

Ferramentas de autoria BIM na concepção de projetos de arquitetura: reestruturando as relações entre o racional e o criativo

BIM authoring tools in the design of architectural projects: restructuring the relations between the rational and the creative

Maria Luiza Castro¹, Thaís Barros da Silva², Yago Frankley Santos Damasceno³, Fernando Pinheiro Moreira⁴

²Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil, luizadecastro2000@gmail.com

²Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil, thaisgiulia@outlook.com

³Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil, frankleyyago@outlook.com

⁴Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil, engenharia.itaguara@yahoo.com.br

usjt
arq.urb

número 36 | Jan – Abr de 2023
Recebido: 11/09/2022
Aceito: 21/03/2023
DOI: <https://doi.org/10.37916/arq.urb.vi36.612>



Palavras-chave:

Croquis.
Projeto digital.
Belo Horizonte

Keywords:

Sketches.
Digital project.
Belo Horizonte.

Resumo

Este artigo se propõe a investigar a percepção que existe sobre a adequação do uso das ferramentas BIM de autoria para as etapas iniciais de concepção dos projetos de arquitetura. A pesquisa parte de uma análise de reflexões teóricas sobre o processo criativo e suas relações com os processos digitais de projeto, dando, em seguida, um foco mais específico à utilização do BIM. Propõe, ainda, uma investigação exploratória no contexto do mercado de arquitetura de Belo Horizonte (MG), colocando em pauta, por meio de entrevistas semiestruturadas com especialistas usuários do BIM, as principais questões levantadas na investigação teórica: o protagonismo dos croquis e os limites e possibilidades de exploração das ferramentas BIM para a concepção

Abstract

This paper aims to investigate the perception regarding the adequacy of using BIM authoring tools for the early stages of architectural project design. The research is based on the analysis of theoretical reflections on the creative process and its relationship with digital design processes, followed by a specific focus on the use of BIM. The study also proposes an exploratory investigation in the context of the architecture market in Belo Horizonte (MG), through semi-structured interviews with expert users of BIM, analyzing the main issues raised in theoretical research: the protagonism of sketches, and the limits and possibilities of exploring BIM tools for conception.

Introdução

Building Information Modelling (BIM) é uma abordagem que envolve ferramentas digitais e metodologias para aplicação na arquitetura, engenharia e construção civil (AEC), com a finalidade de articular, integrar e gerenciar as informações do projeto. Não se trata, portanto, apenas de um conjunto de ferramentas, nem de softwares - embora estes sejam fundamentais - mas, sim, de uma metodologia ou filosofia de trabalho. Uma das grandes vantagens do BIM é o compartilhamento de informação entre os envolvidos no projeto, que tem grande potencial de articular melhor os processos. A possibilidade de usar recursos computacionais integrados do início ao fim do processo tem levado à utilização do BIM desde o momento de inicial de concepção do projeto, direcionamento este que tem sido, entretanto, questionado. Este artigo procura, assim, investigar a percepção que existe sobre a adequação do uso das ferramentas BIM para a concepção dos projetos.

A pesquisa parte de uma análise de reflexões teóricas sobre o processo criativo e suas relações com os processos digitais de projeto, dando, em seguida, um foco mais específico à utilização do BIM. Para tanto, traz uma revisão da literatura de destaque sobre a criatividade das últimas décadas (SCHON, 1983, CROSS, 1999; MITCHELL, 1990, LAWSON, 1998; 2002; 2005a, 2005b), com ênfase na análise da utilização do croqui como ferramenta de concepção. Ao mesmo tempo, apresenta uma visão alternativa sobre a concepção com ferramentas digitais, a partir de uma perspectiva epistemológica diferente, embora também baseada no *design thinking*¹, que pressupõe novas formas de manifestação da criatividade, próprias dos meios digitais (OXMAN, 2002, 2006, 2008, AMBROSE, 2006, MIETTINEN; PAAVOLA, 2014). A pesquisa traz, por fim, as questões levantadas para o contexto do mercado de arquitetura de Belo Horizonte, propondo uma investigação exploratória, por meio de entrevistas semiestruturadas com especialistas usuários do BIM.

Criatividade, reflexão e ação

A criatividade tem sido descrita de diversas formas, a partir de diferentes pontos de vista. Dentro de um primeiro recorte, Glaveanu *et al.*, (2013), identificam duas principais abordagens: uma que aponta para a existência de etapas sequenciais no processo criativo e outra que destaca a sua interatividade.

A organização sob a forma de etapas consecutivas tem sido descrita desde 1926 (WALLAS, 1926 apud GLAVEANU *et al.*, 2013) incluindo inicialmente as fases de “preparação”, “incubação”, “iluminação” e “verificação, descrição” - que configuram um

modelo que foi sendo mais detalhado ao longo do tempo, gerando estágios intermediários e descrições mais elaboradas, adicionando complexidade e dinamismo.

Por outro lado, partindo de uma premissa epistemológica diferente, baseada na interação e interdependência, Glaveanu *et al.* (2013, p. 2), destacam as teorias de ação da criatividade, que integram “aspectos cognitivos, emocionais, volitivos e motivacionais” e enfatizam a dinâmica com o exterior, com o ambiente sociocultural, mediado por diferentes “sistemas de ferramentas, signos e artefatos”.

Esta linha de pensamento, que Schön (1983) liderou na década de 1980, coloca o foco no projetista propriamente dito, a partir de uma perspectiva teórica pragmática, que influenciou diversos teóricos, inclusive Lawson e Cross – que aplicaram um maior foco no projeto (JOHANSSON-SKÖLDBERG *et al.*, 2013). A imagem que Schön (1983) propõe de uma “conversa criativa” entre o projetista e o seu desenho expressa a essência da relação entre ação e reflexão na criatividade (LAWSON, 2005A; MENEZES; LAWSON, 2006; CROSS, 1999). A analogia é, inclusive, utilizada no contexto dos meios digitais: segundo Oxman (2006), a centralidade que o autor (SCHÖN, 1983) atribui ao projetista no processo de projeto e o diálogo que ele descreve não se limitam ao desenho, mas abrangem “os materiais do problema” de uma forma geral (OXMAN, 2008), incluindo, portanto, as ferramentas digitais. Dessa maneira, dentro da perspectiva das teorias de ação da criatividade, a interação se coloca como um dos elementos mais relevantes e ela parece ser possível também em contexto digital.

Outra chave de compreensão que também se destaca na literatura sobre a criatividade está na ideia de recombinação de elementos pré-existentes (MITCHELL, 1990; OXMAN, 1990; LIU, 1998, LAWSON, 2005b; MENEZES, 2009).

Mitchell (1990) e Liu (1998) fazem referência a Simon² que, em seu artigo 'Style in Design' de 1975, descrevia um “espaço combinatório” dentro do qual o arquiteto se movimenta e cuja riqueza estaria diretamente relacionada com a criatividade do projeto (MITCHELL, 1990; p.9).

Lawson (2005a) aponta que é necessário haver um conjunto de experiências para que as pessoas possam ser criativas, pois elas necessitam de “um reservatório de conhecimento de onde tirar essas novas ideias” (MENEZES, 2009, p. 34) - ou seja, precedentes - que são usados para solucionar novos problemas (OXMAN, 1990 MENEZES; LAWSON, 2006).

¹De acordo com Oxman, 2017 p. 3 – existem definições que descrevem o *design thinking* como um processo de “estratégias criativas que os designers utilizam durante o processo de concepção” (VISSER, 2006); De acordo com JOHANSSON-SKÖLDBERG *et al.* (2013), trata-se de um conceito proposto a partir de diversas perspectivas

epistemológicas – cinco diferentes discursos acadêmicos mais conceituais e outros três focados na gestão. p. 123

² Segundo JOHANSSON-SKÖLDBERG *et al.*, 2013, foi Simon quem inaugurou o Design Thinking, dentro de uma perspectiva epistemológica racionalista

A ideia de precedentes destaca, portanto, a importância de duas condições importantes para um projeto criativo. Inicialmente, deve haver um estoque de elementos pré-existentes a serem acessados – daí a diferença de desempenho entre projetistas novatos e *experts*. Em seguida, não é suficiente que este repertório exista; é também necessário que haja uma capacidade de transformação e interpretação para adaptar as ideias de forma relevante e apropriada dentro do novo contexto (MENEZES, 2009).

