



REFLEXÕES SOBRE BUILDING INFORMATION MODELING NO PROCESSO DE PROJETO EM ARQUITETURA

REFLECTIONS ABOUT BUILDING INFORMATION MODELING IN THE ARCHITECTURE DESIGN PROCESS

WOJCICKOSKI, Vagner Gonçalves¹

Resumo

O ato de projetar se torna objeto de análise ao tentar entender o *saber-fazer*. É o cerne do ateliê de projeto na graduação e a base da prática profissional. Porém a reflexão sobre a utilização do BIM no processo em si é pouco abordada dentro da academia. Este artigo irá abordar questões relacionadas à utilização do BIM a partir das teorias de processo de projeto em arquitetura, com o intuito de conduzir a uma reflexão sobre a tarefa essencial do arquiteto e a utilização das ferramentas. Traz a luz abordagens sobre o ato em si, sobre o saber necessário e adquirido pelo profissional durante sua formação; sobre os processos e métodos intrínsecos do ato de projetar e sobre o desenho que traduz as ideias do arquiteto e se apresenta durante o processo e como resultado final, tornando-se peça fundamental na utilização da tecnologia BIM.

Palavras-chave: design process, *Building Information Modeling*, design methods.

Abstract

The act of designing becomes an object of analysis when trying to understand know-how. It's the core of the undergraduate project studio and the basis of professional practice. However, reflection on the use of BIM in the process itself is little addressed within academia. This article will address issues related to the use of BIM based on theories of the design process in architecture, to lead to a reflection on the essential task of the architect and the use of tools. It brings to light approaches to the act itself, to the knowledge necessary and acquired by the professional during their training; about the intrinsic processes and methods of the act of designing, and about the drawing that translates the architect's ideas and is presented during the process and as a final result, becoming a fundamental part of the use of BIM technology.

Keywords: design process, Building Information Modeling, design methods.

¹ UNIVATES – Universidade do Vale do Taquari, ORCID: 0009-0007-0707-8942, vagner.wojcickoski@univates.br.

1 Sobre o projetar

A partir da década de 60, diversos estudos foram realizados a fim de compreender esta tarefa bastante complexa que é o ato de projetar. Alguns estudos relevantes contribuíram para entender como projetistas de diversas áreas executam seu trabalho, em especial designers industriais e arquitetos. Estes estudos buscaram encontrar similaridades e características que pudessem levar a um modelo que traduzisse e teorizasse a prática do profissional criativo e reflexivo.

Como o profissional de projeto cria e desenvolve ideias? Como toma decisões de projeto? Como define a estratégia de criação e solução de problemas? Que métodos utiliza? Como organiza o pensamento? Quais ações cognitivas são realizadas durante o processo? Estas questões somadas ao intuito de tornar o conhecimento tácito do profissional de projeto, em conhecimento científico, de forma explícita e sistemática, gerou inúmeras discussões sobre o processo de projeto e os métodos utilizados por eles.

Para quem está assistindo à execução da ação, é tarefa desmotivadora tentar entender o que se passa no momento em que ela está sendo realizada. E quem a executa certamente terá dificuldades em explicar o que está fazendo.

Na tentativa de explicar de forma clara, a ação executada pelos projetistas, Bryan Lawson (2011) explica que o ato de projetar, quando adotado como atividade profissional, é comum que os melhores profissionais sejam muito valorizados e admirados. Isto acontece porque projetistas profissionais têm de aprender a entender problemas que os outros acham difícil descrever e dar a eles boas soluções. Este autor ainda utiliza outras definições, afirmando que projetar é:

(...) um processo mental sofisticado, capaz de manipular muitos tipos de informações, misturando-se num conjunto coerente de ideias e, finalmente, gerando alguma concretização dessas ideias (Lawson, 2011).

