

A REPRESENTAÇÃO GRÁFICA NO PROJETO DE ARQUITETURA: O CASO DA CÚPULA DA CATEDRAL SANTA MARIA DEL FIORE

*Vinicius Albuquerque Fulgêncio¹
Gisele Lopes de Carvalho²*

Resumo: O presente trabalho visa elucidar a importância da representação gráfica na história da arquitetura e seu papel fundamental como instrumento tecnológico, uma vez que através da mesma é possível fazer avaliações ao longo do projeto, contribuindo não só no processo criativo, como também na inovação das soluções construtivas utilizadas. A Cúpula da Catedral de Santa Maria del Fiore, projetada por Filippo Brunelleschi, será usada como um estudo de caso, uma vez que foi a primeira grande estrutura arquitetônica em que a utilização de um sistema de representação (perspectiva) foi fundamental para sua execução. A partir desse estudo verificou-se os seguintes papéis da representação gráfica: mediador no processo de projeto; instrumento de planejamento de projeto e ferramenta de registro de soluções construtivas. Pode-se perceber, também, a relação dialética entre arquitetura, projeto e representação gráfica.

Palavras-chave: Perspectiva; Santa Maria Del Fiore; Processo Projetual; Soluções Construtivas.

Abstract: This paper aims to elucidate the importance of graphic representation in the history of architecture and its fundamental role as a technological instrument, since through it is possible to make evaluations throughout the project, contributing not only to the process of creation, but also in the innovation of constructive solutions. The Dome of Santa Maria del Fiore Cathedral, designed by Filippo Brunelleschi, will be used as a case study, as it was the first great architectural structure in which the use of a representation system (perspective) was fundamental for its execution. From this study it was possible to verify the following questions about the graphic representation roles: mediator in the design process; a tool in the planning of the architecture project and a tool to register constructive solutions.

Keywords: Perspective; Santa Maria Del Fiore; Design Process; Constructive Solutions.

¹ Mestre, Docente do Departamento de Expressão Gráfica, UFPE, vaf.vinicius@gmail.com.

² Doutora, Docente do Departamento de Expressão Gráfica, UFPE, giseledecarvalho@gmail.com.

1 Introdução

A representação gráfica desempenha um papel fundamental na arquitetura e seu processo de projeção desde seus primeiros traçados até a concretização da obra. A descoberta da perspectiva no Renascimento e seu desenvolvimento ao longo dos séculos foram transformadores para os sistemas de representação nas artes, nas ciências e na arquitetura. Através de princípios matemáticos, a perspectiva possibilitou a representação de objetos tridimensionais em uma superfície bidimensional. Para criá-la, Filippo Brunelleschi baseou-se em estudos ópticos, o que explica a proximidade desse sistema de representação com a visão humana. Esta característica nos permite obter uma visão experimental do espaço, configurando a singularidade desse processo de representação.

A perspectiva rompeu com os processos gráficos da Idade Média passando a perceber o mundo através da sua dimensão espacial e racional, distanciando-se da natureza divina. A partir destas conquistas tecnológicas - no contexto da Renascença - uma das obras mais importantes da arquitetura, cujo seu legado permanece até os dias de hoje, é a cúpula da Catedral de Santa Maria del Fiore em Florença. No período da construção, além dos desafios sociais, políticos e econômicos, as restrições tecnológicas também se configuraram em um grande entrave. A cúpula foi construída 124 anos após a conclusão da obra da Catedral, antes disso havia um grande orifício no telhado da obra. Houve, então, uma concorrência de projetos que pudessem solucionar o problema. Brunelleschi venceu o concurso e se deparou com uma série de obstáculos tecnológicos durante as ordens de serviço. Tais obstáculos foram solucionados a partir do planejamento ao longo do processo de projeto, apenas possível devido aos recursos gráficos e geométricos, dos quais os princípios da perspectiva constituíram-se em uma das mais importantes ferramentas.

Nesse sentido, o presente trabalho visa elucidar a importância da perspectiva na história da arquitetura e seu papel fundamental como ferramenta representativa e tecnológica, uma vez que é possível, através da mesma, fazer julgamentos durante todo o projeto, contribuindo não só no processo cognitivo da criação, como também em soluções construtivas inovadoras. Para isso, do ponto de vista metodológico, foi utilizada uma abordagem de estudo de caso, estruturada a partir da relação do objeto de estudo, seu contexto histórico e o desenvolvimento de técnicas de representação gráfica. A Cúpula da Catedral de Santa Maria del Fiore foi escolhida como objeto de estudo por ter sido a primeira grande estrutura arquitetônica em que os usos das

técnicas de representação gráfica, em especial da perspectiva linear, foram fundamentais para sua execução.

