

**REFLEXÕES SOBRE A TEORIA DO DESIGN THINKING E NOVAS
ALTERNATIVAS ALIADAS AO BIM PARA O ENSINO DE PROJETO EM
ARQUITETURA, ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO (AEC)**

*Reflections on Design Thinking theory and new alternatives allied to BIM for design teaching in
Architecture, Engineering and Construction (AEC)*

Profa. Dra. Aline Valverde Arrotéia – UNIALFA/Brasil
Prof. Dr. Gustavo Garcia do Amaral – KU University/Estados Unidos
Prof. Dr. André Leme Fleury – USP/Brasil

RESUMO: A busca por soluções que incorporem novas práticas mais colaborativas ao ensino de projeto nos cursos de graduação em AEC tornou-se cada vez mais frequente no meio acadêmico devido as limitações do ensino de projeto tradicional. A emergente discussão sobre o modelo de ensino praticado até o momento, propõe uma releitura dos processos tradicionais a fim de promover uma ampla integração e simultaneidade entre as fases do projeto. Pois, os profissionais precisam ter habilidades específicas na solução de problemas mal definidos ou complexos comumente encontrados no processo de projeto. Sabe-se que a atividade de projetar possui um processo cognitivo complexo, o qual exige um ambiente de trabalho colaborativo e integrado. Portanto, o ensino de projeto precisa incorporar novos modelos de colaboração e integração no ambiente de aprendizagem. Nesse sentido, várias alternativas tem sido desenvolvidas com o objetivo de aproximar a teoria proposta pela academia com a prática do mercado. Logo, entende-se que a proposição de novos métodos, tais como *Design Thinking*, Modelo de Projeto Integrado (IPD), Integração Vertical do Projeto, Desenho Paramétrico e Fabricação Digital constituem-se como algumas das novas alternativas para o ensino de projeto.

Palavras-chave: *Design Thinking*, Ensino de Projeto, Modelagem da Informação da Construção.

ABSTRACT: The search for solutions that incorporate new and more collaborative practices to design teaching in undergraduate courses in AEC has become increasingly common in academia because of the limitations of the traditional design education. The emerging discussion on the teaching model used to date, proposes a reinterpretation of traditional processes in order to promote a wide integration and simultaneity between the phases of the project. For professionals needs specific skills in solving ill-defined or complex problems commonly encountered in the design process. It is known that the activity of design has a complex cognitive process, which requires a collaborative and integrated work environment. Therefore, the project of education needs to incorporate new models of collaboration and integration in the learning environment. In this sense, several alternatives have been developed with the aim of bringing the theory proposed by

academia with market practice. Therefore, it is understood that the proposal of new methods, such as Design Thinking, Integrated Project Delivery (IPD), Vertically Integrated Design, Parametric Design and Digital Fabrication constitute as some of the new alternatives for design education.

Keywords: Design Thinking, Design Teaching, Building Information Modelling (BIM).

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção mundial tem buscado adotar práticas colaborativas por meio de ferramentas e processos em BIM. No entanto, a atual escassez de profissionais capacitados continua a ser um desafio real, pois o trabalho colaborativo requer muito além de entender novas tecnologias. Os profissionais precisam aprender uma nova cultura de trabalho a partir da colaboração e da integração das informações do projeto (MACDONALD, 2012).

O aumento da demanda da indústria da construção civil por profissionais que sejam capacitados no desenvolvimento de projetos em BIM tem sido uma proposta desafiadora para as escolas de Arquitetura, Engenharia e Construção. Desde meados dos anos 2000, novas propostas têm sido aplicadas na esfera educacional a fim de contribuir para a melhoria da formação acadêmica dos alunos com vistas às novas exigências do mercado de trabalho acerca do conhecimento de gestão do BIM.

Dessa forma, o ensino de projeto necessita propor mudanças no modelo praticado até então. Hedges and Denzer (2008) afirmam que as limitações do ensino de projeto tradicional são cada vez mais evidentes, e que, portanto, o ensino nas escolas de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) precisa incorporar novos modelos de colaboração e integração solicitado pelo BIM.

A busca por soluções que incorporem o BIM no ensino de projeto nos cursos de graduação em AEC torna-se cada vez mais frequente a discussão científica em torno do tema. Sabe-se que o BIM não é apenas uma nova forma ferramenta de representação gráfica de projetos, mas sim um método abrangente de gestão e análise das informações da construção. Por isso, faz-se necessário estudar novas formas de trabalho que facilitem à colaboração em equipe como aspecto chave de aprendizagem (SACKS; PIKAS, 2013).

Várias pesquisas no meio acadêmico sugerem a adoção de novas tecnologias em BIM e a adição de novas práticas de trabalho colaborativo nos currículos dos cursos de

graduação, uma vez que os alunos na maioria das instituições de ensino nos Estados Unidos da América, Europa e Ásia continuam a ser educados em departamentos separados com pouca ou nenhuma integração e colaboração entre as disciplinas (MACDONALD, 2012).

