



PROJETAR - 2015

Originalidade, criatividade e inovação no projeto contemporâneo:
ensino, pesquisa e prática. Natal, 30 de setembro a 02 de outubro.

A modelagem tridimensional digital de sistemas estruturais como suporte à concepção arquitetônica

The digital three-dimensional modeling of structural systems to support architectural design

El modelado tridimensional digital de los sistemas estructurales como soporte de diseño arquitectónico

CORDEIRO, Aristóteles

Doutor, Professor Associado do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Paraíba, aristotelescordeiro@gmail.com

ROCHA, Germana

Doutora, Professora Adjunta do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Paraíba, grochaufpb@gmail.com.

RESUMO

Este artigo relata uma experiência de ensino-aprendizagem que procurou, a partir de uma prática interdisciplinar, realizar exercício de modelagem geométrica tridimensional digital tendo como fundamento as interações entre a estrutura resistente e a estrutura formal na concepção da arquitetura. A proposta de interdisciplinaridade, no início do curso de graduação em arquitetura e urbanismo, teve como propósito consolidar o conhecimento adquirido pelos alunos na disciplina Sistemas Estruturais I através da construção de modelos geométricos tridimensionais digitais na disciplina Perspectiva. Esta última vem utilizando como ferramenta o programa Sketchup da Trimble. O desenvolvimento dos exercícios e os resultados obtidos contribuíram para uma reflexão sobre o uso de ferramentas digitais na apreensão e concepção da forma arquitetônica desde o início da formação do arquiteto e urbanista.

PALAVRAS-CHAVE: modelagem digital, sistemas estruturais, ensino de arquitetura.

ABSTRACT

This article reports a teaching-learning experience that sought, from an interdisciplinary practice, perform digital three-dimensional geometric modeling exercise having as basis the interactions between the sturdy structure and formal structure in the design of the architecture. The proposal of interdisciplinarity, at the beginning of the undergraduate program in architecture and urbanism, had as its purpose to consolidate the knowledge acquired by students in the discipline Structural Systems I by building three-dimensional geometric models in the Perspective discipline. The latter has been using as a tool the Trimble SketchUp program. The development of the exercises and the results contributed to a reflection on the use of digital tools in the apprehension and conception of architectural form since the beginning of the formation of the architect and urban planner.

KEY-WORDS: digital modeling; structural systems; architectural education

RESUMEN

Este artículo presenta una experiencia de enseñanza-aprendizaje que buscó, a partir de una práctica interdisciplinaria, realizar ejercicio de modelado geométrico tridimensional digital teniendo como base la



PROJETAR - 2015

Originalidade, criatividade e inovação no projeto contemporâneo:
ensino, pesquisa e prática. Natal, 30 de setembro a 02 de outubro.

interacción entre la estructura resistente y estructura formal en el diseño de la arquitectura. La propuesta interdisciplinaria, al comienzo del curriculum de la arquitectura y el urbanismo, tuvo como objetivo de consolidar los conocimientos adquiridos por los estudiantes en la disciplina Sistemas Estructurales I mediante la construcción de modelos geométricos tridimensionales digitales en la disciplina Perspectiva. Este última ha estado usando como herramienta el programa SketchUp de la Trimble. El desarrollo de los ejercicios y los resultados contribuyeron para una reflexión sobre el uso de las herramientas digitales en la aprehensión y el diseño de la forma arquitectónica desde el inicio de la formación del arquitecto y urbanista.

PALABRAS-CLAVE: *modelado digital, sistemas estructurales, enseñanza de arquitectura.*

1 INTRODUÇÃO

O contínuo desenvolvimento, dos recursos e das interfaces intuitivas dos programas computacionais que se destinam a construção de modelos tridimensionais digitais, têm trazido estas ferramentas para a fase inicial de concepção do projeto arquitetônico, a da síntese da forma. A utilização destes programas tem sido cada vez mais relevante na dialogia que se estabelece entre o arquiteto e as suas ferramentas de concepção ao longo do processo projetual, desde o estudo preliminar até ao detalhamento do projeto executivo. Com estas premissas, habilitar os alunos o mais cedo possível na utilização operacional dos recursos oferecidos por estes programas passa a ser uma tarefa importante na formação do arquiteto e urbanista.

Ainda que as ferramentas digitais para a modelagem geométrica tridimensional possibilitem a construção de formas geométricas desde as mais simples às mais complexas, de maneira muito mais fácil e intuitiva do que os processos manuais utilizados até a alguns anos atrás, a concepção da forma arquitetônica não prescinde dos saberes construtivos, uma vez que a tensão entre estrutura física e estrutura visual constitui um dos problemas centrais da criação arquitetônica. Conforme muito bem argumenta Mahfuz (2003, p.69) “abstrair-se da realidade física da arquitetura significa cair na pura geometria”.

Para muitos estudiosos como Angus MacDonald (2001), Lopes (2006) e Rebello (2000), a estrutura formal arquitetônica necessita nascer concomitantemente a uma proposta de estrutura resistente, que lhe é intrínseca, para que a primeira não corra o risco da não exequibilidade, principalmente quando ela define a própria arquitetura. Ou seja, quando os requisitos da estrutura resistente aparecem como elementos significantes de sua linguagem e expressividade.

