

Referenciais Didáticos de Arquitetura a partir de Gaudí e Gehry: Entre Forças e Fraquezas, Ameaças e Oportunidades

Didactic References of Architecture from Gaudí and Gehry: Between Strengths and Weaknesses, Threats and Opportunities

Adriane Borda Almeida

UFPel, Brasil

adribord@hotmail.com

Juçara Nunes da Silva

UFPel, Brasil

arq.jussara@gmail.com

Abstract

The challenges on the ways of producing and teaching architecture, in the face of new digital technologies, led us to develop guidelines for updating didactic strategies in the area of teaching geometry and graphic representation in architecture courses. In order to do so, it is proposed to use the SWOT matrix as a way to cross-check what is being discussed. To identify the factors of the matrix, in the research environment we identify Opportunities and Threats and, using as examples the works of the Sagrada Família Temple and the Guggenheim Museum, we identify Strengths and Weaknesses.

Keywords: Geometry; Design; Technologies of Representation; Didactic Speech.

Introdução

A produção arquitetônica contemporânea encontra-se num momento de adaptação dos modos de ensinar e produzir arquitetura frente aos avanços tecnológicos (Burry e Burry, 2010) na forma de criar, desenvolver e representar a arquitetura. Os desafios dos processos digitais nos indicam novos posicionamentos e necessidades e tem provocado alguns estresses com os sistemas clássicos, já estruturados e sedimentados nas academias.

Diante das influências modernistas, utilizadas na formação de grande parte do corpo docente atuante nas escolas, as novas tendências tecnicistas geram conflitos, tanto na produção, quanto no conceito desta nova arquitetura, na sua representação e na sua materialização (Mahfuz, 2013). Com a intenção de identificar uma metodologia que contribua para a discussão e enriqueça a pesquisa na direção de uma proposta sustentável na área da geometria, representação e projeto, propusemos aplicar uma matriz de cruzamento, muito utilizada na área da administração, para o reconhecimento de cenários e estabelecimento de estratégias. Trata-se da matriz SWOT, acrônimo das palavras (em inglês: Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats) que significam Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças.

Tomamos como ponto de partida para o estudo a escolha das obras, Templo da Sagrada Família e Museu Guggenheim de Bilbao. A seleção destes projetos se justifica pelo fato que ambos representam marcos importantes no desenvolvimento da arquitetura e rompimento com os padrões anteriores, tanto na técnica construtiva, quanto na sua representação tridimensional. Também têm sido objetos de várias pesquisas (Burry, Gomez, Coll & Melero, 1996; Burry, 2011; Arantes, 2012; Davis, 2013) que buscam em seus processos, variáveis

compositivas, relações paramétricas, possibilitando uma ponte para as novas tecnologias digitais e as novas demandas climáticas, econômicas e sociais.

Os elementos que foram utilizados como fatores de forças (S) ou fraquezas (W) na matriz, foram obtidos através de análises geométrico-compositivas e, neste caso, a identificação da proporção áurea e a geometria fractal, e apresentados no formato de extratos geométricos aplicados sobre imagens digitais públicas das obras.

Enquanto que, para os quadrantes das oportunidades (O) e ameaças (T), identificaram-se as abordagens docentes, apresentadas em artigos publicados, que exploraram as geometrias complexas no ambiente acadêmico, seus estágios de formação e, principalmente, os investimentos no domínio da geometria para a prática projetual.

Os cruzamentos entre os componentes, forças (S), fraquezas (W), oportunidades (O) e ameaças (T), da matriz SWOT, apontaram para a elaboração de diretrizes que podem embasar as discussões nesta área, buscando um ponto de equilíbrio e de adaptação aos impactos provocados pelo rápido desenvolvimento tecnológico e digital. Identificando a colaboração do ensino da geometria na estruturação do ensino/aprendizagem na formação acadêmica e investigando como está sendo apresentado o discurso didático na reestruturação da formação em geometria frente às novas tecnologias, indicamos algumas diretrizes para uma reflexão na área da geometria e representação gráfica conectada com as demais áreas do ensino, suas tendências contemporâneas e do próprio ofício da Arquitetura.

Metodologia

O estudo envolveu a análise em forma de matriz. Para aspectos que correspondem aos fatores internos, apresentamos um extrato analítico das composições geométricas presentes nas obras do Templo da Sagrada Família, de Antoni Gaudí e do Museu de Guggenheim, de Frank Gehry, identificados como pontos de Forças (S) ou Fraquezas (W).

Já a revisão de alguns artigos publicados abordando práticas didáticas na área da geometria, representação e projeto, ilustram o ambiente onde se dá o estudo, e identifica os pontos tratados como Oportunidades (O) e Ameaças (T). No cruzamento direto e alternado destes fatores na matriz, surgem as diretrizes ou referenciais didáticos para a área da geometria, representação e projeto.

Extrato geométrico das obras – Forças/Fraquezas

No início do século XX, através da geometria complexa, Gaudí estabeleceu novas regras para comportamentos estruturais e utilização de materiais, que resultaram na elaboração de composições com peças mais delgadas e respaldo para trabalhar com novos materiais e formas. A exploração tridimensional das curvas catenárias na construção de seus arcos parabólicos (Figura 1), possibilitou a construção de suas torres delgadas apoiadas sobre colunas.