E com o objetivo de exemplificar a natureza do ato, afirma que o projeto de arquitetura exige considerável especialização e conhecimento técnico, o que exige certo grau de aprendizado que irá formatar suas habilidades específicas em função da compreensão técnica e própria de cada área:

Projetar é uma habilidade altamente complexa e sofisticada. Não é um talento místico concedido apenas aos que têm poderes recônditos, mas uma habilidade que tem de ser aprendida e praticada, como se pratica um esporte ou se toca um instrumento musical (Lawson, 2011).

Ao categorizar o ato de projetar como uma habilidade adquirida e não inata, torna-se possível identificar características comuns entre profissionais da mesma área ou áreas distintas. Horst Rittel (1971) afirma que projetar não é um fluxo de eventos criativos, e sim

trabalho altamente padronizado e organizado, mas que pode ser interrompido por ideias repentinas.

Com este preâmbulo, é possível afirmar que o projeto de arquitetura está entre estas atividades em que o profissional pouco se questiona sobre o fazer, sobre o ato em si. Preocupa-se com inúmeras questões simultâneas, como prazos, satisfação do usuário e funcionalidade, normalmente ligados ao “o quê”, e pouco se sabe sobre “o como” e “o porquê”. O conhecimento do projetista é abstrato e não muito sofisticado, no sentido de não saber explicar o que faz (Rittel, 1971). E é exatamente nesse contexto que pesquisadores buscam entender não apenas o produto final do arquiteto, mas o processo.

Ocorre que o processo de projeto muda radicalmente a partir da utilização das ferramentas BIM, uma vez que o olhar sobre o objeto passa a ser tridimensional desde o início, apresentando relações formais precoces e levando o profissional a tomar decisões projetuais relevantes desde o início do processo. Porém as questões abordadas acima permanecem relevantes, uma vez que se faz mais do que necessário o *saber* e o *saber-fazer* para desenvolver projetos utilizando ferramentas BIM.

2 Sobre o Saber

Para entender o que o projetista faz para produzir os resultados esperados, é necessário compreender em primeiro lugar e de forma mais abrangente o que o projetista sabe de fato. Para Cross (1999) havia um meio de entender como qualquer projetista pensa, e seria através da análise de mecanismos cognitivos de profissionais renomados.

Através de estudos com profissionais peritos e novatos, Ericsson e Smith (1991) entenderam que profissionais mais experientes tendem a executar as tarefas de forma mais organizada e direta, pois possuíam conhecimentos mais sólidos em relação aos novatos. Para Broadbent (1973) a maioria dos estudos realizados até então sobre o processo de projeto eram superficiais, já que considerava pouco provável que a criatividade fosse o integrante principal do processo.

De fato, pode-se constatar que a criatividade é um fator importante na solução de problemas, mas a utilização de métodos e meios para resolvê-los tem grande parcela no resultado. O ato criativo leva a solução de problemas. A criatividade constitui fator importante devido à complexidade dos problemas do projeto.

Os estudos de Nigel Cross (1985) reafirmam este tipo de pensamento, e acrescentam outros tipos chamados de pensamento rígido e flexível. Hudson realizou experimentos e descobriu que, em grande parte, estudantes de artes possuem pensamentos divergentes e de ciências, convergentes. E também concluiu que professores e alunos com o mesmo tipo de pensamento apresentam melhores resultados.

Segundo Alexander (1964) quando a sociedade se submete a mudanças rápidas, súbitas e culturalmente irreversíveis, é inevitável que a abordagem espontânea e artesanal do projeto dê lugar ao processo profissionalizado e autoconsciente.

Assim, o processo de projeto que conhecemos em tempos recentes não surgiu como resultado de um planejamento cuidadoso e voluntário, mas como reação a mudanças no contexto social e cultural mais amplo em que se projeta. O projetista especializado e profissional que produz desenhos com base nos quais outros constroem passou a ser uma imagem tão estável e conhecida que hoje vemos esse processo como a forma tradicional de projetar (Lawson, 2011).