Este trabalho apresenta os resultados e a conseqüente reflexão da segunda etapa de uma experiência de ensino-aprendizagem de modelagem geométrica tridimensional digital da arquitetura a partir de seu caráter tectônico, no que diz respeito às interações entre a forma arquitetônica e sua estrutura

resistente. Os resultados da primeira etapa foram divulgados em trabalho apresentado no Seminário Internacional de Gráfica Digital – Sigradi, no ano de 2014ⁱ.

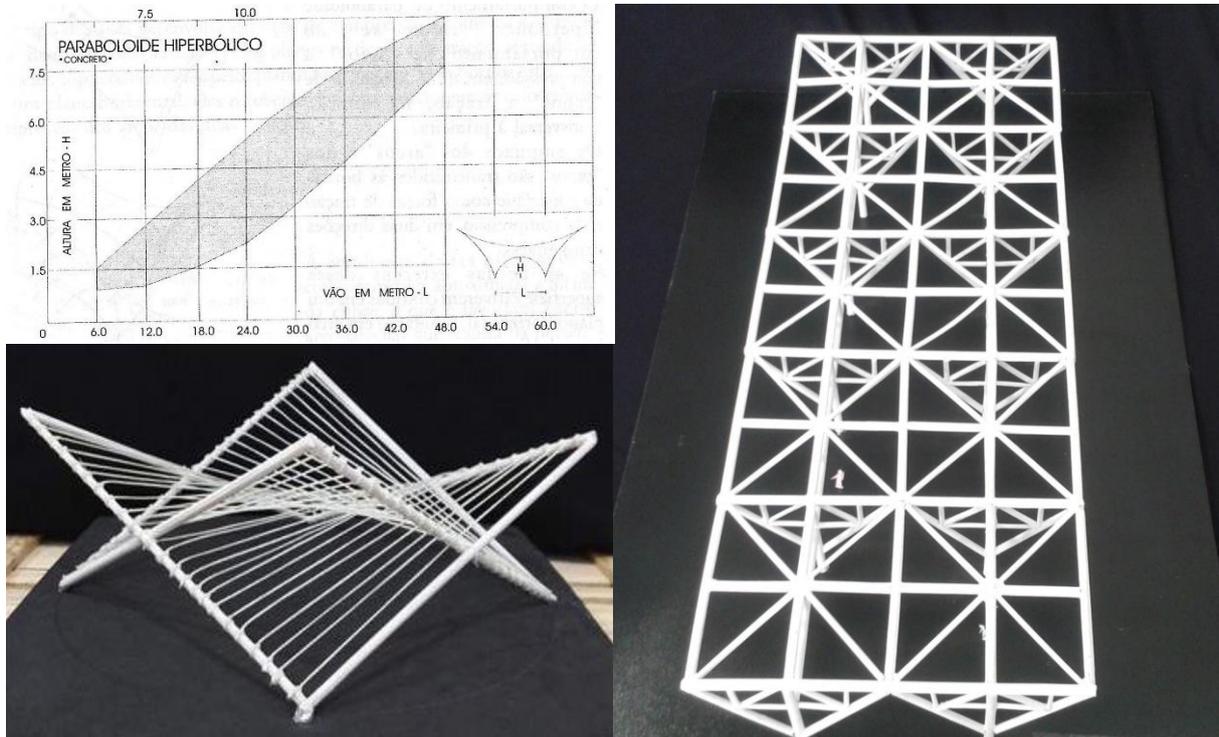
Tanto na primeira como nesta segunda etapa, a experiência consistiu na realização de um exercício interdisciplinar no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Paraíba, visando a integração de saberes, em que os alunos utilizam o conteúdo apreendido na disciplina Sistemas Estruturais I, localizada no primeiro período, para fundamentar a construção de um modelo geométrico tridimensional digital, na disciplina Perspectiva dois períodos depois e que utiliza o Programa Sketchup da Trimble.

Estando as duas disciplinas na fase inicial do curso de Arquitetura e Urbanismo, a interdisciplinaridade visa colaborar para o desenvolvimento de uma consciência construtiva desde os primeiros anos da formação do arquiteto, estimulando a concepção da estrutura resistente da forma arquitetônica desde as primeiras fases do processo projetual. O que pode ser alcançado com maior facilidade através dos recursos das ferramentas digitais utilizadas para a construção de modelos geométricos tridimensionais.

2 A PRÁTICA INTERDISCIPLINAR

A disciplina Sistemas Estruturais I, ministrada no primeiro período do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Paraíba – UFPB - tem como objetivos fundamentar a identificação e compreensão qualitativa dos fenômenos estruturais básicos de edifícios e estimular a concepção estrutural no processo de criação do espaço arquitetônico a partir da apreensão da relação entre estrutura resistente e estrutura arquitetônica. Os dois primeiros módulos dessa disciplina são fundamentalmente teórico-analíticos, sendo o terceiro de ordem teórico-prática, em que os alunos aplicam e experimentam os conceitos e fundamentos das associações de sistemas estruturais básicos para a concepção da cobertura de um espaço arquitetônico, representado a partir de modelos físicos reduzidos – maquetes - sendo utilizados para pré-dimensionamento dos sistemas estruturais os gráficos contidos em Rebello (2000), elaborados pelo professor Philip A. Corkill da Universidade de Nebraska e traduzidos e adaptados para o sistema métrico decimal pelo professor Yopanan Rebello e Walter Luiz Junc (Fig. 1).