2 Fundamentação Teórica

2.1 Arquitetura: conceitos e discussões

Historicamente o entendimento da palavra arquitetura aparece com significados maleáveis. Diversas interpretações foram feitas sobre o mesmo artefato arquitetônico ao longo dos tempos (DE CARVALHO, 2004). Para esse trabalho são abordados dois aspectos da arquitetura: sua morfogênese, ou seja, como a forma arquitetônica é gerada e o que caracteriza um objeto arquitetônico.

Broadbent (1973), num intuito bastante didático, define que a forma arquitetônica seria gerada de quatro formas: Pragmática, Icônica, Canônica e Analógica. A forma pragmática (Figura 1-01) refere-se à produção da arquitetura primitiva, cujo processo construtivo se dava por meio da tentativa e erro. A forma icônica (Figura 1-02) trata da produção vernacular, a qual é caracterizada por um processo construtivo dominado. O padrão formal obtido se torna uma constante, adquirindo valor icônico. A forma canônica (Figura 1-03) é entendida como arquitetura erudita e sua concepção (campo mental) precede a obra. A composição formal e plástica está diretamente ligada aos padrões, modulações, ordenações e relações de equilíbrio que norteiam a obra desde sua concepção. Por fim, a forma analógica (Figura 1-04), também arquitetura erudita, tem como princípios norteadores para sua concepção o estabelecimento de relações de semelhança entre objetos distintos.

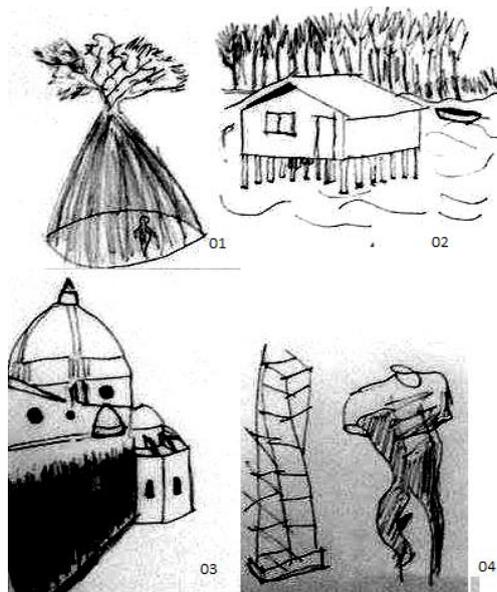


Figura 1: Tipos de formas arquitetônicas. Fonte: os Autores, 2018.

As primeiras definições alusivas ao que se entende por arquitetura remetem à obra "De Architectura Libri Decem" do arquiteto romano Marcus Vitruvius Pollio. Nesse texto, entende-se como arquitetura a obra que cumpre os seguintes predicados: a utilidade (caráter funcional), a beleza (caráter estético) e a solidez (caráter construtivo).

Quanto ao caráter funcional, é inerente à arquitetura a necessidade de cumprir um programa construtivo para abrigar atividades humanas. No entanto, a disposição dos espaços determina a maneira como a arquitetura pode promover iniciativas, obter respostas e transmitir significado (CHING, 1998). Essas reações provocadas pelo espaço são definidas por Norberg-Schulz (1973) como espaço existencial, em que cada ação humana tem um aspecto espacial definido por uma estrutura física.

A diferença entre um objeto arquitetônico e uma construção é o não construído, ou seja, o vazio, fugindo das referências relativas ao espaço utilitário. Nesse sentido, a arte da arquitetura, como elemento da cultura humana, só se concretiza quando há uma espacialidade a ser experimentada (COUTINHO, 1977). Assim, o caminhar é a maneira mais apropriada para entender um artefato arquitetônico. Os percursos entre os espaços internos e externos do edifício permitem estabelecer relações entre eles (ZEVI, 1996). Daí está o grande diferencial da atividade teórica da arquitetura, pois é essencial a dimensão prática da experimentação dos espaços vividos, indo para muito além da contemplação (BRANDÃO, 2001).

Sampaio (2010) aponta que é preciso, também, tratar das questões relacionadas à tectônica da arquitetura e suas respostas às necessidades humanas. A tectônica da arquitetura, muitas vezes confundida com técnicas construtivas, teve diversas releituras ao longo de dois mil anos. Recentemente ela sofreu transformações quanto à sua conotação, compreendendo as questões relativas a materialidade das técnicas construtivas na arquitetura, bem como aos aspectos culturais e estéticos (AMARAL, 2009).