A recombinação criativa pode ocorrer em todos os meios, interfaces, ferramentas, etc e faz parte de processos mais sofisticados do ponto de vista cognitivo, estando ligada ao estudo da emergência das formas (OXMAN, 2002).

Porém, a existência de precedentes e o conhecimento também podem afetar negativamente a criatividade. Abraham (2014) descreve um processo pelo qual as redes neurais cognitivas interagem e, de certa forma, competem com a mente criativa, trazendo informação lógica relevante, mas definindo, por outro lado, limites que inibem a inovação durante o processo criativo. O processo criativo envolve, assim, a capacidade de desconsiderar o que ela chama de “restrições por conhecimento” (“knowledge constraints”) (p. 3). Desta forma, a existência de um repertório tem efeitos que podem potencializar, mas, também, inibir a criatividade.

O diálogo criativo do projetista com seus “materiais”: croquis e possibilidades emergentes

Entre os argumentos de que a tecnologia digital não tem os meios para apoiar satisfatoriamente a etapa de concepção, o que mais se destaca é a defesa da importância do croqui que, de acordo com vários autores, não encontra paralelo no computador.

Conforme Menezes e Lawson (2006) e Menezes (2009), existem evidências tanto do ponto de vista cognitivo, quanto das pesquisas na área de projeto, de que durante o processo de concepção, os arquitetos têm uma forte interação com os seus croquis. Desta forma, diversos autores (MITCHELL, 1990; LAWSON, 2005a, MENEZES, 2009; MENEZES; LAWSON, 2006, SCHÖN, 1983; CROSS, 1999) defendem a ideia do croqui como elemento central para o desenvolvimento de ideias e lembram que ele é usado não somente para representar ou registrar ideias existentes na mente, mas, também, para gerar estas ideias, concebê-las. A expressão mais famosa deste conceito é a de conversa criativa com o desenho, colocada por Schön (1983).

O diálogo que se estabelece entre a mente e a representação externa da ideia - o croqui – destaca o caráter reflexivo do ato de projetar - o croqui permite que ideias esboçadas sejam representadas e analisadas, para reflexão, consideração, revisão, desenvolvimento, em um processo contínuo entre as representações interiores e externas (CROSS, 1999).

Mitchell (1990) e Cross (1999) apontam ainda para o potencial da ambiguidade do

croqui na geração de formas: “o projeto não é a descrição do que é, ele é a exploração do que pode ser (MITCHELL, 1990, p.5). O projeto abrange um universo grande de soluções alternativas, incluindo não somente um problema, mas um espaço de problemas, para o qual existe um espaço de soluções. O croqui permite que haja uma exploração destes espaços simultaneamente, considerando demandas e restrições tanto em termos de limites, quanto de possibilidades, na busca de uma correspondência adequada para o par problema/solução (CROSS, 1999).

Menezes e Lawson (2006) destacam dois processos centrais no croqui: emergência e reinterpretação: “a emergência diz respeito a novos pensamentos e ideias que não poderiam ter sido previstos ou planejados antes de fazer o croqui”. A reinterpretação, por sua vez, refere-se “à habilidade de transformar, desenvolver e gerar novas imagens na mente, enquanto fazendo croquis” (p. 571).

O croqui contribui, assim, para reconhecimento de características e propriedades emergentes dos conceitos e ajuda a fazer articulações cognitivas, em um processo que envolve uma reflexão crítica, o raciocínio analógico e reinterpretação, alimentando a criatividade, levando a resultados inesperados e a surpresas (CROSS, 1999).

Dessa maneira, o processo mental criativo envolvendo o croqui permite o reconhecimento de formas emergentes em torno das quais ocorre a estruturação do projeto, embora elas não tenham sido explicitamente alimentadas no processo. (MITCHELL, 1990). Dentro de um contexto de *Computer Aided Design* (CAD), fica explícito que o croqui não encontra paralelo no computador, uma vez que este, segundo Mitchell (1990), não reconhece formas emergentes e parte de um input pré-definido – ao contrário do arquiteto/designer.

Outros tantos argumentos que surgem, no que diz respeito à inadequação do CAD para as etapas de concepção, incluem, por exemplo, a sua lentidão na geração de ideias e o seu foco limitado decorrente de critérios pré-definidos (LAWSON 2005a), além dos desafios da própria operação dos softwares para desenhos de expressão.

Uma questão que pode relativizar a importância atribuída ao croqui na concepção, entretanto, é o próprio questionamento sobre o que é efetivamente o processo de concepção de um projeto. Algumas análises destacam que ele não se limita às etapas iniciais, mas que se estende a etapas posteriores do projeto, a partir de uma sucessão de refinamentos das soluções que, aos poucos, vão tendo que se enquadrar dentro de limites definidos por parâmetros técnicos, legais econômicos e outros (VRIES; WAGTER, 1989).

Desta maneira, a concepção, na medida em que é considerada em diferentes etapas de projeto, demanda abordagens distintas. As decisões ao longo do processo de projeto variam muito em precisão, exigindo estratégias adaptadas. Apesar da agilidade que os croquis proporcionam para o registro ideais iniciais, eles são muito genéricos

para a precisão necessária em etapas mais avançadas (VRIES; WAGTER, 1989).

Por fim, é importante destacar que uma série de críticas e restrições que são feitas ao computador estão, com certeza, sendo superadas na medida em que tem ocorrido uma evolução exponencial em termos das possibilidades que as tecnologias oferecem.

Oxman, já em 2008, aponta a necessidade de distinguir o CAD (*computer-aided design*) do DAD (*digital architectural design*). O CAD estaria basicamente substituindo as ferramentas de representação, o DAD inclui todo um novo conjunto de princípios, teorias e métodos, que estão estabelecendo novas relações entre a forma digital e os processos digitais, contribuindo para a “emergência de um novo vocabulário conceitual, e domínio de conhecimento”, caracterizando “o que pode ser considerado legitimamente como os estágios formativos iniciais de uma mudança de paradigma” (OXMAN, 2008, p. 106). Dentro deste novo universo, a importância do croqui poderá ser reconsiderada. Esta discussão será aprofundada a seguir.

Abordagem computacional: perspectiva metodológica e epistemológica

As novas possibilidades abertas para o projetista, a partir do uso do computador, incluem questões de cunho prático, mas, também, abordagens diferentes sobre a criatividade. Inicialmente, o foco de aplicação do computador se concentrou nas vantagens de seu uso para tarefas repetitivas. Um dos autores seminais na discussão do projeto assistido por computador, Steven Coons (1966³) destacava as vantagens do surgimento de sistemas CAD, para execução de tarefas repetitivas, mecânicas e não criativas. Cross (1999), por sua vez, reafirmava que os sistemas digitais não devem ser utilizados para coisas que as pessoas podem e gostam de fazer, mas, sim, para aquelas que não elas conseguem fazer ou que são difíceis para elas.

Entretanto, a evolução das últimas décadas tem ampliado as perspectivas sobre os papéis da tecnologia digital, apresentando visões que preconizam atribuições mais criativas e inovadoras - a partir da interação do projetista com as ferramentas e com os diferentes meios, com os dispositivos e mecanismos de controle e geração de formas e principalmente, a partir da manipulação da informação (OXMAN, 2006).

Neste sentido, Oxman (2006) propõe a adoção de metodologias de análise específica para o design digital, apontando e descrevendo as transformações que ocorrem com relação às atividades tradicionais de projeto – representação, geração, avaliação e medições de desempenho.