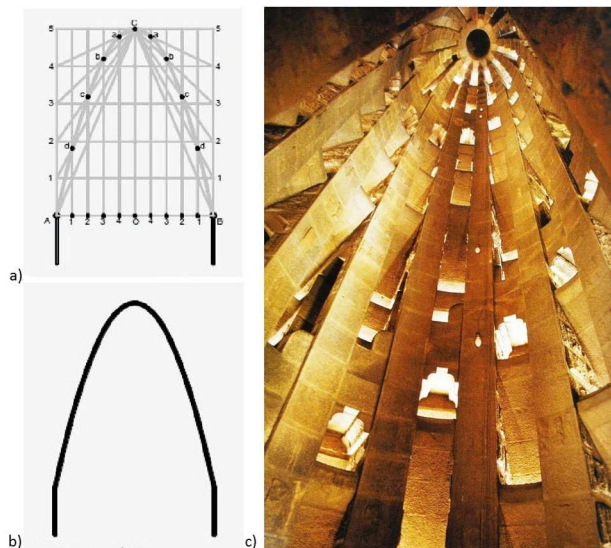


Figura 1: a) e b) Arco parabólico e sua construção geométrica; c) Interior de uma das torres, mostrando a estrutura que explora em três dimensões os arcos parabólicos catenários. Foto: Adam Woolfitt

Gaudí criou um método específico de construção geométrica, utilizando superfícies regradas que se relacionam entre si, de forma simples, possibilitando a elaboração de volumes com dupla curvatura. Feita com a mistura de hiperboloides, paraboloides e suas combinações (Figura 2), a composição gerou mesclas simplificadas, baseadas nas linhas retas, que são soluções peculiares de seu trabalho (Burry et al, 1996).

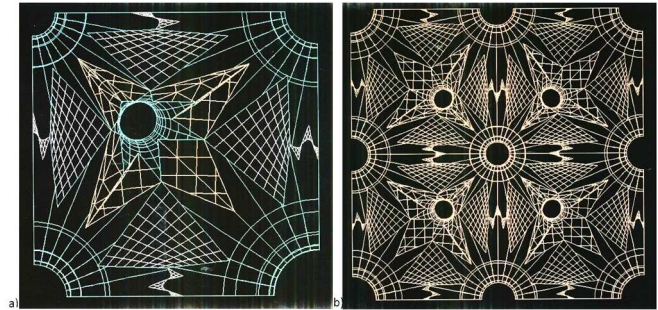


Figura 2: a) Módulo básico do teto principal do Templo, a partir dos hiperboloides e paraboloides; b) A composição de quatro módulos básicos, apoiados por uma coluna. Fonte: Burry et al, 1996, p.153.

As junções são feitas através de cortes que coincidem com as linhas geratrizes ou com diretrizes, comuns aos hiperboloides e paraboloides (Figura 3), sendo as concordâncias onde se verificam a fluidez de suas complexas composições geométricas.

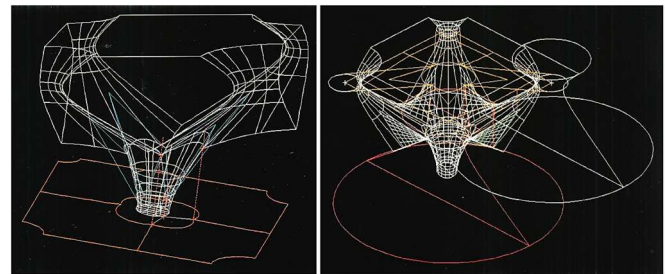


Figura 3: A chegada do capitel hiperboloide cônico na composição de hiperboloides do teto. Fonte: Burry et al, 1996, p. 151.

Segundo Mark Burry (2011) as superfícies regradas podem ser consideradas o principal componente de uma definição particular de matemática do espaço, derivando do movimento orientado de uma linha no espaço. A potente complexidade geométrica do trabalho de Gaudí, produzida há cerca de um século, alinhou-se com as possibilidades da técnica digital atual, por terem origem na mesma base precisa da geometria complexa e nas leis fundamentais da construção da própria natureza.

Na geração das colunas, podem variar o polígono e o tamanho da base, mas sua principal característica é o duplo giro bidirecional (Figura 4). Trata-se de um “maravilhoso exercício de ginástica conceitual que aproveita as vantagens das superfícies regradas” (Burry et al, 1996, p.108).

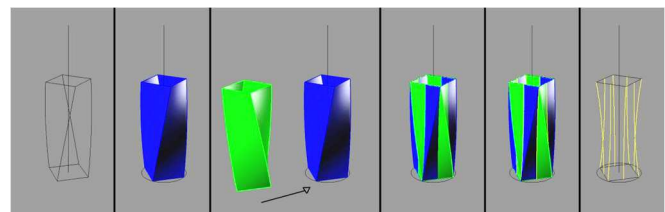


Figura 4: Princípio do projeto do elemento helicoidal de duplo giro, utilizado por Gaudí para a confecção das colunas. Fonte: <http://www.tdx.cat/handle/10803/9330>

Na última década de sua vida, Gaudí tratou de criar um sistema orientador de seu trabalho, que fosse acessível à equipe que daria prosseguimento à sua construção, e criou as maquetes em gesso para visualização. A modelagem digital, com os sistemas atuais de tecnologia CAD, auxiliaram a decifrá-las. As superfícies regradas simbolizam a evolução das superfícies planas para a geometria espacial. A obra de Gaudí é tida como referência no que diz respeito a conceitos para as formas da arquitetura digital e geometrias complexas (Burry et al, 1996).