De acordo com a literatura, várias alternativas de inclusão do BIM no ensino de projeto estão sendo desenvolvidas na tentativa de melhorar a comunicação e a integração dos agentes envolvidos das etapas de projeto e execução de obras bem como a gestão das informações da construção desde o período de formação do profissional. A proposição de novos métodos, tais como Design Thinking, Modelo de Projeto Integrado (IPD), Integração Vertical do Projeto, Desenho Paramétrico e Fabricação Digital constituem-se como algumas das novas alternativas para o ensino de projeto.

Esta nova demanda tem fomentado importantes pesquisas teóricas acerca da reinterpretação do processo de projeto a partir de softwares parametrizados, como por exemplo, o Parametric Design (SCHUMACHER, 2011). A inserção de softwares paramétricos, não somente em disciplinas isoladas, mas a partir da integração do conteúdo e dos alunos em períodos variados busca simular a realidade do campo de trabalho no ambiente acadêmico.

Ao mesmo tempo que, a discussão teórica sobre o Design Thinking na solução de problemas complexos ou mal definidos (wicked problems) tem sido fortemente fomentado pelo meio acadêmico. A proposta conceitual do Design Thinking traz uma nova metodologia para o processo de projeto.

Portanto, com base no problema apresentado, verifica-se uma ampla necessidade de reformulação do ensino de projeto em AEC. A carência de pesquisas no meio acadêmico brasileiro e o grande número de publicações sobre o tema confirmam a relevância do tema no cenário atual.

Diante do exposto, o objetivo principal da pesquisa destina-se a compreender como a teoria do *Design Thinking* pode contribuir para o processo de projeto como uma nova alternativa ao ensino de projeto nos cursos de graduação em Arquitetura, Engenharia e Construção. Isto é, como a metodologia do Design Thinking pode se associar as demais alternativas estudadas até o presente momento para oferecer um ambiente de ensino mais colaborativo e integrado.

2. MÉTODO DE PESQUISA

O método de pesquisa utilizado para o desenvolvimento do trabalho foi uma revisão de literatura de caráter qualitativo e exploratório. A revisão da literatura é uma parte vital do processo de investigação, pois envolve localizar, analisar, sintetizar e interpretar a investigação prévia (revistas científicas, artigos de congresso, reviews, livros, etc.) relacionada com a sua área de estudo. Isto é, uma análise bibliográfica pormenorizada, referente aos trabalhos já publicados sobre o tema (BENTO, 2012).

A revisão da literatura é indispensável não somente para definir bem o problema, mas também para obter uma ideia precisa sobre o estado atual dos conhecimentos sobre um dado tema, as suas lacunas e a contribuição da investigação para o desenvolvimento do conhecimento (BENTO, 2012).

De acordo com o autor, a revisão da literatura consiste:

a) Delimitar o problema de investigação: muitos estudos falham porque o investigador não delimitou bem o problema.

b) Procurar novas linhas de investigação: Fazendo a revisão da literatura, você deve determinar que investigação já foi feita na sua área de interesse.

c) Evitar abordagens infrutíferas. Na sua revisão da literatura, esteja atento(a) para linhas de investigação que provaram ser infrutíferas.

d) Ganhar perspectivas metodológicas. Um erro que por vezes se faz é rever apenas os resultados do estudo ou relatório. A leitura geral pode dar-nos ideias para o nosso desenho metodológico.

e) Identificar recomendações para investigações futuras. Estudos de investigação, muito frequentemente, terminam com mais questões de investigação e sugestões para outras investigações.

3. WICKED PROBLEMS NO PROCESSO DE PROJETO

De acordo com Buchanan (1992), wicked problems são problemas mal definidos ou complexos, na qual as informações do projeto são confusas devido ao conflito de valores e ideias entre os agentes envolvidos (decision markers e cliente). Por não terem uma resposta certa, são considerados difíceis de descrevê-los, uma vez que podem apresentar causas inumeráveis (Camillus, 2008). Isto é, wicked problems caracterizam-se por não apresentarem uma formulação definitiva do problema (Rittel e Webber, 1973).

No contexto da construção civil, pode-se afirmar que os projetos de edifícios são invariavelmente wicked por apresentarem características complexas e mal definidas (COYNE, 2005).

A discussão sobre o tema iniciou com Horst Rittel na década de 60, período de grande interesse no estudo da metodologia do projeto. Em 1974, pesquisadores e designers se reuniram em uma conferência especial na cidade de Nova Iorque com o intuito de discutirem a teoria do projeto. Desde então, a metodologia adotada no processo de projeto passou a ser questionada pelo meio acadêmico e por profissionais das áreas de Arquitetura e Engenharias em virtude dos problemas mal definidos relacionados com as indefinições do projeto e as variações de métodos de concepção do projeto (BUCHANAN, 1992).