A maioria dos projetistas são incapazes de explicar o que sabem, de traduzir em palavras suas habilidades especiais e entendimento. Nas raras vezes que tentam fazer isso, suas explicações são parciais e equivocadas. Porém este conhecimento de alguma maneira lhes foi transmitido e ensinado. Se nós guardamos conhecimento, para se tornar explícito, como explicar o que eles sabem? E se ao contrário, reconhecemos que os projetistas possuem conhecimento tácito, como guardar esse conhecimento para recuperá-lo quando for preciso? (Schön, 1988).

Conceitualmente o que Lawson categoriza como “forma tradicional de projetar” gradativamente dá lugar a modelagem em BIM. Embora a utilização da tecnologia BIM e o entendimento do conceito ainda sejam incipientes em muitos países, o intuito de inserir a tecnologia nos processos é explorado através da incorporação das ferramentas de forma consistente. Enfim, o avanço da tecnologia exige um conhecimento apurado sobre a utilização das ferramentas. Não basta conhecer superficialmente determinado software. É necessário entender o conceito por trás da utilização da tecnologia BIM, ter domínio das ferramentas e somente então o conhecimento sobre o processo de projeto será útil para o desenvolvimento do objeto arquitetônico. Ao entender o papel de cada ferramenta no processo, o profissional reflexivo tende a extrair de cada uma delas suas melhores soluções. Assim como um croqui pode propor ideias rapidamente ao contexto do problema de projeto, as ferramentas BIM de modelagem 3D podem rapidamente refinar estas ideias e propor novas soluções de projeto.

3 Sobre o processo

Para compreender o processo é necessário antes teorizar o projeto em si, como produto do trabalho do arquiteto:

O projeto envolve a ação criativa, o acúmulo de informação e de experiências, a formulação de hipóteses, a verificação de ideias um sistema de notações próprias, entre outras propriedades (Kowalstowski et al., 2011).

Essa definição atesta a complexidade do produto e indica caminhos para entender o processo. Um dos fatores fundamentais do processo é a decisão:

Em projeto, a decisão é a base fundamental da atividade, já que o procedimento de escolha das alternativas possíveis determina as propriedades da solução final (Kowalstowski *et al.*, 2011).

De forma geral, a decisão faz parte do processo. A definição de procedimentos a serem adotados na busca e na escolha de alternativas serão responsáveis pela solução final. Final no sentido de que proporciona uma alternativa melhor do que outra existente, e determina as características do projeto.

Na década de 60, Charles Eastman (1969) procurou desenvolver estratégias para auxiliar o arquiteto durante o processo de projeto, especificamente na solução de problemas. Ele afirmava que a observação do comportamento do profissional durante o ato de projetar podia ser vista como um instrumento, através do qual seria possível adquirir conhecimento sobre o processo de projeto. Supõe que o processo de projeto, de modo geral, compreende a sequência das decisões, os meios que geram as alternativas e os métodos de avaliação dessas alternativas. (Eastman, 1969) De forma abrangente procura orientar a prática profissional através de conceitos e métodos até então pouco explorados na solução de problemas.

Segundo Jones (1970) os processos de projeto para projetistas de qualquer área, dependiam das informações que sabem e das informações que querem saber. Jones chama a primeira de Entrada e a segunda de Saída. Em uma analogia simples correspondem a definição do problema e a solução do problema. Entender o problema é parte importante do processo.

Em outra análise Eastman (1969) e Rittel (1971) entendem que o processo de projeto é mal definido. O processo é mal definido porque o projetista não consegue definir os aspectos do problema como um todo. O próprio problema é mal definido. Conforme as soluções surgem, eles verificam se estas satisfazem as condições que o problema impõe. Rittel (1971) entende que os problemas são tão mal definidos a ponto de não possuírem uma formulação definitiva e estarem sempre abertos a novas formulações; as soluções podem ser alteradas, propostas e desenvolvidas a qualquer momento, e não são necessariamente corretas ou incorretas. Além disso, afirma que não existem regras que definam quando o projetista deve parar de projetar sem haver encontrado uma solução melhor. Para Cross (1990) e Vries e Wagter (1991) o processo normalmente está em aberto porque não possibilita uma solução definitiva, já que o projetista não sabe exatamente o resultado que deseja encontrar. Na grande maioria das vezes, o projeto é finalizado, não porque não possa ser melhorado, ou porque não exista uma solução mais adequada, e sim, por restrições de prazo ou de custos.