Quase um século mais tarde, chegando à era digital, nos deparamos com as novas tendências de produção tanto em termos de definição quanto em suas novas formas, e processamos as novas rupturas na cultura arquitetônica.

Em 1997 o Museu Guggenheim de Bilbao se insere neste cenário. Num processo fluído, Gehry trata da composição abstrata do objeto em planos e massas escultóricas baseadas em segmentos de linhas retas, como flores e folhas se abrindo em elementos díspares, porém amarrados com elementos geométricos do edifício.

Ainda durante o desenvolvimento da proposta para o projeto do Museu, em 1991, Gehry construiu a escultura de peixe flutuante, de Barcelona. Neste trabalho teve o entendimento de que as escamas do peixe, no formato de losangos superpostos se apresentavam, involuntariamente, como uma solução para tratar o revestimento dos edifícios com dupla curvatura. Este também foi seu primeiro projeto a utilizar a modelagem digital (software CATIA) na escala da arquitetura.

A modelagem 3D passou a ser utilizada de forma integrada, possibilitando a quantificação, orçamento e fabricação das peças de maneira digital (Davis, 2013). O processo de criação de Gehry passa pela elaboração de vários dos esboços, definindo as principais visuais, os elementos locais importantes e corrigindo detalhes que vão sendo visualizados e ajustados com o auxílio da maquete física, executada nos mais diversos materiais. A transição do seu trabalho para o meio digital se dá por meio de escaneamento das maquetes físicas (Figura 5).

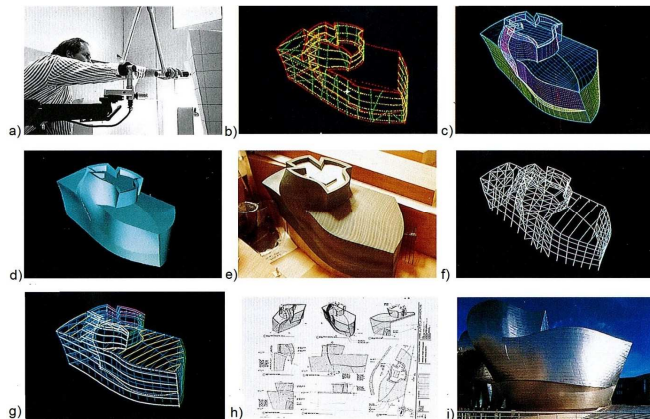


Figura 5: Extrato das principais etapas da digitalização do modelo 3D de Gehry. <https://mafana.files.wordpress.com/2011/10/2-0002.jpg>

Quando a forma é mais simples, é lançado um quadriculado sobre a maquete e feita a leitura dos pontos de intersecção por um braço digitalizador, nas formas mais complexas, o equipamento de escaneamento é também mais sofisticado (Arantes, 2013).

As malhas contínuas, geradas a partir do escaneamento da maquete, compõem as superfícies regradas parametricamente no CATIA ou superfícies NURBS (Non-Uniform Rational Basis Spline), onde todos os pontos da sua grelha passam a ser controlados geometricamente (Figura 6) através de parâmetros.

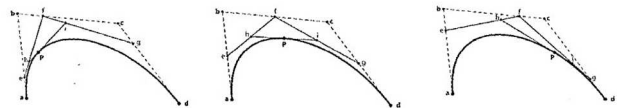


Figura 6: Geometria das NURBS (Non-Uniform Rational Basis Splines). Fonte: Burry, 2012, p. 263.

O detalhamento preciso dos componentes destas superfícies (Figura 7) é o que permite definir as análises estruturais e suas deformações, a estanqueidade, resistência a intempéries, características de conforto térmico e acústico, bem como suas simulações, análise de custos e viabilidade técnico construtiva (Arantes, 2013).

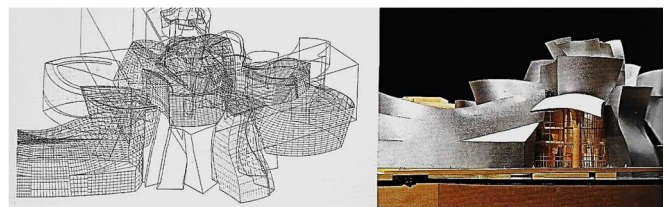


Figura 7: Representação do CATIA, que mostra o átrio externo do Museu e a maquete do projeto feita em madeira e papel, em dezembro de 1993. Fonte: VAN BRUGGEN, 2011, p. 146.

Diferente de outros trabalhos que são geradas a partir do computador, no caso de Gehry as formas são geradas através de métodos tradicionais, baseados em croquis e maquetes. Somente depois desta definição o projeto recebe o tratamento digital, passando para a etapa que ajusta e viabiliza sua construção.

Nos dois projetos apresentados, embora tenham se apoiado no uso massivo de maquetes em seu processo projetivo, podemos verificar a presença de algumas características compositivas que se utilizam da geometria.