Para Rittel (1967) apud Buchanan (1992), o processo de concepção do projeto divide-se em duas fases distintas: definição do problema e solução do problema. A primeira, fase de definição do problema, é considerada uma sequência analítica na qual o projetista determina todos os elementos do problema, e especifica todos os requisitos para obter uma solução projetual positiva. Enquanto que a segunda fase, a solução do problema corresponde à sequência sintética de vários requisitos que são combinados e balanceados uns contra os outros com a intenção de produzir um plano final a ser aplicado na produção.

Na ótica de Simon (1973), o processo de projeto segue uma estrutura organizada de passos, a qual inicialmente define os objetivos e as limitações para a solução de problemas complexos envolvidos na concepção do projeto. Para o autor, esta estrutura clara de raciocínio tem relação direta com a organização do processo em estágios de desenvolvimento da proposta projetual.

Deste então, o estudo do processo de projeto tornou-se claramente competitivo em várias áreas de pesquisa com a intenção de desenvolver novos produtos esteticamente mais atrativos aos consumidores. A discussão no meio acadêmico e profissional tem apresentado novas perspectivas para o desenvolvimento de processos, serviços e maneiras de comunicação e colaboração baseada na interação humana fundamentada pela teoria do Design Thinking abordada no tópico a seguir.

4. TEORIA DO DESIGN THINKING

O Design Thinking representa uma combinação única de métodos com alto rigor técnico e científico, focados nas necessidades do usuário para encontrar a solução de problemas complexos ou mal definidos (PAVIE; CARTHY, 2015). Desde a década de 80, diversos métodos foram propostos a fim de estabelecer um padrão de concepção projetual e de mapeamento das etapas envolvidas no processo criativo. Nesse contexto, o Design Thinking tornou-se um novo paradigma a ser explorado devido à complexidade do entendimento da prática que envolve o processo de projeto.

De acordo com Brown (2008), Design Thinking caracteriza-se como uma metodologia de projeto repleta de atividades inovadoras centrada na observação humana, a qual tem por objetivo analisar as necessidades e os desejos das pessoas. Essa metodologia baseia-se na observação profunda do modo de vida e trabalho dos usuários, cuja qual deve ser realizada sequencialmente em três etapas nomeadas de inspiração, ideação e implementação. A primeira etapa chamada de inspiração corresponde às circunstâncias/problemas que motivam a encontrar soluções. A ideação (segunda etapa) concerne ao processo de geração de ideias, desenvolvimento e teste das possíveis ideias que possam levar à solução do problema para posteriormente ser implementado (terceira etapa).

Os primeiros trabalhos iniciaram-se na década de 90 com o designer David Kelley na empresa IDEO, localizada no Vale do Silício nos EUA, na concepção de produtos industriais (DENNING, 2013). De acordo com a IDEO (2015), o processo do Design Thinking divide-se em cinco fases de desenvolvimento conforme ilustrado na Figura 1. São elas:

- Fase 1: concentra-se na descoberta do problema buscando entender o desafio;
- Fase 2: destina-se a interpretar o problema por meio da técnica de imersão;
- Fase 3: chamada de ideação, propõe a geração e o refinamento das ideias.
- Fase 4: experimentação ou prototipação, visa a realização de testes das hipóteses criadas por meio da elaboração de protótipos e do feedback do cliente.
- Fase 5: busca a evolução do protótipo gerado, buscando avançar o conhecimento e o aprendizado com a experiência adquirida.

Figura 1 - Fases do processo *Design Thinking*



Fonte: IDEO (2015)

Desde meados dos anos 2000, o Design Thinking e as suas aplicações tem sido objeto de estudo no meio acadêmico em virtude da sua multiplicidade de interpretações. Dorst (2011) apresenta uma discussão teórica sobre as práticas que compõem o repertório projetual dos profissionais consideradas relevantes na solução de problemas complexos. Contudo, o principal desafio observado ao lidar com problemas complexos consiste na criação de um método único (frame) a partir de práticas profissionais que sejam mais padronizadas.

Para tal, o autor estabelece que a solução de problemas concentra-se em entender os conceitos de dedução, indução e abdução, os quais são estruturados a partir da seguinte equação: what (thing) + how (working principle) = result (observed). Na técnica da dedução sabe-se o problema e como resolvê-lo, enquanto que na indução não se enxerga os princípios/formas de trabalho para a solução do problema. A abdução caracterizada como a técnica de produção do pensamento divide-se em duas maneiras: Abdução-1 quando considera-se a solução do problema convencional e Abdução-2 quando os problemas são mais complexos.

Nos últimos anos, o número de publicações sobre o tema aumentou expressivamente no meio acadêmico. Nesse sentido, diversas abordagens sobre a metodologia do Design Thinking têm sido estudadas com o intuito de solucionar problemas complexos no processo de projeto. Sabe-se que a atividade projetual é um processo cognitivo complexo, pois deve envolver designers com habilidades específicas distintas para obter um bom resultado final (DYN et. al., 2005).