O que define e guia as escolhas dos projetistas são as restrições escolhidas por eles próprios. Assumem as mais importantes, satisfazem-nas da melhor maneira possível e aperfeiçoam as soluções adotadas. Na maioria das vezes os problemas de projeto não

oferecem todas as informações necessárias para se obter uma solução adequada. Algumas informações relevantes somente podem ser encontradas durante o processo (CROSS, 1990). Em consequência de ser mal definido e estar em aberto, o processo não tem um ponto de partida. Normalmente os primeiros esboços lançam ideias gerais sobre o partido, a volumetria, o uso, e essas ideias servem de base para o desenvolvimento do projeto. Nos estágios iniciais do processo, tem-se mais atenção para os problemas gerais e mais tarde os problemas passaram a ser mais detalhados (Rittel, 1971).

Quanto maior o número de estudos realizados, maiores serão as possibilidades de encontrar soluções adequadas para o problema. Em contrapartida, inúmeras soluções podem gerar novas restrições e criar novas condições para o problema. Lawson (2011) relata duas técnicas bastante utilizadas por projetistas: reduzir o número de requisitos ou restrições e sobrepor princípios de ordenação de projeto.

A primeira significa que o projetista irá decidir quais as restrições são fundamentais para solucionar as principais questões relacionadas ao edifício como um todo. No decorrer do processo deverão ser avaliadas outras restrições para partes específicas. A segunda tem por objetivo estabelecer de forma organizada condições para o projetista encontrar um ponto de partida para o projeto. Desta maneira pode utilizar restrições específicas as etapas iniciais do processo de criação, gerando alternativas de projeto, que viabilizem as restrições estabelecidas. Isto envolve subjetividade, julgamento e descoberta como características importantes nas atividades de criação (Lawson, 2011).

Sob esta ótica, considerando o domínio das ferramentas pelo profissional reflexivo, as dinâmicas do processo tendem a ser sintetizadas no processo de modelagem. O modelo 3D proporcionado pelas ferramentas BIM garantem ao profissional as avaliações necessárias para validar o processo e produzir resultados de forma objetiva. Além disso as informações a serem vinculadas aos modelos, se introduzem como parte do processo, gerando novas alternativas e proporcionando novas soluções.

4 Sobre os métodos

Eastman através de seus estudos teoriza algumas estratégias como *Generate-and-test*, *Analysis Means-Ends* e *Planning*. A primeira consiste em testar diversas alternativas possíveis até que uma pareça satisfatória. Porém não pode ser confundida com o processo de tentativa e erro, já que produz de forma sequencial não aleatória um conjunto de alternativas. A segunda utiliza um método criado por Simon e Newell, que consiste em enumerar uma série de heurísticas, a fim de serem usadas na solução de problemas. Normalmente são utilizadas em tomadas de decisões focadas em partes específicas do problema. Esse processo faz com que novas relações surjam entre os problemas e as ações que podem ser aplicadas a elas, proporcionando uma solução adequada. A última envolve

analisar a estrutura do problema a fim de encontrar relações entre os elementos. Essa análise pode envolver os processos anteriores. Quando se encontra uma solução para determinado problema, essa solução serve como guia para encontrar soluções para outros problemas específicos. (Eastman, 1969)