Os procedimentos clássicos de composição, presentes em grandes obras de arquitetura e de arte, podem ser identificados quando se desconstrói o objeto, reduzindo sua complexidade, a fim de entender sua lógica compositiva.

Esta análise reitera o cuidado de Gaudí no desenvolvimento do seu projeto, não só na particularidade do detalhe de cada componente, mas também na visão do todo, na volumetria das

fachadas e a relação entre suas partes. A representação destas afirmações aproxima o caráter didático deste trabalho, tornando mais explícitas as idéias que são afirmadas pelos autores. Isto torna claro aquilo que está sendo dito e viabiliza a compreensão daqueles que estão em processo de aprendizado, através de experiências mais concretas, fazendo mais evidente aquilo que antes era implícito.

As fachadas da Sagrada Família de Antoni Gaudí é repleta de retângulos áureos na análise de suas partes e seus elementos construtivos (Figura 8).

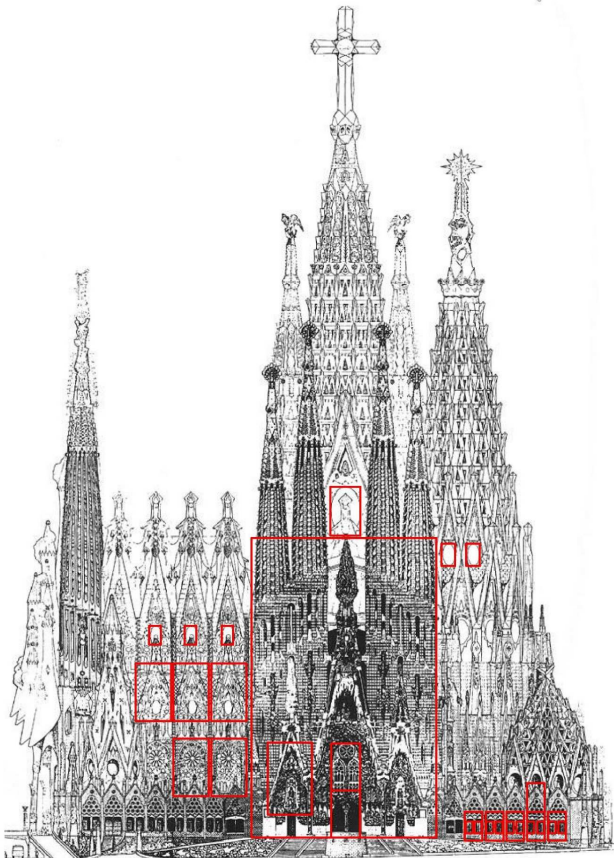


Figura 8: Os retângulos áureos na proporção da Fachada da Natividade. Fonte: Imagem de fundo <https://classconnection.s3.amazonaws.com/618/flashcards/1220618/jpg/-0401337042588348.jpg>

Apesar de haver pouca documentação arquitetônica disponível para pesquisa, uma análise das proporções clássicas no Museu de Guggenheim, de Gehry, realizado por BORDA e ROCHA (2016), identifica algumas proporções de retângulos áureos e retângulos raiz de 2 presentes na fachada e plantas do Museu.

A Figura 9 possibilita a visualização em (a) de um fragmento da fachada leste, onde no volume prismático aparece o retângulo de raiz 2 tanto nas aberturas como também na sua composição e na forma desta fachada e em (b) a implantação e em (c) a planta do 2º nível demonstram a alternância de retângulos áureos, retângulos de raiz 2 e quadrados que envolvem a forma dos diversos volumes do Museu.

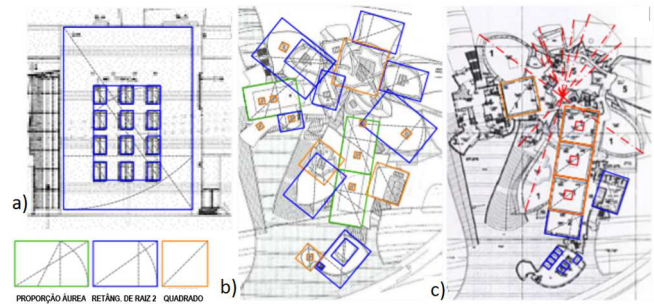


Figura 9: Identificação de proporções em fachada e plantas baixas do Museu Guggenheim: a) Elevação Leste parcial do volume prismático; b) planta de Implantação; c) planta do 2º nível. Fonte: Borda & Rocha, 2016, p.16.

Estes procedimentos, entre outros, fazem parte de estratégias didáticas apresentadas em Borda & Pires & Vasconcelos (2012), que envolvem processos de representação geométrica, identificação de seus componentes e as relações de proporção, simetria entre outras regras compositivas utilizadas nas análises de projetos de arquitetura destacados. Estes processos explicitam os elementos que compõem os diferentes exercícios projetuais.

A verificação de algumas regras compositivas explica, explana e torna mais didática a comunicação da análise de um projeto. Nesse sentido, algumas hipóteses foram lançadas por Borda & Rocha (2016). A identificação do contexto e traçados reguladores, de repertório formal inicial e a recorrência de proporções, simetrias e recursividade pode ser visto na Figura 10.