Conforme tratam estudos desenvolvidos por Giannecchini (2009), as transformações tecnológicas de técnicas construtivas foram fundamentais nas mudanças de paradigmas estéticos na arquitetura, a exemplo do concreto armado para a arquitetura moderna. Assim, não podemos desconsiderar a relação entre a produção do espaço arquitetônico e sua tectônica.

Tomando como exemplo a produção Brutalista na arquitetura moderna, Espinoza e dos Reis (2013) afirmam que o primeiro paradigma do Brutalismo seria caracterizado pelos seguintes elementos: exteriorização dos materiais construtivos, das instalações

elétricas e sanitárias, bem como pela torre da caixa d'água localizada fora do conjunto. Quer dizer, os materiais construtivos são elementos essenciais à mensagem que esses edifícios, inseridos em um contexto histórico e cultural querem passar. Outro exemplo é o Museu de Arte de São Paulo (Figura 2). Quando nos referimos a essa obra é inerente mencionar o seu generoso vão. A concretização desse espaço arquitetônico só foi possível pelas técnicas construtivas que ali foram empregadas.



Figura 2: Museu de Arte de São Paulo. Fonte: BASTOS, 2017. Disponível em: <http://vidanomade.com.br>.

Poderíamos nos debruçar sobre diversos outros exemplos, no entanto seria exaustivo, bem como uma tarefa incompleta. O fato é que a relação entre espaço, materiais construtivos, técnicas construtivas e contexto sociocultural é inerente à arquitetura em todos os seus processos, desde o conceitual até a sua concretização. Quando Broadbent (1973) define as formas arquitetônicas, já citadas anteriormente, essa afinidade se coloca ainda mais presente. Percebe-se, assim, a relação imbricada entre os elementos funcionais, estéticos e construtivos no objeto arquitetônico, bem como a influência dos contextos sociais, históricos e tecnológicos na arquitetura.

2.2 Representação Gráfica e Arquitetura

A partir do entendimento da arquitetura para esse trabalho, expressaremos as contribuições da representação gráfica e suas funções como ferramenta tecnológica ao planejamento e execução do projeto arquitetônico. Ao tratarmos da representação gráfica aplicada à arquitetura é comum, em primeira instância, a associação com os desenhos utilizados na apresentação dos projetos para persuadir o cliente quanto às qualidades da proposta. Em segundo plano também é usual a relação com os desenhos técnicos e de detalhamento para a execução do projeto (CHING, 2012). Nesse sentido afirma Le Corbusier (1923) que a linguagem do arquiteto é o desenho e suas relações geométricas.

Quando tratamos dos desenhos aplicados à arquitetura os principais termos utilizados são: desenho técnico, desenho arquitetônico, desenho de arquitetura e desenho arquitetural. Não seria prudente dissecar sobre tal aspecto, pois na prática é o uso que consagra o termo e não sua etimologia. Por outro lado, por questões meramente didáticas, é possível conceber que a representação gráfica na arquitetura se coloca nos seguintes grupos: desenho de arquitetura, desenho arquitetônico ou desenho arquitetural (materialização construtiva); desenho de arquitetura (motivo plástico e analítico); perspectivas (apresentação) e Maquetes (prototipagem e apresentação) (OLIVEIRA, 2002).

Nesse sentido, aponta Montenegro (2007) que:

O desenho, portanto, torna presente uma coisa imaginada. E permite ensinar ou comunicar a outros nossas ideias sobre um objeto ou projeto. Comunicar a quem? A um cliente, a um examinador de concurso, a um professor, a quem vai construir. Ou comunicar, gravar para si próprio a evolução do processo criativo. Os desenhos finais do projeto obedecem a códigos, norma e convenções capazes de ter interpretação única em qualquer região ou país. (MONTENEGRO, 2007 p. 50)

Assim, a representação gráfica se refere ao conjunto de métodos utilizados para expressar ideias e conceitos de arquitetura, desde as representações comumente associadas e utilizadas (plantas, cortes e fachadas) àquelas como a mídia digital e os desenhos analíticos à mão livre (FARELLY, 2014).

Apesar de sua fundamental importância no processo projetivo (do conceito ao produto final), os processos de representação dos projetos arquitetônicos se colocam truncados por não conseguirem representar de maneira completa o espaço arquitetônico (ZEVI, 2009). Nesse sentido, pode-se dizer que a maior falha do desenho arquitetônico está ligada à sua dependência com a capacidade da visualização em síntese das partes do projeto. Ele está longe da representação ideal de um projeto arquitetônico (MONTENEGRO, 2001). Até porque a arquitetura, como projeto e elemento da cultura humana, só se concretiza quando construída, uma vez que seu canal semiótico é o vão (o espaço) e a plástica (volume) (COUTINHO, 1977).