Em qualquer uma das situações temos que entender o problema para que uma solução adequada possa ser encontrada. Para Rittel (1971) existem métodos, ferramentas e técnicas que podem ajudar a entender o problema a fim de buscar soluções adequadas, entre elas, protocolos de análises, lógica simbólica e pesquisa empírica. Acredita que raciocínio, entendimento, argumentação e habilidade crítica podem ajudar o projetista a obter domínio sobre o problema, mas nenhuma metodologia poderá substituir seu próprio julgamento sobre o que é importante na tomada de decisões. Rittel entende o ato de projetar como uma solução de problemas sequenciais, onde o problema vai se tornando mais claro, conforme a solução vai se tornando mais clara. Esse processo de solução de problemas compõe-se de uma sequência alternada de dois tipos de atividades mentais: a procura por um conjunto de possibilidades que possam solucionar o problema; as alternativas são avaliadas por sua viabilidade e conveniência, e a decisão é tomada a favor da mais conveniente, alternativa viável. Nos estágios iniciais do processo, tem-se mais atenção por problemas gerais, como a forma ou o tipo de construção, e mais tarde os problemas se tornam mais detalhados.

Em 1967, no *Design Methods in Architecture Symposium*, foi estabelecido o significado de alguns termos. O processo de projeto foi definido como uma sequência íntegra de conhecimentos, que parte das primeiras concepções de um projeto e vai até sua realização total. E a sequência de decisões foi definida como um intervalo individual do processo de projeto, seja a captação da informação, a análise, a síntese etc. Os métodos elaborados por Markus (1971) e Broadbent (1973) possuem semelhanças no sentido de que as sequências de decisões são definidas por análise, síntese e avaliação, continuamente. Embora os métodos variem muito, é comum que os autores considerem essa sequência importante em qualquer processo de projeto, uma vez que podem elucidar melhor a ação projetiva durante o processo. Nigel Cross identifica os principais assuntos sobre os métodos de projeto como sendo: o controle do processo de projeto, a natureza da atividade de projeto, e a filosofia do método de projeto (Lawson, 2011).

Cross cita a contribuição de Alexander, pela criação de diagramas construtivos e padrões de linguagem. Os projetistas aprendem a pensar com seus desenhos, de forma que os padrões abstratos se tornam padrões concretos de um objeto atual. A questão fundamental é que os projetistas entendem sua própria maneira de projetar, da mesma forma que pessoas habilidosas sabem como demonstrar suas habilidades. Mas eles têm dificuldade de expressar, de externar esse conhecimento.

Uma importante contribuição para o estudo dos métodos de projeto foi desenvolvida por Gabriela Goldschmidt (1983). A autora explica que o processo de projeto vinha sendo estudado e descrito pelos pesquisadores, como um processo criativo ou como processo de solução de problemas. Ela defende através deste modelo que o projeto de arquitetura acontece em uma zona intermediária entre estas teorias. O processo normalmente começa com o projetista determinando ou reconhecendo os dados que julgar necessário para o projeto. Em seguida estes dados podem ser organizados, categorizados e analisados, formalmente ou informalmente. Nesta etapa podem acontecer duas coisas, ou ambas: 1 - uma cadeia de movimentos traduz os dados em decisões de projeto. As decisões podem ser racionais, através de passos lineares e dedutivos, onde cada passo influencia no projeto como um todo. 2 - As decisões podem ser intuitivas, os passos podem ser aleatórios utilizando o corpo da informação em loops cíclicos. Estes processos continuam por tentativa e erro até que todas as questões sejam resolvidas. Normalmente os projetistas chamam os dados organizados de *programa*. Chama esse estágio de *Definições* ou *Imperativos de Projeto* [A]. A informação obtida em [A] não indica necessariamente qual o peso que cada uma terá nas decisões de projeto. A *interpretação*, que a autora chama de [B], é o programa transformado. Enquanto [A] trata exclusivamente de questões explícitas, [B] traz à tona significados implícitos. Raramente o projetista extrai [B] de [A] automaticamente, normalmente há uma busca. É muito semelhante a outros campos de pensamento, como o da pesquisa científica. As relações entre [A] e [B] podem acontecer das seguintes maneiras: em relações simples, onde [B] é a transformação das questões definidas em A, ou [B] é feito da essência de [A] mas pode ser transformado, reorganizado, estruturado; em relações complexas, onde [B] contém a maioria dos aspectos que foram inicialmente definidos em [A], ou no processo de interpretação de [A] para [B] um aspecto ou ponto de vista que não fazia parte de [A] precisa ser adicionado para produzir [B]. Estes aspectos extras que são adicionados são chamados de *inputs* $[\alpha]$. Eles não podem contradizer nenhum componente de [A] mas podem contribuir para uma nova ordem, para criar harmonia. Os *inputs* funcionam como catalisadores, que modificam informações em [A] e ajudam a criar [B]. O último estágio, chamado de *architectural design*, é o produto final, representado em 2d ou 3d. A autora acredita que é muito difícil determinar quando a interpretação termina e quando o projeto começa. Afirma que um resultado de alta qualidade depende fundamentalmente de duas condições: que [B] seja uma interpretação sofisticada o suficiente de [A] que resolva as principais questões e conflitos, ou que [B] seja expresso de tal forma que as opções formais que serão escolhidas façam jus ao problema.