Portanto, o ensino de projeto apresenta sérios desafios, e ao mesmo tempo, novas oportunidades que tragam outras alternativas ao ensino de projeto. Essa emergente discussão propõe que os alunos de Arquitetura, Engenharia e Construção possam ser formados com habilidades específicas na solução de problemas mal definidos ou complexos comumente encontrados no processo de projeto em um ambiente de trabalho colaborativo e integrado conforme proposto pela teoria do Design Thinking.

Além da proposta do Design Thinking, entende-se que outros métodos, processos, ferramentas e abordagens possam ser incorporados ao ensino de projeto. Em conclusão, nos tópicos a seguir discute-se outras perspectivas para a melhoria do ensino de projeto em Arquitetura, Engenharia e Construção.

5. NOVAS ALTERNATIVAS PARA O ENSINO DE PROJETO

A crescente demanda por projetos que tenham soluções mais eficientes, com menor custo e tempo de desenvolvimento exige novas alternativas para o ensino de projeto nos cursos de graduação em Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) (BECERIK-GERBER; GERBER; KU, 2011). Em resposta à constante transformação da indústria da construção civil, novas pesquisas no meio acadêmico nacional e internacional tem buscado introduzir a tecnologia BIM no contexto educacional permitindo que os alunos experimentem não somente os benefícios desta tecnologia quanto à modelagem e à documentação do projeto, mas também inserir os alunos em uma atmosfera de aprendizado colaborativo.

Um estudo desenvolvido pela universidade americana Stanford University em conjunto com a universidade holandesa Twente University enfatiza a importância de buscar novas técnicas de integração da ferramenta BIM ao projeto nos currículos dos cursos de graduação. Em particular, o estudo constatou que a introdução do BIM permitiu que os educadores desenvolvessem projetos mais coerentes com a realidade, simulando a integração das tarefas e a interação entre os alunos com as condições encontradas na prática no mercado de trabalho. De modo geral, o estudo concluiu que a aplicação de diferentes métodos de gestão aumentou significativamente a qualidade do ensino a partir da introdução da realidade encontrada na indústria da construção civil ao conteúdo desenvolvido na sala de aula (PETERSON et al, 2010).

Dessa forma, entende-se que o BIM desempenha papel importante na indústria da construção civil como ferramenta pedagógica no ensino de projeto. Logo, a forma de aplicação e o uso desta ferramenta na educação implica estudar novos métodos de ensino que se aproxime da prática de trabalho. Nesse sentido, novas alternativas que melhorem a integração do BIM ao ensino de projeto vêm sendo estudadas pelo meio acadêmico.

5.1 Modelagem da Informação da Construção (BIM)

Diversas iniciativas vêm sendo incorporadas ao ensino de projeto com o objetivo de proporcionar aos alunos a compreensão prática da integração do projeto à construção e a complexa relação entre os agentes a partir dos princípios pedagógicos do BIM. Com aumento da complexidade dos projetos e do número significativo de agentes envolvidos na construção do edifício, as instituições de ensino consideram cada vez mais relevante incorporar novas tecnologias em um ambiente colaborativo de ensino nos currículos dos cursos de Arquitetura e Engenharia Civil.

Entretanto, a mudança da mentalidade é um dos primeiros desafios na adoção do BIM no ambiente acadêmico, pois os trabalhos desenvolvidos nos ateliês de projeto continuam, em sua maioria, abordando métodos tradicionais de projeto, na qual a tecnologia digital adotada no processo de elaboração do projeto é entendida somente como um software de representação gráfica e documentação da construção (Boeykens et al., 2013).

De fato, o BIM constituiu-se como uma mudança de paradigma não somente para o setor da construção civil, mas também para o meio acadêmico. Considerado como a principal ferramenta de gestão das informações do edifício, o modelo digital tridimensional pode ser manipulado desde a etapa preliminar do projeto à construção e manutenção do edifício. (LIVINGSTON, 2008).

Recentemente, uma nova proposta de implementação do BIM no ambiente educacional desenvolvida por outros pesquisadores na Universidade da Flórida concluiu que o BIM promove uma melhoria na cooperação e integração entre as disciplinas. De modo geral, os estudantes enxergam os benefícios que a ferramenta BIM oferece à colaboração entre os agentes envolvidos no desenvolvimento do projeto (MORENO; OLBINA; ISSA, 2014).

Por outro lado, no Reino Unido, uma pesquisa desenvolvida pela Universidade de Liverpool identificou que a implementação do BIM no ambiente acadêmico tem sido desafiadora. Pois, apesar da prática atual do mercado da construção britânico tenha exibido experiências inovadoras e bem sucedidas, a principal dificuldade de integração do BIM no ensino deve-se ao uso altamente criativo e inovador, na qual os agentes são colocados a trabalhar em conjunto (KOCATURK; KIVINIEMI, 2013).

Macdonald e Mills (2011) afirmam que a adoção do BIM em um ambiente colaborativo tem sido pouco praticada pelas instituições de ensino se comparado com a indústria da construção. Na ótica das autoras, as universidades precisam buscar alternativas e soluções que busquem a aplicação do BIM em termos de colaboração.