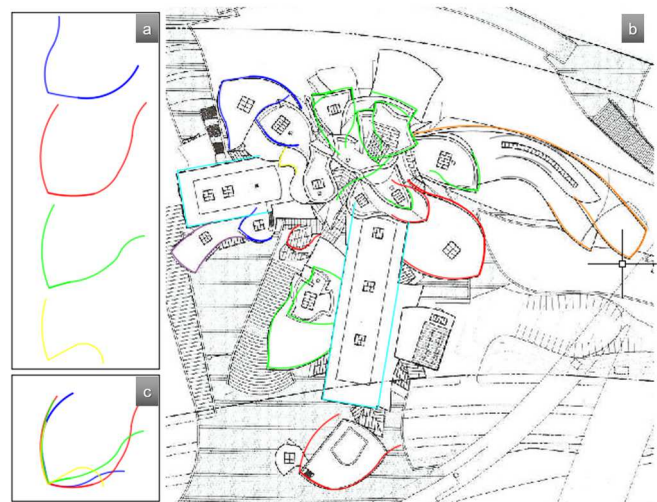


Figura 10: Padrões em folha falciforme. a) padrões identificados; b) planta de implantação com padrões de folhas falciformes; c) sobreposição de padrões. Fonte: Borda & Rocha, 2016, p.17.

A obra de Frank Gehry tem sido largamente associada, pelo meio especializado, como usuária de modelos digitais fractais, apesar da falta de rigorismo matemático.

Mostrou-se nos gráficos da análise realizada e apoiada pelo significado intuitivo da definição de geometria fractal, onde a

combinação das características das partes se identificam com o todo, a qualidade fractal. As diferenças de escala e deformações, a fragmentação e irregularidade da forma e o fato de conter elementos distintos nesta composição, além de estar envolvida pela autossimilaridade, faz dessa obra um exemplar fractal.

Abordando as práticas didáticas – Oportunidades (O) e Ameaças (T)

Feita uma amostra constituída de 21 trabalhos que exploraram questões didáticas na área da geometria e representação gráfica, nos últimos dez anos. Os trabalhos foram planilhados em ordem cronológica, identificando autores, local e ano de publicação, título do trabalho, objetivo principal da pesquisa e se contemplaram as perguntas abaixo na abordagem de sua pesquisa.

Os trabalhos pesquisados foram filtrados com as seguintes questões: 1. Explicita o propósito de abordar formas complexas a partir de estudos de caso? 2. Explicita o propósito de desenvolver a inteligência espacial? 3. Diferencia os estágios apropriados na formação p/ geometrias complexas? 4. Explicita o propósito de promoção ou restrição do uso de formas complexas junto ao processo formativo? 5. Constrói discursos integrados entre a área da geometria (tecnologias p/ controle das formas complexas) e a área de projeto? Na Tabela 1 apresentamos a incidência destas questões na totalidade dos trabalhos selecionados.

Tabela 1: Pertinência das questões na amostra de trabalhos selecionados

1	Explicita o propósito de abordar formas complexas a partir de estudos de caso?	52%
2	O estudo explicita o propósito de desenvolver a inteligência espacial com a pesquisa?	76%
3	Diferencia estágios apropriados de formação p/ geometrias complexas?	33%
4	Explicita o propósito de promoção ou restrição do uso de formas complexas junto ao processo formativo?	57%
5	Constrói discursos integrados entre a área da geometria (tecnologias p/ controle das formas complexas) e a área de projeto?	81%

Verificamos que a construção de discursos integrados entre a área da geometria e a área de projeto aparece em mais de 75% dos trabalhos, assim como a preocupação com o desenvolvimento da inteligência espacial, ao passo que a observação entre os diferentes estágios para apresentar a formação para as geometrias complexas é o ponto que menos apareceu.

Uma análise na forma de matriz SWOT

Quais são os pontos fortes na utilização deste tipo de projeto como obra de referência para estudo da geometria? Busca

vislumbrar as oportunidades do campo de ensino e pesquisa que, lado a lado, promovem um cenário apropriado para a discussão, a ponderação e o entendimento.

Quais são os pontos fracos? O otimismo excessivo pode impedir de refletir sobre os pontos frágeis da proposta. É importante conhecer suas debilidades e procedimentos que devem ser evitados.

Quais são as oportunidades de melhoria? Importante estabelecer uma estratégia clara, com indicadores e metas bem definidas. Isso possibilita vislumbrar as oportunidades e priorizá-las de acordo com a estratégia do curso.

Quais são as ameaças para essas proposições? Quais são as atitudes que colocam em risco a implantação destas alterações no desenvolvimento dos projetos didáticos na área de geometria dos cursos de arquitetura?

Na Figura 11 apresentamos um gráfico da matriz SWOT básica, com as questões principais apontadas.

	Contribui para estratégias da área de representação e projeto	Dificulta as estratégias da área de representação de projeto
Aspectos internos	S: Quais são os pontos Fortes da proposta?	W: Quais são os pontos Fracos da proposta?
Aspectos externos	O: Quais são as oportunidades para a proposta?	T: Quais são as ameaças para a proposta?

Figura 11: Gráfico da Matriz SWOT. Fonte: <http://info.endeavor.org.br/swot-analise>

A análise proposta identificou algumas diretrizes para um melhor posicionamento das disciplinas de geometria, representação e projeto, frente ao desenvolvimento atual da arquitetura, seus processos, técnicas e desafios em geral.