Apesar de suas limitações, é importante deixar claro que durante o percurso projetivo do arquiteto, a função da representação gráfica, como instrumento, está desde guiar ideias e apreciações, passando pelo detalhamento executivo até a concretização da proposta (CHING, 2012). Essa relação entre a expressão gráfica com o ato de projetar é tão estreita que Lupfer e Sigel (2006) colocam em questão como o arquiteto Walter Gropius, um dos fundadores da Bauhaus, conseguiu ganhar

destaque internacional sem saber desenhar, principalmente num contexto anterior ao desenho assistido por computador. O arquiteto dependia de uma equipe que fosse capaz de expressar graficamente suas ideias, o que reforça o entendimento da linguagem gráfica como a forma fundamental de comunicação dos arquitetos.

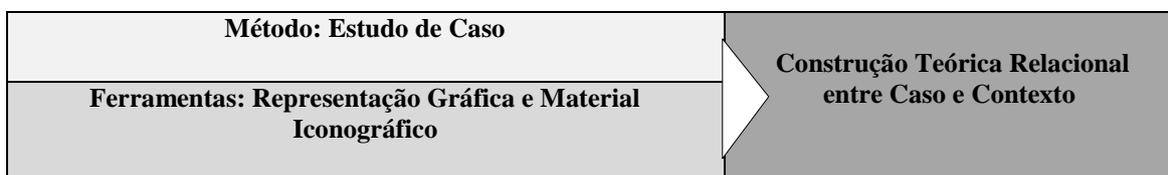
Portanto o ato de projetar está fortemente ligado às representações de objetos, dentro de um contexto de relações sociais, culturais e históricas. Ao longo desse processo a ideia inicial converte-se em algo que consegue comunicar-se, sendo, assim, compreensível (CARVALHO et al, 2012). Desse modo, a representação gráfica é inerente ao processo de projeto, uma vez que ela permite o desenvolvimento de ideias e soluções a partir do contato visual do projetista com os elementos do desenho, influenciando e determinando a produção de ideias (FLORIO, 2007).

3 Estudo de Caso: A Cúpula da Catedral de Santa Maria Del Fiore

Em termos gerais, o trabalho é uma pesquisa de estudo de caso que, segundo Wang e Groat (2013), caracteriza-se pelo uso de um ou mais casos para construir relações causais, em outras palavras, busca estudar a relação entre o caso e o contexto. A partir dessas relações e vínculos é possível aferir questões teóricas mais abrangentes.

Nesse sentido, o trabalho busca entender o papel da representação gráfica como ferramenta no processo de projeto no contexto do Renascimento e do desenvolvimento da perspectiva linear. Como estudo de caso, utiliza-se da Cúpula da Catedral de Santa Maria del Fiore. Para tal, em termos procedimentais, faz uso de fotografias e representações gráficas esquemáticas (bidimensionais e tridimensionais) para expressar graficamente as discussões teóricas levantadas. Segue abaixo o quadro síntese (Quadro 1) que ilustra a estrutura metodológica do trabalho.

Quadro 1 - Quadro síntese: estrutura metodológica. Fonte: Autores, 2018.



3.1 Contexto histórico

Conforme coloca Norberg-Schulz (1973), a arquitetura busca atender às necessidades culturais de uma determinada sociedade e de uma determinada época. Assim, ao tratar dessa obra, é preciso contextualizar o momento histórico do Renascimento,

mesmo que brevemente. Trata-se de um período marcado por um comércio próspero, desenvolvimento das cidades e o aprimoramento de novas descobertas como a pólvora e o relógio. Inicia-se uma libertação dos pensamentos e do conhecimento, antes amarrados ao rigor da igreja no período gótico (KOCH, 2009). Desse modo a arquitetura, como elemento social e cultural, estava em processo de rompimento com as representações dos valores góticos, os quais não correspondiam aos valores burgueses da época (BAKHTIN, 1975).

Os arquitetos desse período debruçaram-se sobre os conhecimentos da geometria, tanto da técnica como de sua aplicação na estrutura formal dos edifícios. Havia um forte apelo aos elementos geométricos puros que influenciou na concepção de igrejas com a planta baixa centralizada, símbolos da harmonia celestial (FAZIO; MOFFETT; WODEHOUSE, 2011).