No que diz respeito à representação por meio de processos digitais, embora inicialmente só tenha ocorrido uma mudança de ferramenta, em seguida, os impactos

foram muito além, com a adoção de conceitos dinâmicos. Houve, neste sentido, uma evolução dentro das discussões teóricas que partiram do conceito de forma para chegar ao conceito de “formação” – ou geração de forma (OXMAN, 2006. KHAN; AWAN, 2018; HAO et al., 2019), substituindo de algumas maneiras os processos cognitivos tradicionais de interação visual com o croqui (OXMAN, 2006).

No que concerne à interação, à avaliação de soluções e às medições de desempenho, as novas estratégias digitais se diferenciam com relação ao processo tradicional, porque a base de conhecimento, que antes era implícita, passou a ser explícita. A intuição e a criatividade, que eram responsáveis pela falta de formalização no processo tradicional, passaram, na visão computacional do design, a ser substituídas por uma explicação dos processos cognitivos “baseada na nossa habilidade em formular, representar, implementar e interagir com representações explícitas e bem formuladas do conhecimento” (OXMAN, 2006, p. 243).

Do ponto de vista da avaliação de soluções, que está ligada a estimativas de custo e desempenho, houve também uma mudança do implícito para o explícito, partindo dos processos baseados em papel, para modelos CAD descritivos e chegando atualmente a modelos preditivos (OXMAN, 2006).

Apesar destas transformações, Oxman (2006) defende que o projetista continua no centro do processo, mesmo com a utilização do computador para a concepção. Assim como os defensores do croqui, Oxman (2006) recorre à ideia de “reflexão na ação” de Schön (1983), para destacar a sua validade em processos digitais, a partir das três etapas essenciais a ela associadas: “recepção (percepção); reflexão (interpretação) e reação (transformação)” (OXMAN, 2006, p. 240).

Dentro desta perspectiva, o fato de o processo de design ser digital não impede que haja a reflexão na ação - desde que compreendido papel do designer no controle dos processos.

Integração do BIM na fase de concepção: novas articulações e dinâmicas

O Bim envolve tecnologias e metodologias para aplicação na arquitetura, engenharia e construção civil (AEC), com a finalidade de integrar e administrar as informações do projeto, oferecendo uma alternativa às ferramentas de representação CAD (*Computer Aided Design*) (ANDRADE; RUSCHEL, 2009; CRESPO; RUSCHEL, 2007). O BIM parte da modelagem de informações de construção e da simulação do projeto em um ambiente virtual, permitindo visualizar, experimentar, fazer ajustes antes que o projeto seja executado (KYMMELL, 2007).

³ escreve no Design Quarterly, uma importante publicação criada em 1946 sob o nome de Everyday Art Quarterly,

dedicada a explorar os impactos do design na sociedade

Diferentemente do que acontece com a aplicação de outras estratégias - como a representação à mão, desenhos virtuais (*AutoCAD*), maquetes físicas ou maquetes virtuais (*Sketchup*) - em que a geometria não possui dimensão informacional - ou seja, linhas são apenas linhas - nos modelos virtuais BIM, os elementos da modelagem correspondem a componentes.

Os principais diferenciais da tecnologia BIM, em comparação com as ferramentas CAD estão na interoperabilidade, na simulação, na colaboração e na modelagem paramétrica (EASTMAN et al., 2014).

A interoperabilidade permite a colaboração de vários profissionais, viabilizada pela compatibilização entre tipos de arquivos de softwares distintos por meio de arquivos no formato *Industry Foundation Classes* (IFC) – arquivo de leitura “universal” BIM (DELATORRE, 2019). Dessa forma, o BIM proporciona uma articulação entre todas as disciplinas de projetos, a partir da elaboração do modelo virtual que se constrói pela inserção de informações aportadas pelos diferentes agentes que atuam no processo, viabilizando e estimulando a colaboração entre eles.

Uma grande distinção com relação ao CAD está na modelagem paramétrica: ela utiliza objetos que têm sua forma estabelecida a partir de parâmetros e regras geométricas, associados a propriedades e características não geométricas. Esses atributos variáveis podem ser visualizados conforme o usuário os altera, em qualquer etapa do projeto, por meio de atualizações automáticas, contribuindo para a modelagem facilitada de geometrias complexas (EASTMAN et al., 2014, BARRIOS, 2007).

A discussão sobre BIM e criatividade tem sido amplamente colocada em pauta tanto na prática, quanto de um ponto de vista mais conceitual. A percepção sobre o tema muda dependendo do entendimento do que é criatividade, da abrangência dada à “fase de concepção”, e da compreensão de quais são as relações cognitivas engendradas pela digitalização.

Quando se trata efetivamente somente dos primeiros esboços, alguns autores entendem que os limites do BIM são mais marcantes do que no caso de representações que utilizam linhas. “As linhas são por definição, interpretadas como outra coisa. Uma parede em um modelo de edifício só pode ser representada como uma parede. Isto pode ser uma fraqueza.” Neste sentido, existe uma redução da ambiguidade e o exercício da criatividade pode ser mais limitado em um ambiente BIM (TURK, 2016, p. 281/282). O autor entende que as características do BIM o situam principalmente como ferramenta para projetos de rotina, uma vez que consiste na manipulação de conceitos extremamente bem definidos previamente, fato que a distância do projeto criativo.

Turk (2016) também identifica, a partir da utilização do BIM, um risco para o *design thinking*. A facilidade com que os elementos tais como paredes, colunas, tetos são inseridos nos modelos tira a ênfase do questionamento sobre a sua função – uma

indagação crítica sobre o porquê da sua inserção – para colocar o foco unicamente no “como” das soluções técnicas.

De um ponto de vista mais prático, em pesquisas realizadas por Park e Lee (2010) e Ibrahim e Rahimian, (2010), relatadas por Delatorre (2019), os resultados apontam os aspectos positivos da adoção das ferramentas ditas de autoria (Revit e Archicad) quando o BIM vai ser utilizado nas etapas subseqüentes de gestão do projeto, uma vez que permite uma melhor integração entre as etapas, economizando tempo e evitando retrabalho. Entretanto, as pesquisas evidenciaram a percepção de uma maior flexibilidade para o processo quando a modelagem inicial BIM é associada à utilização de modelagem geométrica (Park e Lee) ou ao croqui (Ibrahim e Rahimian).

Algumas das barreiras para a utilização do BIM na fase de concepção estão ligadas à própria natureza tecnológica e às configurações das ferramentas. Segundo Ahmad *et al.* (2013), um dos empecilhos principais para a adoção do BIM em fases iniciais de concepção é a dificuldade em lidar com as ferramentas, incluindo a interoperabilidade e parametrização e a integração de informações ao modelo.

Neste sentido, Zarzycki (2012) aponta os entraves trazidos pelas interfaces pouco intuitivas, o que dificulta a utilização por projetistas sênior, que são usuários ocasionais - e naturalmente, por iniciantes. O autor atribui as deficiências do BIM para concepção à herança trazida do CAD, que se manifesta na falta de “módulos generativos que tenham conectividade totalmente operacional de dados bidirecionais.” Ademais, ele aponta que “o BIM carece de especificidade em áreas de programação e planejamento que poderiam ser efetivamente utilizadas nas fases de pré projeto” (p. 752).

Outro ponto está nos próprios limites introduzidos pela lógica paramétrica: “Embora ainda exista espaço para o imaginário, desconhecido e não afirmado, este é muitas vezes sutilmente predeterminado por suposições iniciais de projeto definidas pelas expectativas de desempenho” (ZARZYKI, 2012, p. 753).

Existem, ainda, no que se refere às dificuldades de uso, outras questões de ordem cultural: Ahmad *et al.* (2013) identificaram a resistência dos profissionais em mudar suas rotinas e sua maneira de enxergar os problemas de projeto. Ambrose (2006), neste sentido, entende que, para a efetiva adoção do BIM - não só, mas em especial - nas etapas iniciais de concepção, é necessário que haja uma verdadeira mudança cultural.