Resultados

Partindo da premissa de que o estado de excelência requer reflexão, pertinência e contexto (Oxman, 1999 e Florio, 2014), estes foram os aspectos norteadores para a identificação dos fatores que participaram da matriz de análise.

O exercício consistiu em levantar o maior número possível de críticas positivas e negativas, sobre os processos projetuais apresentados, através do olhar da geometria, e depois cruzá-las com influências do cenário da arquitetura no nível mais

amplo possível, baseado na revisão de literatura que foi realizada. Da amostra de pesquisas realizadas na área, foram identificados fatores e classificados como Oportunidades (O) e Ameaças (T).

Na sequência apresentaremos as 5 oportunidades (O) apontadas mais relevantes:

O1. Estudar obras relevantes de arquitetura através de modelos geométricos digitais, sua técnica construtiva e demais características do edifício, pode gerar análises com mais propriedade e clareza (Florio, 2014);

O2. Apreender conhecimentos e experiências, de um modo criativo, combinando de forma original as ideias já conhecidas, onde o educador conduz os procedimentos em seus encontros de formas a estimular a prática com liberdade de escolha, sem julgamentos prévios, mas com reflexão crítica (Florio, 2011);

O3. O rigor na prática da criação do ambiente construído baseado no conhecimento anterior, colabora muito com o compartilhamento de conhecimentos entre professor e aluno (Hamilton, 2008);

O4. Endereçar a necessidade de integrar o projeto digital no ensino de projeto arquitetônico investigando várias formas de agenda pedagógica (Oxman, 2008);

O5. Analisar exemplares, buscando por adaptação, reestruturação e reformulação, identificando seus processos de tipificação e generalização, pode proporcionar um conhecimento difundido e estruturado (Oxman, 1999).

Os 5 pontos negativos que foram identificados como potenciais ameaças (T) são:

T1. Alterações e as interferências das grandes mudanças na metodologia das práticas profissionais e no ensino de projeto (Celani & Righi, 2008);

T2. Apoiar-se ainda em recursos clássicos e tradicionais, apesar das mudanças culturais e do desenvolvimento tecnológico (Lacombe, 2007);

T3. Desconexão entre as várias disciplinas e a incorporação de novos conhecimentos sem reflexão e crítica adequados (Florio, 2011);

T4. Atividades que limitem o exercício a uma solução qualquer de um problema conhecido (Florio, 2011);

T5. Alunos tem a tendência de identificarem apenas algumas características no âmbito formal, onde a sedução pela forma se sobressai (Florio, 2011).

Concluída esta etapa anterior, partimos para os quadrantes dos fatores internos, aqueles que vislumbram os pontos fortes e fracos das obras escolhidas e seus desdobramentos. Os pontos fortes das análises propostas, caracterizados aqui como Forças (S) são:

S1. Os croquis e modelos tridimensionais são grandes catalisadores no seu processo projetual criativo - Gehry;

S2. A mescla de hiperboloides e paraboloides em suas combinações, com as linhas retas que fazem as concordâncias e a fluidez das suas complexas composições geométricas - Gaudí;

S3. O exercício de ginástica conceitual que aproveita as vantagens das superfícies regradas - Gaudí;

S4. As superfícies regradas simbolizam a evolução das superfícies planas para a geometria espacial - Gaudí;

S5. Permite simulações, análise de custos e viabilidade técnico construtiva- Gehry.

Quanto aos principais pontos fracos (W) das propostas:

W1. Grande oscilação das análises das obras pela crítica da arquitetura contemporânea - Gaudí;

W2. O caráter artesanal de sua obra juntamente com a existência de alguns tabus - Gaudí;

W3. Trata da composição abstrata do objeto em planos e massas escultóricas - Gehry;

W4. As formas são geradas através de métodos tradicionais – Gehry;

W5. Trabalha como um escultor, com grande enfoque no formalismo - Gehry.

Como estratégias resultantes desta matriz, a potência da ferramenta pode ser ampliada com o cruzamento podemos fazer o cruzamento de alguns fatores para potencializar ainda mais a sua capacidade analítica.



Figura 12: Gráfico da Matriz SWOT avançada. Fonte: <http://institutomontanari.com.br/planalha-analise-swot/>

No cruzamento destes fatores, elaborou-se o lançamento de diretrizes que irão refletir as necessidades apresentadas e apontar quais áreas do conhecimento ou disciplinas, deverão se envolver na contextualização destes estudos Algumas dessas diretrizes estão apresentadas aqui:

W1xO1. Identificar obras com relevantes modelos geométricos, digitais ou não, com alto poder de contextualização na crítica, na história e na evolução da técnica;

W4xO2. Utilizar interações entre as mídias digital e tradicional, através de estudos de modelos 3D, atualizando a reflexão crítica do corpo docente acerca das novas tecnologias e tendências da arquitetura;

W5xO5. Explorar o formalismo representativo complexo e o reuso do conhecimento, utilizando obras referenciais, que exploraram a geometria complexa no seu processo compositivo;

W3xO4. Identificar o crescente avanço das técnicas digitais e seu aporte de qualidade em projetos, demonstrando que a complexidade pode ser demonstrada através do estudo da geometria;

W2xO3. Utilizar as características artesanais enfatizando o processo de geração de ideias;

S2xT1. Refletir sobre o uso da modelagem paramétrica baseada em referências geométricas, identificando diferentes tipos de superfícies curvas e suas diversas operações;

S1xT2. Incrementar análise tradicional de obras contribuindo com uma atitude reflexiva dos alunos;

S4xT3. Estudar e revisar o embasamento geométrico dos projetos de referência e suas características, experimentando a materialidade construtiva a partir de propostas compartilhadas entre disciplinas do curso;

S3xT4. Identificar a geometria complexa presente na obra como agenda pedagógica na área;

S5xT5. Atualizar a base dos materiais e suas performances estruturais e ambientais.