A proposição da aprendizagem colaborativa coordenada em torno da tecnologia BIM oferece melhores condições de preparar o aluno com as habilidades necessárias para a solução de problemas comumente vivenciados no mercado de trabalho. Esta proposta de ensino traz ganhos significativos para a formação do aluno, pois aumenta o nível de cognição, aprendizagem e entendimento do desenho do edifício (MATHEWS, 2013).

Portanto, a academia passa a ser questionada a buscar novos caminhos que possibilitem uma nova abordagem de projeto no ambiente educacional em razão do impacto considerável da ferramenta BIM na concepção e construção do edifício (MORTON, 2012).

5.2 Modelo de Projeto Integrado (IPD)

Na atualidade, a complexidade dos projetos na construção de edifícios exige práticas de trabalho colaborativas. Nessa perspectiva, cursos de graduação em Arquitetura, Urbanismo e Construção tem buscado investir em novas disciplinas com uma abordagem voltada à colaboração.

Observa-se que a falta de integração entre as disciplinas e os alunos que compõem a equipe multidisciplinar corroboram para os baixos níveis de confiança e falhas na comunicação entre os agentes. Deste modo, algumas iniciativas de integração do BIM e o método do Integrated Project Entrega (IPD) ou Modelo de Projeto Integrado tem sido propostas no meio acadêmico adaptando-os aos currículos existentes (MCDONALD; MILLS, 2013).

O IPD é uma abordagem de projeto que integra pessoas, sistemas, estruturas de negócio e a prática dentro de um processo colaborativo, na qual todos os agentes

participantes trabalham com o objetivo de otimizar os resultados do projeto, agregar valor no produto para o dono, reduzir desperdícios e maximizar a eficiência em todas as fases do projeto, fabricação e construção (THE AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS, 2007).

Sendo assim, as potencialidades do IPD na preparação de uma nova geração de profissionais caracterizam como uma alternativa para o ensino de projeto buscando integração do processo de projeto à construção por meio da colaboração entre os agentes envolvidos em todas as etapas do empreendimento (PARFITT; HOLLAND; SOLNOSKY, 2013).

5.3 Integração Vertical do Projeto

O modelo pedagógico de integração vertical do projeto foi inspirado a partir de modelos educacionais da área médica e implementado em disciplinas do curso de graduação em Gestão da Construção na Universidade Estadual no Arizona nos EUA. O modelo aplicado como estudo piloto em duas turmas de graduação com níveis diferentes de conhecimento e habilidades concluiu que o sucesso do método está vinculado ao planejamento antecipado das atividades. Deste modo, o modelo de Integração Vertical do Projeto foi criado buscando atender três objetivos principais, são eles (GHOSH; PARRISH; CHASEY, 2015):

Promover a apreciação do BIM como ferramenta de auxílio à colaboração;

Desenvolver o conhecimento do BIM como ferramenta de modelagem da informação e gestão do processo;

Manter a continuidade do conhecimento por anos.

Para os autores, este modelo de ensino promove a integração do BIM em disciplinas de períodos variados combinando o aprendizado fundamental da teoria, a experiência prática dos alunos dos períodos mais avançados e o uso da tecnologia em um ambiente colaborativo de ensino.

Dessa forma, ensinar alunos com pouca experiência de campo a gerir projetos em BIM simulando um ambiente de trabalho real conforme adotado por empresas da indústria da construção torna-se um dos principais desafios enfrentados pelo corpo docente dos cursos de graduação em Arquitetura, Engenharia e Construção. Ou seja,

oferecer uma nova realidade de ensino na qual os alunos pensem em BIM em todas as disciplinas relacionadas (GLICK; PORTER; SMITH, 2012).

Para Fridrich e Kubecka (2013), a prática da modelagem virtual em 3D é muito simples e intuitiva para os alunos. No entanto, a necessidade de trabalhar em conjunto sob a cooperação de todos os alunos formando uma equipe de construção limita a implementação do BIM em um ambiente voltado à colaboração. Contudo, a integração vertical do projeto constitui-se como uma alternativa para o ensino de projeto adotando o BIM como ferramenta de integração e colaboração entre os alunos e as disciplinas.

5.4 Desenho Paramétrico e Fabricação Digital

O Desenho Paramétrico é conceituado como uma abordagem de projeto desenvolvido no computador que define as propriedades geométricas do desenho como variáveis. As dimensões, ângulos e curvaturas são considerados maleáveis de acordo com o progresso do projeto. Isto significa que a concepção do projeto consiste em parâmetros entre os vários elementos da composição, cujo qual proporciona uma nova capacidade de adaptação ao projeto arquitetônico, estabelecido por meio de regras de codificação do desenho através de uma nova leitura de projetar (SCHUMACHER, 2016).

Deste modo, o Desenho Paramétrico deve ser entendido como uma metodologia de projeto baseado em técnicas de modelagem e codificação paramétrica advindas do Parametricism (SCHUMACHER, 2012). O Parametricism é conhecido como um novo estilo contemporâneo de projeto baseado em técnicas de desenho paramétrico.