Entretanto, alguns pontos positivos também são apontados na literatura. Quando se trata da atividade de concepção em etapas mais avançadas envolvendo inclusive a solução de detalhes (VRIES; WAGTER, 1989, ZARZYCHI, 2012, DELATORRE, 2019), as simulações geradas pelo BIM permitem a percepção de opções melhores em relação às decisões de projeto anteriores e viabiliza alterações na modelagem. O BIM

possibilita, ainda, “navegar nas diferentes fases e escalas do projeto, ou seja, o processo é simultâneo do todo em direção às partes ou das partes em direção ao todo.” (DELATORRE, 2019, p. 56) – e as possibilidades de visualização, bem como as informações não visíveis, contribuem para a busca de soluções criativas.

Analisando sob outro prisma, uma ideia que vem se afirmando na discussão sobre os meios digitais é a necessidade de ampliar o olhar sobre a criatividade. Oxman, (2008), Miettinen e Paavola (2014), Ambrose (2006), entre outros, acreditam que, dentro de um contexto digital, a criatividade se manifesta de formas diferentes e deve ser analisada a partir de novos parâmetros.

Oxman (2008) acredita que a estrutura do diálogo criativo do projetista com os materiais do problema muda, porque a linguagem é outra. Este novo contexto, regido por outra sintaxe, gera novas formas de exercício da criatividade

Miettinen e Paavola (2014) entendem que a natureza aberta e evolutiva do BIM, em contraste com o caráter sequencial e linear do processo tradicional, promete uma abordagem mais holística, que amplia as formas de compreensão e possibilidades de criação.

Ao possibilitar esta visão holística e a simulação do projeto, o BIM elimina a necessidade de abstração que tem definido a representação na arquitetura desde o século XV – explicitada pela utilização de plantas, cortes, elevações - que são projeções geométricas de um volume. Embora úteis para transmitir a ideia e as informações do projeto, e construir mentalmente um espaço, elas são portadoras de fragmentação, isolando as partes do todo. Ao explorar a arquitetura por meio do novo olhar que o BIM proporciona, o projetista poderá “desenvolver, e expor processos e metodologias que dão novamente prioridade a formas de ver, pensar e fazer um novo processo de design”. (AMBROSE, 2006, p.185). A mudança que o BIM traz deverá, portanto, transformar a forma como se entende e se trabalha com a criatividade.

Dentro deste contexto, a busca de soluções passa a ser, cada vez, mais interdisciplinar, na medida em que o processo avança e, ao envolver diferentes atores da construção e não só o arquiteto, o BIM abre espaço para uma colaboração criativa. Conforme colocam Lawson e Loke (1997): “Várias mentes trabalhando juntas podem ser, em geral, mais criativas do que uma mente isolada” (p.180).

A utilização dos modelos para visualizar e discutir com outros profissionais as questões relativas ao projeto permite, portanto, o desenvolvimento de um novo tipo de percepção e compreensão espacial, que tende a se tornar cada vez mais fluente e versátil, na medida em que as ferramentas evoluírem (MIETTINEN, PAAVOLA, 2014).

Entre a lógica do software e a imprevisibilidade do processo criativo: usando ferramentas BIM de autoria para a arquitetura em Belo

Horizonte

Buscando entender o nível de maturidade de utilização do BIM para concepção entre arquitetos que adotam as ferramentas de autoria para arquitetura - Archicad e Revit - nas etapas iniciais de projeto, foi realizada uma investigação exploratória em Belo Horizonte (MG). O foco da análise foram os tópicos relevantes identificados na revisão bibliográfica, que foram propostos para discussão em entrevistas semiestruturadas com usuários experts do BIM.

A pesquisa foi de natureza qualitativa, com foco na identificação do papel das ferramentas digitais no processo de concepção do projeto, e partiu da seleção de oito especialistas, atuantes no mercado de arquitetura de Belo Horizonte. A escolha dos entrevistados levou em conta a análise de portfólios *online* e de referências no meio profissional. As entrevistas, que ocorreram entre dezembro de 2021 e fevereiro de 2022, procuraram estabelecer elementos para situar o contexto dentro do qual cada entrevistado desenvolveu sua expertise (tempo e tipo de experiência, assim como *background*) e compreender a percepção de cada um sobre o tema colocado em pauta. Finalizadas as entrevistas, as ideias foram organizadas a partir de sua convergência em torno de alguns temas que serão discutidos a seguir.

Inicialmente o estudo procurou entender de que maneira e dentro de qual contexto cada entrevistado utiliza o BIM e qual abrangência atribui à fase de concepção para, em seguida, investigar a sua percepção sobre as relações entre criatividade e BIM, a partir de duas questões principais, que se destacaram na investigação teórica: o protagonismo dos croquis e os limites e possibilidades de exploração das ferramentas BIM para a concepção.

Todos os entrevistados são arquitetos/urbanistas. Os entrevistados 1, 3 e 6, além de experiência em projeto, atuam como professores em curso de arquitetura. Os Entrevistados 2, 4 e 5, têm escritório próprio de arquitetura, com foco em projeto: o primeiro, com maior ênfase nas demandas padrão do mercado; os outros, voltados para concepção de projetos que exploram não só a funcionalidade, mas também a forma. Os entrevistados 7 e 8 atuam como instrutores de software (Archicad e Revit, respectivamente), além de desenvolverem projetos próprios.

Croqui e ferramentas BIM: em busca de um equilíbrio

O Entrevistado 2 é o único que faz pouco uso do croqui, utilizando o software desde o início do processo de concepção - talvez por seu foco em soluções padronizadas para o mercado: ele modela o terreno no Archicad e lança os parâmetros urbanísticos aplicados aos lotes em questão, gerando os limites da geometria permitida e o seu estudo básico de viabilidade. Assim, ele utiliza a parametrização como uma oportunidade, já que ela permite recombinar elementos pré-existentes (pré-definidos como adequados para o tipo de mercado que atende), ajustando-os às características

próprias de cada terreno. Como o modelo BIM do projeto deve apresentar “níveis de detalhamento compatíveis com a quantidade de informação disponível”, o projeto vai evoluindo e se complexificando e o protótipo do edifício virtual vai ganhando mais informações, na medida em que o processo avança. Ao mesmo tempo, ele enxerga as contradições do uso das abstrações geométricas tradicionais (citadas por Ambrose, 2006) (projeções tais como plantas, cortes, etc) que fragmentam o projeto e isolam as partes do todo.

A gente é muito travado ainda nos processos convencionais [...] de ter que usar papel, de ter que apresentar planta, corte e fachada. Isso tudo é muito padrão antigo [...] até pensando em projetos diferentes, esses de formas malucas, como que você representa isso em planta? [...] extrapolando para projetos muitos complexos, mas mesmo para um projeto simples relativamente [...] eu acho que a gente ainda é meio bloqueado de ter que representar dessa maneira. (Entrevistado 2)

Todos os demais entrevistados afirmaram utilizar os esboços e croquis – com maior ou menor intensidade - antes e paralelamente ao mapeamento de dados no BIM, por serem uma forma rápida e fluida para testes de ideias iniciais, devido à sua simplicidade e grande capacidade de expressão do processo criativo. A maioria deles enxerga a modelagem no software como uma opção limitada para essa etapa de criação e concepção inicial.

Eu gosto, inclusive, de projetar vez ou outra distante do software porque eu de fato me sinto mais livre”. [...] Eu ainda prefiro começar ali no papel, rabiscando e tal, porque tem um nível de resposta muito mais rápido que o do BIM. [...] Testar uma ideia, por mais idiota que ela seja, à mão, é muito mais rápido que testar no BIM (Entrevistado 6).

