetura cria espaços e o urbanismo os organizam em meio a cidade*” (informação verbal). O impacto no entusiasmo e paixão pela profissão é marcante: “*foi excepcional, pois aprendi que não existe arquitetura sem urbanismo e que ele, por sua vez, faz ter sentido tudo aquilo que se é construído ou idealizado*” (informação verbal) – obviamente que com algum entusiasmo e utopia a mais, indispensáveis para a juventude que precisa ter liberdade para ampliar seus horizontes criativos e éticos em busca de uma sociedade melhor, na qual o trabalho do arquiteto e urbanista recupera seu valor histórico e sua relevância social transformadora.

*Hoje vejo o curso com outros olhos. Apesar de não ter concluído, vejo que não é só algo estético. Tão importante quanto a construção em si, o arquiteto e urbanista tem o trabalho ético de arquitetar literalmente um espaço melhor para todos. Através deste é possível formar novos costumes, formas de pensar, grupos de encontro, espaços inimagináveis. A imaginação, algo primordial no início da história humana, vem se defasando pelas tecnologias e a alienação cotidiana, e cabe ao arquiteto o dever de guiar a sociedade para uma melhor convivência entre os seres humanos.* (informação verbal).

Além das respostas ao formulário, foi possível recolher manifestações espontâneas por parte dos alunos sobre o que foi o evento: “a gente deveria ter Arquitecendo todo mês”; “foi muito bom, a gente começou a ver a cidade com outros olhos” (informações verbais).

## CONCLUSÃO

A experiência, que teve início em 2014, ainda é muito recente. No entanto, há evidências de que as opções propostas têm um grande potencial transformador. A aproximação com as questões urbanas e o contato com a realidade local modificaram comportamentos e atitudes inicialmente pouco abertas ao contato com outros grupos sociais. A visita e o trabalho em uma comunidade de baixa renda vizinha à faculdade desconstruíram estereótipos e, de maneira surpreendente, impulsionou todos os trabalhos para aquela área, o que era impensável em outras escolas de arquitetura, onde os alunos “fogem” dessas áreas de trabalho. A compreensão de que a arquitetura e o urbanismo são disciplinas capazes de melhorar a qualidade de vida das pessoas através da projeção de espaços de qualidade já permeia o pensamento desses jovens estudantes que se apaixonaram pelo curso e querem dessa forma contribuir para o desenvolvimento da cidade. Do primeiro ao segundo semestre não se contabilizou nenhuma evasão de alunos decorrente de insatisfação com o andamento do curso, há muito a fazer para que essa integração entre a arquitetura e urbanismo se materialize, e o resultado dessa experiência será divulgado para críticas e contribuições.

## REFERÊNCIAS

- BICCA, P. **Arquiteto, a máscara e a face**. São Paulo: Projeto, 1984.
- BRANDÃO, P. **Profissão de arquiteto – identidade e prospectiva**: estudos de caso. Tese (Doutorado). Barcelona: Universidade de Barcelona, 2005.
- BRASIL. Lei nº 11.888, de 24 de dezembro de 2008. Assegura às famílias de baixa renda assistência técnica pública e gratuita para o projeto e a construção de habitação de interesse social e altera a Lei nº 11.224, de 16 de junho de 2005. 2008. Brasília, DF: Casa Civil. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2008/Lei/L11888.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11888.htm)>. Acesso em: 4 fev. 2016.
- FACULDADE INTEGRADA TIRADENTES. **Projeto pedagógico do curso de Arquitetura e Urbanismo**. Maceió: FITS, 2012.
- FRANÇA, E.; SALLES, F.; LOUREIRO, J. C.; MARCONDES, L.; BERTOLDI, M.; LUZ, R. P. Por que a sociedade não valoriza o trabalho do arquiteto? **Revista AU** [online], São Paulo, Edição 231, jun. 2013. Disponível em: <<http://au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/231/artigo290413-1.aspx>>. Acesso em: 15 maio 2015.
- LAUANDE, F. As velhas e novas máscaras do arquiteto. **Arquitextos** [online], São Paulo, ano 06, n. 062.00, jul. 2005. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/06.062/440>>. Acesso em: 15 maio 2015.
- MARAGNO, G. V. Quase 300 cursos de Arquitetura e Urbanismo no país: como tratar a qualidade com tanta quantidade? Algumas questões sobre qualificação e ensino no Brasil. **Arquitextos** [online], São Paulo, ano 14, n. 161.07, out. 2013. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/14.161/4930>>. Acesso em: 15 maio. 2015.

ROGGERO, R. **A vida simulada no capitalismo**: formação e trabalho na arquitetura. São Paulo: Letra e Voz, 2010.

SEGRE, R. Arquitetura precisa de ideologia? **Revista AU** [online], São

Paulo, Edição 166, jan. 2008. Seção Fato e Opinião: Fórum. Disponível em: <<http://au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/166/artigo70741-1.aspx>>. Acesso em: 15 maio 2015.

**Mônica Peixoto Vianna**  
monica\_vianna@yahoo.com

**Débora Barros Cavalcanti**  
debora\_cavalcanti@hotmail.com