Entre os séculos XIV e XVI, Florença vivenciou o auge de um grande desenvolvimento econômico e que era preciso ser mostrado ao mundo. Para isso, seria construída uma grande cúpula - elemento arquitetônico comumente utilizado para simbolizar riqueza, poder político e aspiração espiritual. Além da questão de representação simbólica, a construção de uma magnífica cúpula resolveria um problema antigo do principal edifício religioso da cidade: a sua Catedral (MUELLER, 2014).

Desde o início de sua construção, em 1296, a Catedral de Santa Maria del Fiore foi designada a ter a maior cúpula do planeta para representar o poder cultural, econômico e político de Florença. Passada várias ampliações ao longo de sua história a cúpula não havia sido executada, deixando o altar principal exposto às intempéries, razão que será melhor elucidada a seguir. É então que, em 1418, os líderes florentinos resolveram fazer uma licitação para aprovar o projeto que melhor resolvesse a construção da cúpula, tanto na dimensão estética como técnica, tendo como proposta vencedora a de Filippo Brunelleschi (MUELLER, 2014).

O primeiro desafio era construir uma cúpula sobre uma estrutura já existente de aproximadamente 46 - 55 m de diâmetro e a 55 metros do chão, cuja base era um octógono irregular. A tecnologia da época utilizava o centro do raio da base da cúpula para a construção de fôrmas de madeira semicirculares, tendo em vista que a base era irregular não se tinha um centro determinado para a fabricação dessas formas. O outro desafio era a escolha dos materiais construtivos, pois a obra precisaria utilizar uma grande quantidade de madeira e alvenaria que suportasse as cargas recebidas pela estrutura.

Os tópicos 3.2 e 3.3, a seguir, irão tratar com mais detalhes sobre as soluções encontradas por Brunelleschi para vencer os desafios que a obra impunha, tendo na perspectiva a ferramenta que possibilitou expressar graficamente suas ideias, o que possibilitou as ações de reflexão e antecipação ao longo do projeto.

3.2 Contribuições da representação gráfica no projeto

Brunelleschi costumava registrar as construções que via ao longo de suas viagens. Ao registrar elementos repetidos como os arcos percebeu que as linhas paralelas convergiam para um único ponto na altura do observador e, assim, codificou o que se entende hoje pelos princípios da perspectiva linear (FAZIO; MOFFETT; WODEHOUSE, 2011). No intuito de averiguar uma relação geométrica e matemática, Brunelleschi realiza o experimento da tavoletta (Figura 3). De maneira sucinta, tratava-se de uma pequena tábua com a representação em perspectiva do batistério de San Giovanni (de um determinado ponto de vista) e com um orifício onde o observador posicionava seu olhar para visualizar a imagem representada através de um espelho, do mesmo ponto de vista. O espelho era retirado e reposicionado de modo a verificar similaridade óptica entre o desenho e o objeto real. Desse modo, Brunelleschi pode comprovar, mesmo que primariamente, as relações de proporcionalidade, ponto do observador e o ponto de fuga (TSUJI, 1990).

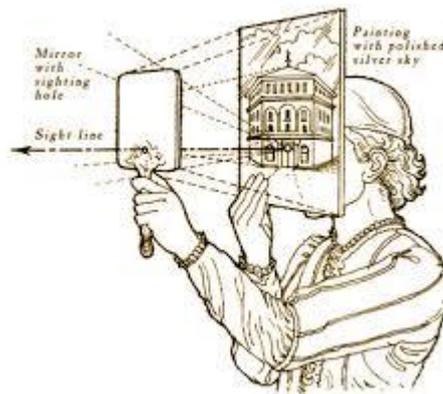


Figura 3: Ilustração do experimento da Tavoletta. Fonte: PACINI; DE MICHELE, 2017.
Disponível em: <http://progettostoriadellarte.it>

A partir do entendimento das relações da representação em perspectiva, Brunelleschi pode realizar procedimentos especulativos de projeto. Surge, então, o projeto como ato criador, tanto como resposta a uma exigência social, bem como a um ato personalizado, fruto da intenção e criação do arquiteto. Esta nova metodologia projetual separou o ato de projetar do ato de executar, diminuindo a autonomia e autoridade dos artesãos e mestres de obras em seus trabalhos (CARVALHO, 2004).

É a partir de uma retrospectiva histórica que Boutinet (1990) explica o surgimento de uma metodologia projetual, criada por Brunelleschi, e aceita como a base dos atuais procedimentos utilizados por arquitetos. Passa-se, então, para um novo modelo mental de projetar, denominado por Jones (1980) de “projeção através do desenho”, em que se faz necessário desenhar um objeto antes de executá-lo. Este processo reconheceu a importância e o poder do desenho, colocando-o como meio essencial na projeção.