A colocação do entrevistado 6 sobre sua relação com o croqui expressa nitidamente o “diálogo com o desenho”, de Schön (1983), tão citado pelos diversos teóricos.

Ah! Pensei um projeto! Aí você vai desenhar ele, ele vai mudar completamente [...] quando você desenha, você interage com aquilo que você está desenhando e você vai mudando o processo mental. (Entrevistado 6).

A ferramenta digital parece funcionar melhor, para a maioria dos entrevistados, quando já existem ideias a serem testadas, estas, importantes para a validação dos conceitos originados no papel e para a verificação de viabilidade da proposta em relação às demandas do cliente.

A gente não toca nem em software de desenho nenhum [...] independente se é Archicad ou outros, [...] antes da gente ter um pouco problematizado a questão, refletido por outros meios assim, o desenho tá sempre presente desde o início porque ele é muito fluido, né?

O desenho à mão. Mas diagrama, colagem [...] são utilizados nessas fases iniciais. Então mesmo quando a gente vai entrar lá no Archicad já tem uma coisa depurada (Entrevistado 6).

Mesmo para os testes iniciais, os entrevistados afirmam encontrar limitações, ligadas, por exemplo, ao tempo demandado ou à diminuição de ambiguidades. Assim, os croquis permitem testes muito mais rápidos do que o BIM que, pelo fato de ser focado na informação, demanda a inserção de muitos dados antes de ser possível avançar na modelagem da ideia.

O Entrevistado 5, neste sentido, entende que os processos BIM são pouco fluidos e geram muito retrabalho. Conforme coloca:

Eu ainda tenho muita dificuldade [...] de poder testar com agilidade essas ideias [...] São ideias que você tem que fazer rápido [...] E aí é um processo rápido e esse processo rápido às vezes gera um retrabalho depois.

O tempo gasto tem também outras consequências para o processo, como o “apego às ideias” e o aprofundamento precoce em questões pouco relevantes para aquela etapa (entrevistados, 4,5 e 6).

[...] Por mais que o Archicad seja fácil, quando eu tenho quadradinhos na minha mão é muito mais fácil [...] eu testo assim 10 vezes em 10 segundos [...] e tomo a decisão de: ‘ah não, eu vou jogar essa ideia fora!’ ‘Por que?’ ‘Porque eu tenho desapego, eu gastei 2 minutos fazendo ela, o que que tem eu desapegar e fazer outra?’ Mas quando a gente gasta muitas horas fazendo, começa a ter um apego. Aí às vezes aquela não é a melhor ideia, mas a gente vai entrando, entrando, entrando e quando eu vejo, eu já estou detalhando uma bancada sendo que nada tá solucionado no projeto” (Entrevistado 6).

Desta forma, “o processo trava se você antecipa decisões” (entrevistado 5), opinião ainda compartilhada pelo entrevistado 4. Este entende que o software demanda a inserção de detalhes muito antes do que deveria e a busca de solução para questões que não são um problema na fase de concepção constitui uma “tentativa a ser combatida”: “eu começo a dar zoom nas coisas e ficar solucionando coisas que não são meu problema, talvez nem vão ser, porque [...] aquela bancada [...] às vezes ela nem vai existir, porque eu vou ter que mudar o negócio de lugar [...]” (Entrevistado 4).

No que diz respeito à redução de ambiguidades, o Entrevistado 6 comenta: “todo traço gera uma distinção, independente de qual ferramenta você utiliza para fazê-la, sendo necessário que a criatividade esteja em diálogo com esse processo, já que a cognição sofre influência do meio”. Porém, embora no papel também ocorram definições que geram “distinções”, com o uso do software, a intensidade deste processo é consideravelmente superior (Entrevistado 3).

Outro ponto, levantado pelo Entrevistado 5, é a inibição da criatividade quando o modelo 3D é visualizado antes do desenvolvimento completo da ideia na mente. Sua

percepção é de que o arquiteto, ao visualizar uma planta, é capaz de imaginar a volumetria e até mesmo os acabamentos desejados, dentro de um universo de possibilidades ainda em aberto. Ao visualizar um 3D genérico, criado a partir de uma planta esquemática e sem o devido cuidado com os detalhes, os elementos imaginados são ofuscados por uma visualização reducionista, criando limites antes inexistentes. O diálogo com uma representação muito fechada pode, assim, interferir negativamente na evolução do conceito.

Entretanto, os entrevistados apontam, também, pontos positivos relativos à utilização do BIM. Inicialmente, há entre eles um reconhecimento unânime sobre as vantagens do uso da ferramenta, em termos de visualização de problemas técnicos e construtivos no modelo tridimensional, na medida em que a ideia vai se materializando, cuja solução – segundo Entrevistado 8 - também é uma atividade criativa.

Eu acho que temos que usar cada ferramenta em prol do que ela é boa [...]. Então por exemplo, se o Archicad, ele é bom para coisas um pouco mais racionais [...] usa ele na etapa certa, sabe? Respeitar cada etapa com cada software (Entrevistado 5).

Outra vantagem é a integração da modelagem e representação do projeto no Archicad/Revit (Entrevistados 1 e 5), uma vez que os elementos podem ser alterados em qualquer etapa do projeto sem causar retrabalho considerável na fase de documentação e sem gerar erros por falta de atualização de desenhos. “Você consegue ter mais tempo para desenvolver um projeto e menos tempo para produzir coisas para uma apresentação ou para desenhar. Você ganha mais tempo desenvolvendo um projeto do que desenhando” (Entrevistado 5).

Limites da arquitetura e das ferramentas: restrições e possibilidades

Um dos pontos levantados nas entrevistas foi relativo aos limites que as ferramentas BIM impõem à criatividade, pelo fato de disponibilizarem componentes pré-definidos, que delimitam o universo de recursos para o projeto.

Esta questão foi colocada pelos entrevistados a partir de dois contextos diferentes: um envolvendo processos de projetos ‘tradicionais’ em oposição a um outro, relativo aos “não tradicionais”. Assim, existem diferentes níveis de atuação e algumas situações de projeto impõem limites que são muito mais restritivos do que os limites da ferramenta.

O processo tradicional de projeto seria equivalente à arquitetura convencional, à arquitetura na qual a forma está geralmente ligada à função e execução e, nesse caso, não há conflito entre forma, modelagem e racionalidade: limitações que o software impõe não ultrapassam aquelas que existem no espaço de projeto – e o saldo pode ser

positivo, considerando as possibilidades de exploração paramétrica e de visualização que os softwares BIM disponibilizam.

A atividade profissional do Entrevistado 2, que tem foco em um mercado padrão, representa bem este cenário: o arquiteto tem um processo de criação baseado na recombinação de elementos pré-definidos, que utiliza o software apenas como ferramenta. Ele explora os recursos disponíveis ao máximo, buscando otimizá-los para cumprir seu objetivo, que é a reprodução das ideias para um mercado/público-alvo que espera uma solução padrão, cuja exploração não extrapola os limites do software. O entrevistado 7 é outro que transita por este espaço, onde “a forma tem que estar ligada à função e também tem que estar ligada à execução”, preocupando-se em “achar soluções que funcionem, [...] que sejam possíveis de executar.” Assim, ele entende que o “software não briga com arquitetura convencional.

O exercício da criatividade desses profissionais na concepção de um projeto consiste em recombinar determinados elementos de maneiras originais - o ‘espaço combinatório’ de Simon (MITCHELL, 1990) – e, neste sentido, as ferramentas BIM trazem diversas funcionalidades que contribuem para seus objetivos.

Um projeto “não tradicional”, por sua vez, apresenta geometrias mais sofisticadas e consegue ampliar de diversas maneiras o espaço de projeto. O arquiteto tem a seu dispor a criatividade computacional, a partir de recursos de modo geral paramétricos, possibilitando que a forma extrapole a função (entrevistado 1, 2021), como é o caso das obras de Zaha Hadid, Frank Gehry, ou Thomas Heatherwick.