Rivka e Robert Oxman abordam ainda questões sobre a maneira como o arquiteto aplica o conhecimento durante o processo. E definem com dois estilos de experiências projetuais, o refinamento e a adaptação. (Oxman, 1992). O refinamento consiste em elaborar um

esquema que vai sequencialmente se aprimorando com a intenção de se tornar um projeto específico, associado a um projeto genérico que sofre transformações. A adaptação utiliza um precedente, uma referência relevante, que pode ser utilizada no sentido de resgatar ideias a fim de transformá-las em soluções que possam ser utilizadas no projeto específico.

Ao entender que o processo de projeto possui as características de diversos métodos, eventualmente independentes ou interdependentes, nos deparamos com estes métodos ao longo do processo de modelagem 3D utilizando BIM. As relações dos objetos, das formas, dos elementos que compõem o objeto arquitetônico, são potencializadas nas ferramentas BIM, o que de fato permite visualizar os processos descritos anteriormente.

O conhecimento sobre os processos e métodos, em geral são superficiais, com maior entendimento no âmbito acadêmico, o que impede que o profissional explore o melhor das ferramentas, por não possuir clareza sobre como cada ferramenta pode auxiliar em cada etapa do processo e como cada método pode ser melhor explorado.

5 Sobre o desenho

Os princípios estéticos orientados por sistemas de regras baseadas num vocabulário e na sintaxe das ordens gregas substituíram as técnicas utilitárias da arquitetura gótica, e isso formalizou o processo de projeto que conhecemos hoje. Desta forma a disciplina de arquitetura passou a ser mais valorizada e por consequência surgiu a necessidade de técnicas para representar os detalhes do edifício. Para isso os arquitetos desenvolveram novas técnicas, como o uso de desenho e escala, e passaram a organizar esse novo conhecimento em livros.

Projetar a partir de desenhos faz parte do próprio processo de pensamento. Donald Schön (1983) afirma que o projetista conversa com o desenho no sentido de tentar interpretar o que o desenho está tentando dizer sobre determinado problema. Este diálogo com o desenho também é explorado por Goldschmidt (1992). A autora defende que através do esboço os projetistas não representam imagens formadas na mente, mas criam demonstrações visuais que ajudam a induzir imagens do objeto que está sendo projetado. A autora afirma que se os arquitetos usam a ferramenta do esboço tão persistentemente, é porque deve ser muito útil para seu pensamento.

A partir destes princípios é preciso esclarecer que quando o projeto é desenvolvido em BIM, os desenhos são interpretações visuais do modelo. Podemos definir como desenho o próprio modelo, enquanto etapa de concepção, e da mesma forma, qualquer vista gerada pelo modelo, pode ser descrita como desenho. Assim é possível gerar infinidades de desenho, a partir do modelo, em planta, em corte, em perspectiva isométrica ou com pontos de fuga. E por fim, a documentação técnica gerada pelo modelo são os desenhos finais, que serão os guias para a execução do objeto arquitetônico.