A definição conceitual desta nova proposta de projetar reflete uma mudança fundamental nos elementos básicos e construtivos da arquitetura. Neste caso, as formas geométricas rígidas como linhas, retas, retângulos, cubos entre outros são substituídas por uma concepção dinâmica, interativa e totalmente adaptável (SCHUMACHER, 2016).

A Fabricação Digital envolve a exploração criativa da modelagem tridimensional integrada à produção por meio da automação das informações de modelos tridimensionais, podendo ser fabricado de modo personalizado ou em larga escala. A Fabricação Digital visa diminuir custos e incertezas do projeto aumentando a precisão, a confiabilidade, a rapidez e a eficiência em uma vasta gama de materiais (RASPALL, 2015).

Dessa forma, a Fabricação Digital constitui-se como uma nova solução para a industrialização da arquitetura, na qual o projeto está totalmente vinculado ao processo

produtivo. A flexibilidade de alteração do projeto garantida por meio da fabricação de protótipos é caracterizada como uma das estratégias para o ensino de projeto, oferecendo melhor integração do projeto à produção.

As decisões do projeto não são como um processo linear simples, na qual o problema é solucionado a partir da sua identificação/definição para que posteriormente seja encontrada uma alternativa para a solução do mesmo. Em outras palavras, existe uma série de variáveis que corroboram para o indeterminismo do processo de concepção do projeto.

Como consequência deste processo, a falta de definição dos problemas resulta em uma série de impactos negativos no desempenho e qualidade do produto final. Com isso, o surgimento de falhas de leitura e interpretação do projeto torna-se frequente, que por sua vez reflete no detalhamento e na especificação do produto. Ao mesmo tempo, a falta de comunicação entre os agentes participantes do processo impacta diretamente na interpretação da linguagem projetual adotada pelo autor. Dessa forma, observa-se que problemas mal definidos refletem negativamente durante a produção ocasionando erros, desperdícios de materiais e mão de obra e retrabalhos.

Portanto, a problemática apresentada sugere ao meio acadêmico a busca por novas alternativas e metodologias que tragam soluções para problemas mal definidos durante a fase de projeto. De modo mais específico, no campo de pesquisa em Arquitetura não existe uma cadeia clara de produção como na Engenharia de Produção. A unicidade do projeto de arquitetura torna-o difícil de ser mapeado, se comparado com projetos do meio fabril, como por exemplo, a possibilidade da produção em série de automóveis na indústria automobilística.

A concepção do projeto de arquitetura possui uma série de condicionantes que por sua vez são interpretados de acordo com o contexto, a cultura e a formação do profissional. E, que mesmo apesar da normatização e padronização do desenho, o processo de criação está diretamente relacionado com a leitura do arquiteto, que não é capaz de medir o final do processo. Ou seja, não existe uma cadeia clara de concepção no projeto de arquitetura conforme encontrado nas manufaturas.

Por esta razão, compreende-se a relevância atual da discussão do tema ‘’ Design Thinking’’ por pesquisadores da área. Sabe-se que a industrialização da construção é uma

necessidade real para a evolução do setor da construção civil. Por isso, considera-se importante estudar novas propostas para o ensino de projeto voltado à produção. A introdução de novas tecnologias e práticas colaborativas podem ser consideradas ferramentas e ações importantes para o processo de projeto, entendendo-o como uma disciplina prática cuja qual necessita de comunicação e interação eficaz entre as partes envolvidas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os avanços tecnológicos e a crescente complexidade dos programas arquitetônicos requerem uma releitura dos processos tradicionais a fim de promover uma ampla integração e simultaneidade entre as fases do projeto. Em consequência, o desenvolvimento de ferramentas computacionais como BIM propõe não somente a capacitação dos profissionais que atuam ligados à indústria da construção civil, mas também uma incorporação das novas linguagens tecnológicas ao processo de formação dos novos profissionais.

Particularmente, tem sido dado grande destaque às funcionalidades de integração entre o projeto do produto e o planejamento, orçamento e controle das atividades de execução desse mesmo produto. Observa-se, pois, uma crescente necessidade de reinterpretação das práticas de projeto tradicionais, uma vez que a introdução da Modelagem da Informação da Construção exige revisão dos processos anteriormente adotados.

Entretanto, nas escolas de Arquitetura, Engenharia e Construção, o ensino de projeto ainda é caracterizado pela alta fragmentação das suas etapas e largamente influenciado por uma cristalizada tradição das Beaux-Arts. Logo, entende-se a importância de novas perspectivas para o ensino de projeto, nas quais a inserção de novas tecnologias não se configure apenas como uma ferramenta de representação, mas sim como parte integrante de uma metodologia de gestão e integração do processo de produção como um todo.