Com a objetividade de suas regras, o surgimento da perspectiva linear possibilitou uma visualização antecipada das ideias projetuais, separando o processo de projeção da própria construção. Ostrower (1987), tratando sobre a perspectiva, afirma que ela apresenta um sistema tão lógico de relacionamento entre o todo e as partes, determina e define tão rigorosa e claramente a plasticidade dos objetos que dá a ilusão do real - extrapolada pela computação gráfica - à imagem.

Apesar de permitir a simulação do objeto arquitetônico, a perspectiva demanda, entretanto, um trabalho gráfico complicado e cansativo. Portanto, com a sistematização das representações ortográficas, a perspectiva linear passou a ser desenvolvida apenas para o desenho de apresentação e perdeu sua importância como meio de comunicação com os construtores. Seus princípios gerais, contudo, continuam sendo usados nos croquis de perspectivas para concepção de projeto (LASEAU, 2000).

Assim a representação gráfica pôde ser usada para gerar pensamentos específicos, mudando os paradigmas do pensamento de criação, promovendo a imaginação e a inovação. Também contribui à análise e definição de problemas, alternativas, avaliações, desenvolvimento e implementação de projeto (CARVALHO; FUGÊNCIO, 2014).

3.3 Análise da obra

Conforme já tratado anteriormente, o primeiro desafio na construção da cúpula estava na complexidade de sua geometria devido à base octogonal irregular, em especial por não haver soluções construtivas disponíveis à época, em que o comum eram estruturas menos complexas onde os diâmetros da base coincidiam no centro. Para vencer esse problema, Brunelleschi adotou uma solução encontrada na arquitetura gótica: o arco ogival. Nesse caso, a partir de testes, ele optou por dois centros na base da ogiva, ou seja, dentro da medida do diâmetro maior da base octogonal (55 m). Assim, os centros dos raios encontrados passam a sua curvatura a um quinto do

comprimento da base (Figura 4). O resultado foi uma cúpula derivada de uma abóbada em forma de tenda que, segundo Koch (2009), possui uma geometria (normalmente de traçado poligonal) favorável à distribuição de cargas para as paredes.

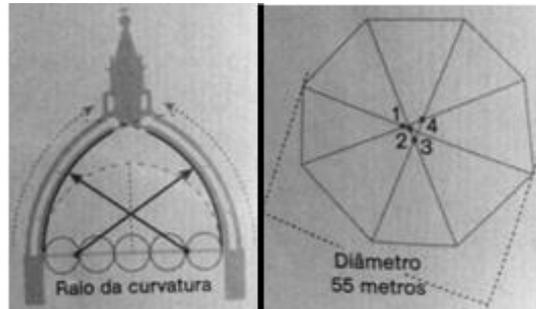


Figura 4: Curvatura e base da Cúpula. Fonte: MULLER (2014)

Solucionada a questão dos arcos, era necessário elaborar uma estratégia para vencer as cargas permanentes dos elementos estruturais. Brunelleschi estudou as abóbadas romanas – em especial a estrutura do Panteão de Roma – e a partir de observações e análises, projetou duas cascas nervuradas radiais e concêntricas em arenito. As nervuras principais foram assentadas em cada vértice do octógono e a área de seção transversal diminui proporcionalmente à altura. Entre cada nervura principal foi montada uma outra estrutura nervurada, distribuindo as cargas ao longo da cobertura, semelhante aos caixotões (Figura 5). Para manter as cascas afastadas, Brunelleschi criou um conjunto de anéis horizontais, também em arenito, conectados por grampos de ferro. As análises estruturais recentes, afirmam que esses anéis pouco contribuem para o suporte ou distribuição de cargas (FAZIO; MOFFETT; WODEHOUSE, 2011). A cúpula de duas calotas ou cúpula com duas cascas é uma estratégia que reduz as cargas na parte inferior da cúpula que tende a abaloar-se (CHING, 2015; KOCH, 2009). As Figuras 5 e 6 ilustram a semelhança entre os caixotões e a estrutura nervurada da cúpula, reforçando a capacidade analítica de Brunelleschi e a importância da representação gráfica no registro dessas estruturas.



Figura 5: Caixotões da cobertura do Panteão de Roma. Fonte: Autores (2015).



Figura 6: (a) Vista da Cúpula (b) Corte perspectivado da Cúpula. Fonte: (a): Autores, 2015; (b): COB, 2014. Disponível em: <http://anacob3.blogspot.com.br>.