6 Conclusões

Após atenta análise sobre os estudos relacionados sobre o processo é possível identificar relações diretas a partir da utilização das ferramentas BIM por profissionais de arquitetura.

Fica claro que a ação reflexiva do profissional durante o processo não é relevante, uma vez que se torna um profundo estudo sobre as ferramentas e as possibilidades de gerar simulações, de trabalhar colaborativamente e de compatibilizar diversas disciplinas a partir do modelo 3d. Para quem faz a transição do *processo tradicional* com a utilização de CAD para o BIM, são conhecimentos e habilidades novas a serem enfrentadas diariamente, e que trazem resultados quase instantâneos que ofuscam o olhar reflexivo sobre o processo.

Embora durante este processo evidencie-se as habilidades adquiridas na utilização das ferramentas BIM, as possibilidades projetuais e a experimentação que irão gerar as soluções de projeto (adequadas ou não), são resultado do saber aplicados a um novo processo.

Quanto aos métodos, eles reaparecem na busca por soluções integradas aos modelos tridimensionais. A solução de problemas, a tentativa e erro, a interpretação, os inputs e os demais citados anteriormente, são ressignificados na utilização das ferramentas BIM, a partir de suas características.

Quando o olhar do profissional se debruça sobre os problemas de projeto de forma ampla, a partir da visualização 3d, do modelo integral que permite que qualquer alteração reflita sobre todas as vistas geradas de forma instantânea, muda completamente a percepção sobre o objeto arquitetônico, possibilitando maiores experimentações.

E por fim o desenho ganha outras dimensões, que conceitualmente na utilização da tecnologia, irá permitir a inclusão de informações não geométricas que não eram possíveis anteriormente, e que irão exigir uma nova geração de profissionais se mantenham atualizados em relação ao saber, conheçam os processos e os métodos e utilizem os desenhos gerados com as ferramentas BIM para explorar a essência do seu trabalho.

Referências

- CROSS, N. Designerly ways of knowing. **Design Studies**, v.3, 1982. p.221-227.
- CROSS, N. Styles of learning, designing and computing. **Design Studies**, v.06, n. n.03, 1985. pg. 157-162.
- CROSS, N. The nature and nurture of design ability. **Design Studies**, v.11, n. n.3, 1990.
- EASTMAN, C. Problem solving strategies in design. **1st Annual Environmental Design Research Association Conference. Proceedings**. EDRA: Henry Sanoff and Sidney Cohn. 1969. p. 138-153.
- EASTMAN, C. et al. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. 3ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2021. 503 p.

- FLORIO, W. Conigção em projeto o papel dos croquis de concepção. **Educação Gráfica**, v.05, 2011. pg.46-62.
- GOLDSCHMIDT, G. Doing Design, Making Architecture. **JAE**, Vol. 37, n. No. 1, 1983. 8-13.
- GOLDSCHMIDT, G. The Dialectics of Sketching. **Creativity Research Journal**, London, 4, n. 2, 1992. 123-143.
- KOWALTOWSKI, D. C. C. K. *et al.* **O processo de projeto em arquitetura: da teoria à tecnologia**. São Paulo: SP, 2011.
- LAWSON, B. **Como arquitetos e designers pensam**. São Paulo: Oficina de Textos. 2011.
- OXMAN, R. Refinement and adaptation in design conigtion. **Design Studies**, v.13, n. n.02, 1992. pg.117-134.
- POLANYI, M. **The Tacit Dimension**. London: Routledge and Kegan Paul, 1966.
- RITTEL, H. Some Principle for the design of an educational system for design. **Journal of Architectural Education**, v.25, 1971. p.16-27.
- SCHÖN, D. Designing: Rules, types and worlds. **Design Studies**, Vol 9, n. No. 3, 1988. pg. 181-190.
- SCHON, D. A. **Educando o profissional reflexivo**. Porto Alegre: Artmed, 2000.