Nos processos não tradicionais [...] a gente abre uma gama de possibilidades [...] porque aí nós estamos falando de criatividade computacional, né? Seja no nível de resolver pequenas artes, pequenas plantas, [...] seja geometrias sofisticadas resolvidas por algoritmos que contemplam desempenho estrutural, que contemplam desempenho de climatização, economia de material, enfim, essas coisas estão em outro registro, um registro que envolve inclusive uma mudança no processo construtivo também (Entrevistado 1).

Neste sentido, alguns dos entrevistados (1, 7 e 8) entendem que, no BIM, a proximidade com a execução dos elementos contribui para a fase de criação, podendo até ampliar as possibilidades criativas, pelo fato de facilitar as soluções técnicas, e permitir a análise do projeto dentro dos limites impostos por fatores externos. O entrevistado 1 destaca que algumas possibilidades projetuais, que antes exigiam habilidades extraordinárias ou conhecimentos específicos para serem exploradas, passam a ser mais acessíveis.

Se você pensar lá no Eladio Dieste, por exemplo, né? Nos projetos do Eladio Dieste, naquela geometria sofisticadíssima, nunca que eu vou conseguir criar aquilo à mão, mas eu vou conseguir criar aquilo com o computador. Então, nesse sentido, o computador me permite mais em termos de criação.

Ademais, o fato de o BIM trazer informações que definem os limites impostos pela construção técnica, pelo custo, pelas leis, pelas regras de implantação e até mesmo pelas tendências do mercado imobiliário introduz, certo, restrições, mas estas definem

as possibilidades efetivas (ou uma parte dela, como discutiremos a seguir) e reduzem a complexidade da análise que existiria dentro de um universo infinito de possibilidades – uma grande parte das quais seriam finalmente descartadas por serem inexecutáveis. Dessa forma, o software, ao permitir a inserção e consideração de variáveis que efetivamente têm um impacto, faz um ajuste de expectativas com relação à realidade (Entrevistado 7,8)

Quando você está criando, o que acho muito legal do BIM é que ele é muito alinhado à realidade, né? [...] A pessoa está imaginando executar de uma maneira, inclusive fez um desenho ali primário no CAD ou fez uma volumetria no SketchUp sem espessura nem nada e na hora que a pessoa passa pro BIM e começa a pensar ali sistematicamente como vão ser os encaixes, né? Como funciona tudo... ela acaba percebendo, às vezes, que o que ela criou não vai funcionar na realidade (Entrevistado 7).

Entretanto, foram destacados dois pontos de atenção quanto a esta perspectiva: a falta de proficiência no uso do software, que leva usuários a se limitar às soluções disponíveis pré-configuradas - componentes e blocos, por exemplo - e o fato dos softwares não disponibilizarem recursos para a arquitetura não convencional.

Assim, a confusão que se faz entre unidade funcional - o “porquê” - e unidade técnica – o “como” (TURK, 2016) - é potencializada pelo emprego constante de elementos pré-configurados - comumente utilizados por usuários que possuem menos proficiência nos softwares (Entrevistados 1, 6, 7, 8). Isto, inclusive, é mais grave quando o usuário está compreendendo o funcionamento dos processos construtivos, podendo até ser um entrave no aprendizado de alunos, que deixam de problematizar alguns elementos, configurações e soluções entregues automaticamente pela ferramenta digital, como costuma acontecer com escadas e coberturas.

Eu gosto sempre de dar o exemplo da escada [...] a quantidade de gente que me aparece sem dimensionar uma escada e colocando a escada que o software resolveu para ela, é muito grande. [...] E não explora possibilidades, porque essa é a escada que o software deu [...] isso para a formação do estudante é muito crítico (Entrevistado 1).

A outra questão que se coloca é o fato de que o Archicad e o Revit não possuem configurações “amigáveis” para modelagem de experimentação, nem uma construção lógica da interface para concepção. São, portanto, considerados trabalhosos (“burocráticos”) para o teste de formas (Entrevistados 3; 5 e 6), tanto em função da interface, quanto em relação às demandas de informações técnicas durante a modelagem, condição que já era identificada por Zarzycki (2012). Isto ocorre de maneira expressiva desde as fases de aprendizado. O Entrevistado 8 (2022), que trabalha com projetos

e o ensino do Revit, observa que diversos de seus alunos descartam uma determinada ideia ao deparar-se com a dificuldade no software.

O Entrevistado 6 (2022) expressa seu sentimento sobre a inadequação dos softwares, neste sentido, ao afirmar.

Eu não sinto que ele é muito bem desenhado para isso, claro que você pode usar as zonas, pode usar as linhas, né? Mas eu não vejo uma construção lógica da interface para isso. [...] Porque a tendência dele [...] é modelagem com precisão, com parâmetros, né?”

O Entrevistado 3 complementa: “Eu tendo a achar o BIM um software pouco amigável para esse começo, sabe?”

Alguns dos profissionais entrevistados conseguem lidar com as limitações do software treinando o olhar para enxergar além do pré-condicionamento das ferramentas e contornar sua rigidez.

Será que não existe criatividade também dentro de uma coisa muito fechada, sabe? [...] eu concordo plenamente que o BIM é um software muito limitado. Mas quando você está lá, por exemplo, fazendo um projeto e você não consegue resolver determinada coisa e aí você faz uma gambiarra usando aquilo que você tem na mão [...] para solucionar aquela coisa que o software não te dá, isso não é um uso criativo da ferramenta? (Entrevistado 3)

O uso não programado pode aumentar as ambiguidades e reduzir distinções e limitações por meio da descaracterização de elementos bem definidos, ou da utilização de massas genéricas, por exemplo. Dessa maneira, os entrevistados evitam as restrições do software tentando não se precipitar nos detalhes de projeto (Entrevistado 4); utilizando objetos pré-configurados com o mínimo de dados necessário (entrevistados 6 e 7), ou utilizando componentes já determinados, atribuindo-lhes outros significados (Entrevistado 2).

Contexto de transição: o croqui prevalece

De uma forma geral, as entrevistas apontaram, portanto, que o “diálogo” que se realiza com os “materiais do projeto”, ocorre essencialmente com a utilização de croquis. O BIM é utilizado para testes rápidos, porque permite enquadramento da ideia dentro dos limites do espaço de projeto, mas, mesmo nestas circunstâncias, considera-se que pode diminuir as ambiguidades desejáveis para o processo criativo e gerar apego prematuro a determinadas ideias.

As entrevistas também indicaram que o projetista pode se perder, face à complexidade do nível de informação que o BIM demanda desde o início do projeto. Ao mesmo tempo, as ferramentas são consideradas pouco flexíveis e exigem improvisações e estratégias adaptativas, para atender a determinadas demandas.

Por outro lado, foram destacadas como vantagens de seu uso as possibilidades de visualização de problemas técnicos e construtivos no modelo tridimensional e o

potencial criativo trazido pela aplicação destes recursos de visualização.

De uma forma geral, o que pôde ser verificado foi a existência de um contexto dentro do qual o BIM se resume a uma ferramenta isolada, aplicada de forma estaque, desarticulada de uma metodologia mais ampla. Embora trazendo as bases para uma abordagem multidimensional, ele ainda se estrutura em torno da representação de uma ideia volumétrica por meio de planos geométricos e perpetua formas tradicionais de exercício da criatividade. Ambrose (2006) prevê o “fim da planta”, uma nova era de projeto. Mas na prática profissional efetiva, no contexto estudado, não há força suficiente para promover a mudança necessária para esta transição. Em Belo Horizonte, mesmo quando os escritórios de arquitetura utilizam ferramentas BIM, a comunicação das informações sobre o projeto ainda é baseada em sistemas de abstração de representações geométricas – plantas, cortes e elevações 2D. Não existe uma mudança radical na maneira de estruturar o processo criativo, apenas uma acomodação de uso, face à disponibilidade de novos recursos.