Além da contribuição da geometria para uma melhor distribuição das cargas, a disposição da alvenaria também foi fundamental para a concretização dessa obra. Brunelleschi retoma uma técnica romana: o *Opus spicatum*, mais conhecido como espinha de peixe. Nessa técnica os tijolos são dispostos na diagonal em ambos os lados de um eixo, semelhante a uma espinha de peixe, propiciando um maior travamento da estrutura. Na cúpula essa técnica foi usada também como cantoneiras em alguns pontos ao longo da estrutura, impedindo que os tijolos destravassem enquanto a argamassa não secava (MULLER, 2014).

A partir do estudo de caso, percebe-se a forte relação entre o desenho com o ato de projetar. As apreciações para a resolução do problema da obra foram realizadas a partir dos conhecimentos prévios do projetista, auxiliados pelas técnicas de representação gráfica. Dessa maneira foi possível registrar o pensamento e planejar graficamente durante o desenvolvimento do projeto.

Percebe-se, além disso, que a solução técnica encontrada teve suporte nos materiais de construção adequados aos esforços das cargas, mas também na geometria que permitiu essa distribuição, bem como a construção dos moldes. Têm-se, então, uma obra cujos materiais são expressivos e é possível identificar as nervuras principais em arenito apoiadas sobre a base octogonal, demonstrando o caráter tectônico da obra. Por sua vez, a forma obtida pelas soluções encontradas gerou um espaço (interno ao edifício) e um volume (externo ao edifício) a serem experimentados e contemplados pelas pessoas e cumprindo seu papel funcional de proteger a Catedral das intempéries. Tais aspectos reforçam a relação imbricada entre estrutura, função e estética do artefato arquitetônico. Por sua vez, essa relação é

apoiada pelo planejamento do projeto que, para o seu desenvolvimento, tem na representação gráfica os suportes instrumentais necessários.

Nesse estudo de caso, é possível estruturar as contribuições das representações gráficas a partir de dois grupos: o croqui e a perspectiva cônica. O croqui permitiu que o projetista registrasse edificações precedentes e, a partir de reflexões, pudesse transpor as soluções construtivas para a Cúpula. Já a perspectiva cônica foi uma importante ferramenta no planejamento e execução do projeto, uma vez que propiciou um ambiente de projeção e o desenvolvimento de métodos de projeto. A representação gráfica sistematizada, portanto, permitiu uma separação entre o projetar e o executar que antes ocorriam no mesmo espaço e tempo.

4 Considerações finais

Ao longo da história da humanidade as cúpulas foram utilizadas como elementos de representação de poder político, econômico, cultural e aspiração espiritual. O caso da Santa Maria del Fiore seria mais um na história da arquitetura se não fossem os desafios que permearam a construção de sua cúpula. A Catedral de Florença se fez um marco na história da arquitetura tanto nos aspectos artísticos quanto técnicos.

A representação gráfica foi fundamental para a realização dessa obra e, seu desenvolvimento, só foi possível no contexto histórico do Renascimento que permitiu a retomada do desenho de criação e, conseqüentemente, o desenho de projeto. A representação gráfica atuou como uma importante ferramenta tecnológica, fornecendo suporte às soluções construtivas e ao desenvolvimento do método projetual, a partir do desenho em perspectiva.

A atividade mental ordena-se por meio da expressividade da linguagem verbal: quanto mais se fala acerca das ideias, melhor elas são elaboradas no campo mental. É possível afirmar que o mesmo ocorre com a linguagem gráfica: quanto mais se desenha, mais se compreende o problema e a solução do projeto. Assim a representação gráfica se constitui como o principal instrumento de mediação no dialogismo no processo projetual arquitetônico.

Percebe-se então, a partir desse estudo, que a relação entre o desenho, a arquitetura e os processos projetivos é dialética. Portanto a representação gráfica se comporta como uma ferramenta fundamental à arquitetura. Tal aspecto, reafirma a importância do desenvolvimento de estudos que busquem compreender essa relação dialética, contribuindo para o campo teórico das aplicações da representação gráfica nos processos de projeto em arquitetura.

Referências

AMARAL, Isabel. Quase tudo que você queria saber sobre tectônica, mas tinha vergonha de perguntar. **Pós. Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP**, v. 26, p. 148-167, 2010.

BAKHTIN, M. **The Dialogic Imagination: Four Essays**. Austin, Texas: Michael Holquist, 1975.

BOUTINET, J-P. **Antropologie du Projet**. Paris: Presses Universitaires de France, 1990.