Todos estes conceitos têm como proposta principal investigar a dinâmica do projeto e sua prática que pode ser categorizada em: tipos de atividades projetuais, níveis de conhecimento do projeto e camadas de prática projetual dentro do processo criativo. No contexto da pesquisa de gestão de projetos, a criação de uma mentalidade por meio do conceito do Design Thinking propõe uma nova abordagem na compreensão das etapas

que envolve o ensino de projeto nos cursos de graduação em Arquitetura e Engenharias. A busca por alternativas que proporcione um ambiente de ensino mais colaborativo através de ferramentas eletrônicas de modelagem da informação da construção (BIM) confere condições mais concretas para a materialização dessa mentalidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BECERIK-GERBER, B.; GERBER, D.J.; KU, K. The pace of technological innovation in architecture, engineering and construction education: Integrating recent trends into the curricula. **Journal of Information Technology**. Basingstoke, United Kingdom, v.16, p.411-432, 2011.

BENTO, A. Como fazer uma revisão da literatura: Considerações teóricas e práticas. **Revista JA** (Associação Académica da Universidade da Madeira), nº 65, ano VII (pp. 42-44). ISSN: 1647-8975, 2012.

BOEYKENS, S.; et al. Experiencing BIM Collaboration in Education. *In*: COMPUTATION AND PERFORMANCE – 31ST INTERNACIONAL CONFERENCE ON EDUCATION AND RESEARCH IN COMPUTER AIDED ARCHITECTURAL DESIGN IN EUROPE - ECAADE. Delft, **Proceedings...** Delft: Delft University of Technology, Faculty of Architecture, 2013. 10. Liverpool, United Kingdom.

BROWN, T. Design Thinking. **Harvard Business Review**. p. 01–10, June, 2008.

BUCHANAN, R. Wicked Problems in Design Thinking. **Design Issues**. v. 5, n. 2, p. 05–21, 1992.

CAMILLUS, J. C. Strategy as a wicked problem. **Harvard Business Review**. p. 01–10, May, 2008.

COYNE, R. Wicked problems revisited. **Design Studies**. v. 26, p. 5-17, 2005.
DYN, C. L.; AGOGINO, A. M.; ERIS, O.; FREY, D. D.; LEIFER, L. J. Engineering Design Thinking, Teaching and Learning. **Journal of Engineering Education**. p. 103–120, 2005.

DORST, K. The core of ‘design thinking’ and its application. **Design Studies**. v. 32, p. 521–532, 2011.

FRIDRISH, J.; KUBECKA, K. BIM: The process of modern civil engineering in higher education. *In*: WORLD CONFERENCE ON LEARNING, TEACHING AND EDUCATION LEADERSHIP, 2013, Barcelona **Proceedings...** Barcelona: Procedia: Social and Behavioral Sciences, 2013. 5. Ostrava, Czech Republic.

GLICK, S.; PORTER, D.; SMITH, C. Student visualization: Using 3D-models in undergraduate construction management education. **International Journal of Construction Education and Research**, v. 8, p. 26–46, 2012.

GHOSCH, A.; PARRISH, K.; CHASEY, A. D. Implementing a vertically integrated BIM curriculum in an undergraduate construction management program. **International Journal of Construction Education and Research**, v. 11, p. 121–139, 2015.
HEDGES, K.; DENZER, A. How a collaborative architecture influences structural engineering education. *In: STRUCTURES CONGRESS: Crossing borders*, 2008, Vancouver. **Proceedings...** Vancouver: American Society of Civil Engineering, 2008. 10. Laramie, Wyoming, United State of America.

KOCATURK, T.; KIVINIEMI, A. Challenges of integrating BIM in Architectural Education. *In: COMPUTATION AND PERFORMANCE – 31ST INTERNACIONAL CONFERENCE ON EDUCATION AND RESEARCH IN COMPUTER AIDED ARCHITECTURAL DESIGN IN EUROPE - ECAADE*. Delft, **Proceedings...** Delft: Delft University of Technology, Faculty of Architecture, 2013. 9. Liverpool, United Kingdom.

LIVINGSTON, C. From CAD to BIM: Constructing Opportunities in Architectural Education. *In: ARCHITECTURAL ENGINEERING NATIONAL CONFERENCE: Building Integration Solutions*, 2008, Denver. **Proceedings...** Denver: American Society of Civil Engineering, 2008. 9. Bozeman, Montana, United State of America.

MACDONALD, J. A.; MILLS, J. An IPD approach to construction education. **Australasian Journal of Construction Economics and Building**. Sidney, Australia, v.13, n.2, p. 93-103, 2013.

MACDONALD, J. A. A framework for collaborative BIM education across the AEC disciplines. *In: 37th ANNUAL CONFERENCE OF AUSTRALASIAN UNIVERSITY BUILDING EDUCATORS ASSOCIATION*. 2012, Sidney. **Proceedings...** Sidney: AUBEA, 2012. 11. Sidney, Australia.

MACDONALD, J. A.; MILLS, J.E. The potential of BIM to facilitate collaborative AEC Education. *In: 118th ASEE ANNUAL CONFERENCE*. 2011, Vancouver. **Proceedings...** Vancouver: American Society of Civil Engineering, 2011. 7. Sidney, Australia.