Desta maneira, dentro de um contexto criativo que se mantém tradicional, que tem suas raízes na “representação, no projeto baseado em precedentes, tipologias”, analogias e outros, o croqui ainda é essencial, e a sua completa substituição pelas ferramentas BIM “de autoria” neste estágio seria bastante problemática.

Considerações finais

Foi possível identificar, a partir da pesquisa realizada, que o BIM abre uma série de novas oportunidades no campo do projeto e da gestão – porém, sua adoção implica na necessidade de mudança tecnológica e, também, de cultura projetual.

A interação do arquiteto com seu croqui é amplamente defendida como elemento essencial para o processo criativo e, assim como na literatura, o resultado da pesquisa realizada identificou uma grande valorização do diálogo entre o arquiteto e seu desenho, em maior ou menor grau, como parte essencial do processo criativo.

Entretanto, esta relação não é inequívoca e a introdução das ferramentas digitais tem aberto um universo de novas possibilidades de interpretação e de ambiguidades.

Um caso emblemático são duas percepções distintas que o próprio Lawson relata sobre alunos que não se saíam bem no desenho à mão, mas se destacaram no projeto do CAD.

No primeiro caso apresentado, um aluno não conseguiu nota suficiente para ser admitido na segunda etapa de formação – mas, depois de um ano trabalhando com o CAD, acabou sendo aprovado, mediante apresentação de um portfólio com alta qualidade e ainda foi premiado, no final do ano, por seu desempenho. Neste caso, a interpretação de Lawson foi de que o aluno era criativo, mas não tinha habilidades de desenho, tendo conseguido, com o auxílio do computador, exercer a sua criatividade

(LAWSON, 2002).

No segundo caso relatado, outro aluno teve seu projeto de final de tese aprovado com dificuldades, porém, ganhou um concurso nacional de projeto com CAD com o mesmo trabalho. Neste caso, Lawson adverte: “Corremos o risco de criar uma geração de jovens arquitetos que são altamente qualificados com software, mas têm pouca sensibilidade visual” (LAWSON, 2005a, p.385).

Ambas as interpretações são pertinentes. Isso demonstra que a ferramenta digital pode se colocar como potencializador da criatividade e ao mesmo tempo, como recurso para compensar a falta de criatividade, ambiguidade esta que os entrevistados reafirmam.

Entretanto, a questão central que o resultado das entrevistas suscita, quando confrontado à visão de alguns autores, é a seguinte: não seria este apego ao croqui - embora já com abertura de algum espaço para a criação digital – uma característica da fase de transição que vivemos, na qual novas possibilidades estão sendo abertas, mas não foram ainda devidamente estruturadas?

As condições que levam a colocar este questionamento em pauta incluem o estágio inicial em que a adoção das ferramentas se encontra, a cultura tradicional de projeto predominante, e a natureza individual atribuída por todos entrevistados ao processo criativo.

Assim, o desenvolvimento de novas dinâmicas criativas, que poderia ocorrer dentro de um contexto mais focado nos meios digitais, encontra-se em estágio incipiente. Segundo Zarzycki (2012), a introdução de um raciocínio paramétrico para subsidiar o processo e o ensino de projeto e construção traz demandas diferentes em termos de raciocínio. Isto ocorre ele porque promove um foco “no pensamento qualitativo e analítico em vez de descritivo e metafórico” (p. 753) e essa mudança exige uma compreensão mais abrangente do projeto, bem como novas abordagens. Desta forma, os fenômenos cognitivos emergentes são baseados em novas bases científicas e em novas formas de conhecimento (OXMAN, 2008). Afinal, a “tecnologia digital não é somente uma nova forma de fazer design, ela é uma nova forma de pensar design” (LIU, 1998, p. 302).

Conforme relatado nas entrevistas, a prática criativa dos arquitetos foi moldada dentro de uma cultura com raízes em um cenário que coloca o croqui como a expressão máxima da criatividade e reconhece as características de um processo cognitivo já amplamente consolidado. Isso não significa que os arquitetos não estejam equipados com mecanismos inatos que permitam o desenvolvimento de competências específicas para lidar com a criatividade digital. Porém, estas novas habilidades cognitivas não estão sendo acionadas, porque as ferramentas e metodologias digitais ainda estão em fase de amadurecimento e não estão devidamente estruturadas para aplicação efetiva.

A metáfora do leito de Procusto representa bem a situação atual da aplicação dos softwares “de autoria” BIM: na mitologia grega, Procusto era um gigante que não só roubava as pessoas, como as torturava em sua cama de ferro. Se elas eram menores do que a cama, ele as esticava; se eram maiores, cortava suas pernas para que sempre se adequassem às dimensões da cama. Da mesma forma, as soluções de projeto têm muitas vezes se adequando aos recursos que o BIM disponibiliza. Do ponto de vista de representação da ideia, eles ainda são limitados, bastante herméticos, pouco articulados com outras ferramentas digitais.

As possibilidades que as ferramentas digitais como um todo trazem de interação com os diferentes meios, com os dispositivos e mecanismos de controle e de geração de formas, de interação entre os agentes e da manipulação da informação ainda estão sendo utilizadas de forma restrita; por outro lado o contexto de uma aplicação mais ampla demanda uma gestão muito complexa - o que tem dificultado a transição tecnológica e inviabilizado uma utilização mais ampliada.

O estágio atual de evolução da tecnologia não propicia, portanto - pelo menos não no contexto estudado⁴ – uma mudança paradigmática como anuncia Oxman (2008), mas apenas mudanças incrementais.

Existe, naturalmente, um cenário dentro do qual as ferramentas digitais vão poder ser usadas aplicando outros princípios para lidar com a criatividade. Porém, para tanto, é necessário que haja uma mudança a partir da adoção de novas metodologias, e conceitos dinâmicos, tal como sugere Oxman (2008), colocando ainda em prática a ideia de colaboração. Afinal, esta é uma das grandes possibilidades abertas pelo BIM: o conceito de criatividade deve, então, ser ampliado para incorporar uma atividade colaborativa e integrada, fundamentando o processo criativo no trabalho em equipe.

Dentro de um novo paradigma, o sentido de criatividade deverá se tornar mais abrangente: o processo de concepção tradicional, baseado na abstração, fragmentação e isolamento deverá se transformar em uma modalidade baseada em novas formas de ver - pensamento tridimensional – de integrar - incluindo uma colaboração entre os profissionais – e de avaliar conjuntamente todas as questões, antes de definir soluções projetuais. Entretanto, ainda existem muitos desafios tecnológicos, e desafios culturais a enfrentar (ZARZYCKI, 2012).

Concluindo, no mundo em movimento, parece haver uma dinâmica que deve eventualmente levar a uma assimilação e exercício gradativo da criatividade digital, que poderá fazer uso de outras estratégias, que não o croqui, para a concepção de projetos. Para tanto, porém, é necessário que haja uma grande reestruturação do processo

de projeto como um todo, dentro do qual as relações entre o racional e o criativo também deverão se reestruturar.