Discussão

A variedade de situações promovidas, desde o momento em que é feito o lançamento de uma proposta, passando por todos os estudos de variáveis e alternativas até conseguir encontrar o ponto ótimo, que corresponda aos anseios propostos inicialmente, vai um longo caminho.

Não importa se o enfoque é no detalhe ou no todo, se a pertinência e contextualização é explícita ou não, e qual efeito a obra escolhida proporciona. É percebido e aceito que uma análise completa de projeto/obra, que incorpore seu contexto temporal, seus aspectos de inovação tanto técnicos como conceituais, seus processos, suas variáveis compositivas e suas relações paramétricas, permitem a compreensão da origem dos processos digitais e generativos, e contribuem para o desenvolvimento do ensino da arquitetura através da incorporação e conhecimento dos seus processos.

Ao longo desse trabalho falou-se dos aspectos ligados às ameaças, representados aqui pelas duas obras objeto do estudo. Mas este aspecto pode ser expandido para qualquer

obra ou minimizado para todas elas se houver uma investigação teórica, um entendimento do conceito que a envolve. Os bons projetos têm suas ideias formais decorrentes desta profunda investigação. Podemos concluir, então, que adotar o uso das formas complexas de antemão, como premissa para solução, será sempre uma ameaça. Ela precisa se justificar através da investigação e contextualização.

Outros aspectos, dentro desta mesma linha de questionamento, é a utilização destas obras expressivas, e aqui segue a obra de Frank Gehry exemplarmente, veiculada através das imagens midiáticas, sem qualquer cuidado ou explicação didática sobre suas diretrizes compositivas. Apesar de, neste exemplo, o arquiteto ser chamado de escultor, não elimina a pertinência do seu trabalho a um controle formal rigoroso.

A existência de um repertório geométrico, contribui para ter-se um olhar educado para a extração de lógicas compositivas, ou para a produção de composições embasados nessa lógica. Ignorar essa premissa pode promover o uso de formas complexas de maneira gratuita. Para tanto, é necessário profundo investimento no aprendizado das lógicas que propiciem o reconhecimento das tecnologias que garantem este controle preciso.

Atualmente a tradição ainda perdura no contexto de disciplinas de projeto, que por um lado investem no conceito e pelo outro investem nas tecnologias dos materiais e tecnologias construtivas. Mas existe, no meio do processo projetual a necessidade de explicitação das suas lógicas. Com a inclusão das novas tecnologias, os sistemas generativos utilizam-se de algoritmos para a geração formal. Isso permite poder controlar aspectos importantes na arquitetura, que passam por sustentabilidade, conforto, riqueza compositiva, entre outros.

Para o ensino, trazer à tona os processos criativos, seu embasamento e lógicas projetuais é fundamental, pois permite seu registro e replicação. Em qualquer momento didático de projeto de arquitetura, a ameaça está em não compreender e não explicar as lógicas empregadas no processo que de alguma maneira conduziram a uma forma tão particular.

Quando, ao apresentar uma obra como a de Gaudí, não demonstrar como foi desenvolvido o processo projetivo e construtivo daquela forma, pode apresentar-se como uma ameaça. Assim, a discussão levanta alguns pontos, por exemplo, que os discursos didáticos devem enfatizar o domínio da geometria por Gaudí e seu método escultórico de projeto, que por utilizar as regras geométricas com rigor, permite atualmente, por exemplo, que a construção do seu templo seja feito através de equipamentos de última geração.

Outro aspecto é que os estudantes precisam ter claro que quanto maior o repertório geométrico, mais terão condições de encontrar soluções que traduzam o conceito que tem em mente. Neste caso, o exemplo do museu de Gehry apresenta-se como um exemplar.

Assim, a partir do que foi encontrado nas revisões sobre estas duas obras, concluímos que elas podem servir de referencial

didático, tendo em vista que resultam de processos projetuais que se apoiam em um conhecimento geométrico passível de ser demonstrado através de gráficos e modelos, tornando-se ricos exemplares de estudo. No caso do Gehry a geometria está mais envolvida por outros aspectos mais sutis, derivados de sua habilidade escultórica, resultante de sua profícua trajetória profissional.

O fato de conseguir identificar lógicas no emprego de geometrias complexas, em ambos os casos, permite demonstrar a exigência de maturidade na maneira de projetar, como anuncia a necessidade de evidenciar sempre a intencionalidade, de forma clara.

Ocorre que a geometria projetiva tem um alto valor matemático e filosófico e se aplica bem em nossa era de design digital, independentemente dos processos generativos e de automação que encerram. Evitando a consideração da geometria matemática, estudantes e arquitetos podem ser confundidos com simples escultores. Dessa forma, esta ameaça pode ser controlada com a formação mais robusta na área da geometria e da matemática.