MATHEWS, M. BIM collaboration in student architectural technologist learning. **Journal of Engineering Design and Technology**. Bingley, United Kingdom, v.11, n.2, p. 190-206, 2013.

MORENO, C.; OLBINA, S.; ISSA, R. Use of building information modeling for the design and construction of educational facilities. *In: 2014 INTERNATIONAL CONFERENCE OF COMPUTING IN CIVIL AND BUILDING ENGINEERING*, 2014, Orlando. **Proceedings...**Orlando: American Society of Civil Engineering, 2014. 8. Gainesville, Florida, United State of America.

MORTON, D. E. BIM: A transformative technology within the architecture curriculum in schools of architecture (Pedagogic stages of architectural education and the transformative effect of BIM). **International Journal of 3D Information Modeling**. Hershey, Pennsylvania, v.1, n.4, p. 50-68, 2012.

PARFITT, M. K.; HOLLAND, R. J.; SOLNOSKY, R. L. Results of a pilot multidisciplinary BIM – Enhanced integrated project delivery capstone engineering design course in architectural engineering. *In: ARCHITECTURAL, ENGINEERING INSTITUTE, 2013, State College. Proceedings...* State College: Penn State Department of Architectural Engineering, 2013, 10. State College, Pennsylvania.

PAVIE, Xavier; CARTHY, Daphne. **Leveraging uncertainty: a practical approach to the integration of responsible innovation through design thinking**. In: 20th International Scientific Conference Economics and Management - 2015 (ICEM-2015), Czech Republic, Procedia-Social and Behavioral Sciences, v. 213, p. 1040-1049, 2015.

PETERSON, F. ET AL. Teaching construction project management with BIM support: Experience and lessons learned. **Automation in Construction**, v. 20, p. 115–125, 2010.

RASPALL, F. A procedure framework for design to fabrication. **Automation in Construction**. v. 51, p. 132–139, 2015.

RITTEL, H. W. J.; WEBBER, M. M. Dilemmas in the general theory of planning. **Policy Science**. v. 4, p. 155-69, 1973.

SACKS, R.; PIKAS, E. Building Information Modeling education for construction engineering and management. I: Industry requirements, state of art and gap analysis. **Journal of Construction Engineering Management**. Reston, Virginia, v.139, n.11, p. 1-12, 2013.

SIMON, H. A. The structure of ill structured problems. **Artificial Intelligence**. v. 4, p. 188-201, 1973.

SHUMACHER, P. **Design Parameters to Parametric Design**. *In: The Routledge Companion for Architecture Design and Practice*. 1. ed. New York: Routledge, Taylor & Francis Group, 2016. 612p.

SHUMACHER, P. **The Autopoiesis of Architecture: A New Agenda for Architecture**. 1. ed. United Kingdom: WILEY, A John Wiley & Sons, 2012. Volum II. 774p.

SHUMACHER, P. **The Autopoiesis of Architecture: A New Framework for Architecture**. 1. ed. United Kingdom: WILEY, A John Wiley & Sons, 2011. Volum I. 461p.

THE AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS. **Integrated Project Delivery: A Guide**. California: AIA National / AIA California Council, 2007. 57p.

Credenciais da/os autora/es

ARROTÉIA, Aline Valverde. Professora no Mestrado Profissional em Desenvolvimento Regional pela UNIALFA, Graduada em Arquitetura e Urbanismo (PUC-GO), Mestre Engenharia Civil (UFG), Doutora (POLI-USP).  Orcid: 0000-0002-8343-9566
E-mail: aline.arroteia@unialfa.com.br.

AMARAL, Gustavo Garcia do. Professor Pesquisador na University of Kansas, School of Architecture and Design. Diretor do KU Sports and Leisure Program, Membro permanente da Union Internationale des Architectes (UIA) Sports and Leisure Working Group, Membro permanente da International Association for Sports and Leisure Facilities (IAKS) Arena Specialist. Doutor em Architecture Technology pelo Georgia Institute of Technology, School of Architecture (2023).

FLEURY, André Leme. Professor Associado na Universidade de São Paulo atuando nos contextos da Engenharia de Produção (Poli), Design (FAU) e Pró-Reitorias de Graduação e de Pesquisa e Inovação. Desenvolve pesquisas nas áreas de empreendedorismo e design. Graduado em engenharia de produção pela USP, mestre em engenharia de produção pela UFSC e doutor em engenharia de produção pela USP com período sanduíche na Universidade de Cambridge.

Endereço para correspondência: Aline Valverde Arrotéia. Rua 14, n. 271, Setor Jardim Goiás, CEP: 74810-180, Goiânia/GO. E-mail: aline.arroteia@unialfa.com.br

Como citar este artigo (Formato ABNT): ARROTÉIA, Aline Valverde. Reflexões sobre a teoria do Design Thinking e novas alternativas aliadas ao BIM para o ensino de projeto em Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). **Educação, Psicologia e Interfaces**, v. 5, n.1, v5i1.504, 2023.

Recebido: 07/01/2023.

Aceito: 20/05/2023.