Referências

- ABRAHAM, Anna G. Creative thinking as orchestrated by semantic processing vs. cognitive control brain networks. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 8, art. 95, p. 1-5, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00095>. Acesso em: 15 nov. 2022.
- AHMAD, Ahmad M.; DEMIAN, Peter; PRICE, A. D. F. Creativity with Building Information Modelling Tools. **International Journal of 3-D Information Modeling (IJ3DIM)**, v. 2, n. 1, p. 1-10, 2013.
- AMBROSE, Michael A. Plan is dead: to BIM or not to BIM, that is the question. In: ARAB SOCIETY FOR COMPUTER AIDED DESIGN (ASCAAD 2006). **Proceedings...** Sharjah, Emirados Árabes. ASCAAD, 2006, p. 182-189.
- ANDRADE, Max; RUSCHEL, Regina C. BIM: Conceitos, cenário das pesquisas publicadas no Brasil e tendências. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO (SBQP), 14., 2009, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2009. p. 602-613. Disponível em: <https://www.iau.usp.br/ocs/index.php/SBQP2009/SBQP2009/paper/viewFile/166/111>. Acesso em: 10 mar. 2022.
- BARRIOS, Carlos. Cognitive Models for Parametric Design. In: IBEROAMERICAN CONGRESS OF DIGITAL GRAPHICS, 11 pp. 239-242. 2007, Mexico. Disponível em: http://papers.cumincad.org/data/works/att/sigradi2007_af60.content.pdf. Acesso em: 03 mar. 2022.
- COONS, Steven A. Design and the Computer. **Design Quarterly**, Walker Art Center, ed. 66/67, p. 6-13, 1966. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/4047327>. Acesso em: 04 mar. 2022.
- CRESPO, Cláudia; RUSCHEL, Regina. Ferramenta BIM: um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 3., 2007, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UTFPR, 2007. Disponível em: http://www2.pelotas.ifsul.edu.br/gpacc/BIM/referencias/CRESPO_2007.pdf. Acesso em: 04 mai. 2022.
- CROSS, Nigel. Natural intelligence in design. **Design studies**, v. 20, n. 1, p. 25-39, 1999.

⁴ Destaca-se que, considerando a amostragem reduzida utilizada para as entrevistas, tais percepções são parciais,

restritas ao ambiente do artigo e não generalizáveis.

DELATORRE, Vivian. Modelo conceitual que integra BIM nas fases iniciais do projeto arquitetônico: uma abordagem para o processo criativo e de ensino-aprendizagem. 2019. 226 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo)

EASTMAN, Chuck *et al.* **Manual de BIM**: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Porto Alegre: Bookman, 2014.

GLAVEANU, Vlad *et al.* Creativity as action: Findings from five creative domains. **Frontiers in psychology**, v. 4, p. 176, 2013.

HAO, Jia *et al.* A knowledge-based method for rapid design concept evaluation. **IEEE Access**, v. 7, p. 116835-116847, 2019. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8780336>. Acesso em: 04 set. 2022.

IBRAHIM, R.; RAHIMIAN, F. P. Comparison of CAD and Manual Sketching Tools for Teaching Architectural Design. **Automation in Construction**, v. 19, n. 8, p. 978-987, 2010.

JOHANSSON-SKÖLDBERG, Ulla *et al.* Design thinking: past, present and possible futures. **Creativity and innovation management**, v. 22, n. 2, p. 121-146, 2013. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/caim.12023>. Acesso em: 15 ago. 2022.

KHAN, S.; AWAN, M. J. A generative design technique for exploring shape variations. **Advanced Engineering Informatics**, v. 38, n. 1, p. 712-724, 2018.

KYMMELL, W. Building Information Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations. [S. l.]: McGraw Hill, 2007.

LAWSON, Bryan. CAD and creativity: does the computer really help?. **Leonardo**, v. 35, n. 3, p. 327-331, 2002. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/1577126>. Acesso em: 10 ago. 2022.

LAWSON, Bryan. **How Designers Think**: The Design Process Demystified. Oxford: Elsevier/Architectural, 2005b.

LAWSON, Bryan. Oracles, draughtsmen, and agents: the nature of knowledge and creativity in design and the role of IT. **Automation in construction**, v. 14, n. 3, p. 383-391, 2005a.

LAWSON, Bryan. Towards a computer-aided architectural design process: a journey of several mirages. **Computers in Industry**, v. 35, p. 47-57, 1998.

LAWSON, Bryan; LOKE, Shee Ming. Computers, words and pictures. **Design studies**, v. 18, n. 2, p. 171-183, 1997. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142694X97000200>. Acesso em: 23

ago. 2022.

LIU, Yu-Tung. A Dual Generate-and-Test Model for Design Creativity. In: CONFERENCE ON COMPUTER AIDED ARCHITECTURAL DESIGN RESEARCH IN ASIA, 3., 1998, Japan. **Proceedings**.... Abril 22-24, 1998. Japan

MENEZES, Alexandre Monteiro. Percepção, memória e criatividade em arquitetura. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, v. 14, n. 15, p. 15-48, 2009. DOI: [10.5752/807](https://doi.org/10.5752/807) Acesso em: 09 ago 2022.

MENEZES, Alexandre; LAWSON, Bryan. How designers perceive sketches. **Design studies**, v. 27, n. 5, p. 571-585, 2006.

MIETTINEN, Reijo; PAAVOLA, Sami. Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling. **Automation in Construction**, v. 43, p. 84-91, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580514000612>. Acesso em: 09 ago 2022.

MITCHELL, William J. Introduction: A New Agenda for Computer-Aided Design. In: CAAD FUTURES. **Proceedings**... Cambridge, 1990. p. 1-16. Disponível em: <http://cumincad.org/cgi-bin/works/Show?643e>. Acesso em: 12 ago 2022.

OXMAN, Rivka. Digital architecture as a challenge for design pedagogy: theory, knowledge, models and medium. **Design Studies**, v. 29, n. 2, p. 99-120, 2008.

OXMAN, Rivka. Prior knowledge in design: a dynamic knowledge-based model of design and creativity. **Design Studies**, v. 11, n. 1, p. 17-28, jan. 1990. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/990/Oxman_Prior_Knowledge-with-cover-page-v2.pdf. Acesso em: 09 ago 2022.

OXMAN, Rivka. The thinking eye: visual re-cognition in design emergence. **Design Studies**, v. 23, n. 2, p. 135-164, 2002. Disponível em: http://technion.ac.il/~rivkao/topics/publications/Oxman_2002_The%20Thinking%20Eye%20Design-Studies.pdf. Acesso em: 20 ago 2022.

OXMAN, Rivka. Theory and design in the first digital age. **Design studies**, v. 27, n. 3, p. 229-265, may 2006. doi: 10.1016/j.destud.2005.11.002. Disponível em: http://www.technion.ac.il/~rivkao/topics/publications/Oxman_2006_Design-Studies.pdf. Acesso em: 20 ago 2022.

OXMAN, Rivka. Thinking difference: Theories and models of parametric design thinking. **Design Studies**, v. 52, p. 4-39, 2017. Disponível em: https://miatedjosaputro.com/uploads/sites/2/2020/04/1-Thinking-difference-Theories-and-models-of-parametric-desi_2017_Design-Stud.pdf. Acesso em: 15 ago 2022.

PARK, H. J.; LEE, J. H. Exploring Integrated Design Strategies for the Optimal Use

of BIM. **Architectural Research**, v. 12, n. 2, p. 9-14, 2010. doi:10.5659/ai-kar.2010.12.2.9

RIES, Mark; WAGTER, Harry. A CAAD Model for Use in Early Design Phases. In: CONFERENCE CAAD FUTURES, **Proceedings...** Netherlands, p. 215-228, 1989.

SCHÖN, Donald A. **The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action**. New York: Basic Books, 1983.

SIMON, Herbert A. Style in Design. In: EASTMAN, Charles M. (ed.). **Spatial Synthesis in Computer-Aided Building Design**. New York: John Wiley, 1975.

TURK, Žiga. Ten questions concerning building information modelling. **Building and Environment**, v. 107, p. 274-284, 2016. doi: 10.1016/j.buildenv.2016.08.001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036013231630292X>. Acesso em: 29 mar 2022.

WALLAS, Graham. **The Art of Thought**. New York: Harcourt-Brace, 1926.

ZARZYCKI, A. Parametric BIM as a Generative Design Tool. In: ACSA ANNUAL MEETING, **Proceedings...** Boston, p. 752-762, 2012. Disponível em: <https://www.acsa-arch.org/proceedings/annual-meeting-proceedings/>. Acesso em: 02 set 2022.

ZEICHNER, Kenneth M. **A formação reflexiva de professores: ideias e práticas**. Lisboa: Educa, 1993.