BRANDÃO, Carlos. Linguagem e arquitetura: o problema do conceito. **Interpretar Arquitetura**, v.1, n.1, p.1-8, 2001.

BROADBENT, Geoffrey. EDRA 4: Fourth International EDRA Conference: **Methodology in the service of delight**, Volume 2, páginas 314-318, 1973, Portsmouth, Anais.

CARVALHO, G. FULGENCIO, V. El diseño como lenguaje de concepción del proyecto arquitectónico. **Tsantsa**. Cuenca, Ecuador, v.1,n1,p.1- 11, 2014.

CARVALHO, G. L. **Ambientes Cognitivos para Projeção: um estudo relacional entre as mídias tradicional e digital na concepção do projeto arquitetônico**. 260f. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CAC. Desenvolvimento Urbano, 2004.

CARVALHO, G. L. et al. **Metodología integrada entre diseño tradicional y recursos informáticos**. Congreso Egraphia. La Plata, Argentina, Ed. Color Magenta, 2012.

CHING, Francis D. K. **Arquitetura, Forma, Espaço e Ordem**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

CHING, Francis D. K. **Desenho para arquitetos/ Francis D. K. Ching, Steven P. Juroszek**; tradução técnica: Alexandre Salvaterra. – 2. Ed. – Porto Alegre: Bookman, 2012.

COUTINHO, E. **O Espaço da Arquitetura**. São Paulo: Perspectiva, 1977.

ESPINOZA, J., REIS M. **Influência brutalista na obra do arquiteto Assis Reis: o caso da companhia hidro elétrica do são francisco (chesf)**. In: X SEMINÁRIO DOCOMOMO BRASIL ARQUITETURA MODERNA E INTERNACIONAL: Curitiba, 2013. Anais. PUCPR.

FARELLY, L. **Fundamentos da Arquitetura**. Porto Alegre: Bookman, 2014. 200p

FAZIO, M.; MOFFETT, M.; WODEHOUSE, L. **A história da arquitetura mundial**./tradução técnica: Alexandre Salvaterra. 3. Ed. – Porto Alegre: AMGH, 2011. 616 p.

FLORIO, Wilson. **Contribuições do Building Information Modeling no Processo de Projeto em Arquitetura**. In: III ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E

COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 3, 2007, Porto Alegre. Anais ... Porto Alegre: Integração em Sistemas em Arquitetura, Engenharia e Construção, 2007.

GIANECCHINI, Ana Clara. **Técnica e Estética no concreto armado**: um estudo sobre os edifícios do MASP e da FAUUSP/ Ana Clara Gianesshini. São Paulo, 2009. 328 p.

GROAT, L. N.; WANG, D. **Architectural research methods**. 2. edition ed. New York, USA: Wiley, 2013.

JONES, J. **Design Methods, Seed of Human Futures**. New York: John Wiley & Sons, 1980.

KOCH, Wilfried. **Dicionário dos estilos Arquitetônicos**./tradução: Neide Luzia de Rezende. 4ª ed. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2009.

LE CORBUSIER. **Por uma arquitetura**. São Paulo: Perspectiva Edições da USP, 1973.

LESEAU, P. **Architectural representation handbook – traditional and digital techniques for graphic communication**. New York: McGraw – Hill, 2000. 294p.

LUPFER, G.; SIGEL, P. **Walter Gropius 1883-1969**: promotor de uma nova reforma. Bonn: Bild-Kunst, 2006.

MONTENEGRO, G. **Desenho de projetos**. São Paulo: Blucher, 2007.

MONTENEGRO, G. **Desenho Arquitetônico**. 4a ed. São Paulo: Edgar Blucher, 2001.

MUELLER, T. O Domo da Itália. **Revista National Geographic Brasil**, São Paulo, 2014.

NOBERG SCHULZ, Christian. **El significado de la Arquitectura Occidental**. Colección Summa. La arquitectura Paleocristiana. Buenos Aires, 1973.

OLIVEIRA, M. **Desenho de Arquitetura pré-renascentista**. Salvador: EDUFBA, 2002. 273p.

OSTROWER, F. **Criatividade e Processo de Criação**. 6ª ed., Petropolis: Vozes, 1987.

SAMPAIO, Antonio H. L., **10 necessárias falas**: cidade, arquitetura e urbanismo. Salvador, Ed. UFBA, 2010. 252p.

TSUJI, S. Brunelleschi and the câmera obscura: the discovery of pictorial perspective. **Art History**. v. 13, n.3,1990.

ZEVI, Bruno. **Saber Ver a Arquitetura**. São Paulo, Ed. Martins Fontes, 1996.