Este é um tema de profunda importância dentro da academia, ligado com o futuro da formação de nossos estudantes e sua posterior atuação profissional no mercado. Cabe, então, a sugestão desta temática para futuras pesquisas na área.

Referências

- Arantes, P. (2012). *Arquitetura na era digital—financeira: desenho, canteiro e renda da forma*. São Paulo: Editora 34.
- Borda, A. B. A. S.; Rocha, L. S. (2016) Entre o discurso e os elementos objetivos que descrevem a forma do Museu Guggenheim de Gehry. *Anais do IV Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – IV ENANPARQ*. Porto Alegre. Retrieved from <https://enanparq2016.files.wordpress.com/2016/09/s11-05-rocha-l-silva-a.pdf>
- Borda, A. B. A. S.; Pires, J. F.; Vasconcelos, T. B.; Nunes, C. S. (2012). *Trajórias de aprendizagem em Representação Gráfica Digital*. *Educação Gráfica*, v.16, n.02. Retrieved from <http://www.educacaografica.inf.br/artigos/trajetorias-de-aprendizagem-em-representacao-grafica-digital>
- Burly, J. & Burly, M. (2012). *The New Mathematics of Architecture*. New York: Thames & Hudson.
- Burly, M. (2011) *Geometry working beyond effect*. *Architectural Design*, London, v. 212, p.80-84, July/August.
- Burly, M.; Gomez, J.; Coll, J. & Melero, J. (1996). *La Sagrada Familia. De Gaudí al CAD*. Barcelona: Edicions UPC.
- Celani, G. & Righi, T. F. (2008) *Esboços na era digital – uma discussão sobre as mudanças na metodologia de projeto arquitetônico*. XIV CCIA Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura in SIGraDi 2008 - 12th Congreso de la Sociedad Ibero Americana de Gráfica Digital – Integración y Desarrollo, Havana, 2008. Retrieved from <http://www.fec.unicamp.br/~lapac/papers/righi-celani-2008.pdf>
- Davis, D. (2013). *Modelled on Software Engineering: Flexible Parametric Models in the Practice of Architecture*. 243f. PhD dissertation, RMIT University. Retrieved from http://www.daniel.davis.com/papers/danieldavis_thesis.pdf
- Florio, W. (2014) *Reflexão sobre residências emblemáticas a partir simulações estáticas/dinâmicas e a fabricação digital*. *Blucher Design Proceedings XVIII Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics - SIGraDi: Design in Freedom*, v.1, n.8, 311-315. São Paulo: Blucher. DOI 10.5151/despro-sigradi2014-0061. Retrieved from <http://pdf.blucher.com.br/designproceedings/sigradi2014/0061.pdf>
- Hamilton, D. K. & Watkins, D. H. (2008) *Evidence-Based Design for Multiple Building Types*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Mahfuz, E. (2013). *Banalidade ou correção: dois modos de ensinar arquitetura e suas consequências*. *Arquitextos*, São Paulo, ano 14, n. 159.05, Vitruvius. Retrieved from <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/14.159/4857>
- Nunes, C., Borda, A. & Silva, J. (2014). *Entre a Geometria, as Tecnologias de Representação e o Projeto: Reflexões sobre um Discurso Didático para a Arquitetura*. In: *Proceedings of the XVIII Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics: Design in Freedom* [=Blucher Design Proceedings, v.1, n.8. 294-296]. São Paulo: Blucher. DOI 10.5151/despro-sigradi2014-0058. Retrieved from <http://pdf.blucher.com.br/designproceedings/sigradi2014/0058.pdf>
- Oliveira, M. (2009). *Ensino da Geometria Projetiva nos Cursos de Arquitetura e Urbanismo, em tempos de CAD/BIM*. In: *SIGRADI - Congresso da Sociedade Ibero Americana de Gráfica Digital*, São Paulo.
- Oxman, R. (2008) *Digital architecture as a challenge for design pedagogy: theory, knowledge, models and medium*. *Design Studies*, Vol. 9 Issue 2, p.99-120. Retrieved from http://tx.technion.ac.il/~rivkaao/topics/publications/Oxman_2008_Design-tudies.pdf
- Oxman, R. (1999). *Educating the designerly thinker*. In W. M. McCracken, C. M. Eastman and W. Newsletter (eds.) *Special Issue on Cognition in Design Education*, *Design Studies*, London, v.20, 105-122. DOI: 10.1016/S0142-694X(98)00029-5 Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/222305466_Educating_the_Designerly_Thinker
- Piñón, H. (2009). *Representação Gráfica do edifício e construção visual da arquitetura*. *Arquitextos*, São Paulo, ano 09, n. 104.02, Vitruvius. Retrieved from <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/09.104/81/pt>
- Pottmann, A. Asperl, A. Hofer, M. & Killian, A. (2007). *Architectural Geometry*. Exton: Bentley Institute PressWilliams, J. H. (2008). *Employee engagement: Improving anticipation in safety*. *Professional Safety*, 53(12), 40-45.
- Van Bruggen, C. (2011) *Frank O. Gehry. El Museu Guggenheim Bilbao*. Nueva York: Publicaciones del Museo Guggenheim.