Figura 1: Um dos gráficos de pré-dimensionamento e maquetes construídas na disciplina Sistemas Estruturais I



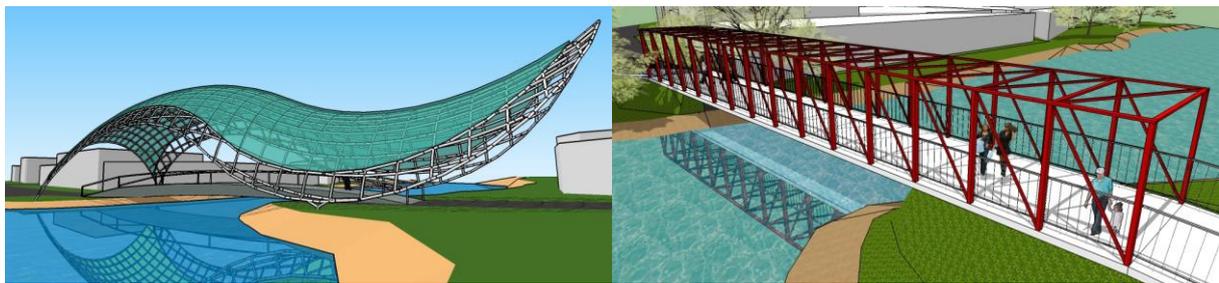
Fonte: Maquete de paraboloides da aluna Vanessa Daltro e do sistema pilar árvore dos alunos Rayssa Alves da Costa e Elton Cristovão, 2014.

A disciplina Perspectiva tem como objetivos: a) capacitar operacionalmente o aluno a construir modelos geométricos tridimensionais virtuais representando edificações e seus entornos; b) utilizar os modelos como ferramenta para a concepção e avaliação do projeto arquitetônico; c) aprender técnicas para a simulação de desempenho do edifício e; d) promover o uso de perspectivas como recurso de comunicação em projeto.

Sendo uma das disciplinas da matéria Informática aplicada à Arquitetura e Urbanismo, ao longo do último decênio, e acompanhando a difusão de ferramentas digitais de apoio ao projeto arquitetônico, fez uso inicialmente do programa AutoCAD, depois do programa AutoCAD associado ao programa ARCAD, aplicativo para a modelagem 3D de edifícios e, nos últimos quatro anos tem utilizado o programa Sketchup e o Layout. O primeiro para a modelagem 3D e o segundo para a representação do modelo em folhas ou pranchas. Como vem sendo realizado há alguns anos, ao final de cada período letivo, o aluno deve construir um modelo tridimensional de um objeto arquitetônico com

base em um tema dado, para que demonstrem a habilidade de utilização dos recursos oferecidos pela ferramenta. Em um dos períodos passados, o exercício de modelagem consistiu em conceber uma passarela de pedestres sobre um pequeno rio unindo dois bairros em João Pessoa – PB, tomando como modelo de referência formal um projeto funcionalmente análogo, já construído, como uma passarela ou ponte, obtido através de pesquisa na Internet (Fig. 2).

Figura 2: Modelos 3D de passarelas elaborados na disciplina Perspectiva



Fonte: Maquetes digitais do aluno André Melo e Lizandra de Souza respectivamente, 2013.

Ministrando aulas nessas duas disciplinas, e também nas disciplinas de projeto de edificações, em semestres mais avançados do curso, observamos que o conteúdo apreendido na disciplina Sistemas Estruturais I – localizada no primeiro semestre do curso - não vinha sendo aplicado pelos alunos, nas disciplinas propositivas dos semestres seguintes, sendo um dos motivos, alegado por eles próprios, a dificuldade de representar graficamente alguns sistemas estruturais de formas arquitetônicas mais complexas. Por outro lado, observou-se, igualmente, que vários modelos digitais elaborados pelos alunos no exercício final da disciplina Perspectiva, apresentavam distorções do ponto de vista da escala e proporção dos elementos compositivos da forma, em particular, os elementos da estrutura resistente. Esta constatação foi o que nos motivou a realizar uma ação de interdisciplinaridade, entre Sistemas Estruturais I e Perspectiva (localizadas no primeiro e terceiro período do curso, respectivamente) como maneira estimular os discentes a fazer a síntese entre concepção estrutural e a concepção arquitetônica no processo de projeto, mas, também, em colaborar na obtenção de uma visão integral do curso e da arquitetura, incentivando-os a recompor, como estratégia didática, os saberes adquiridos de forma fragmentada nas diversas disciplinas.

3 CAMINHOS E RESULTADOS

Na experiência em apreço, o objeto de modelagem se constituiu de uma obra arquitetônica significativa e que sua estrutura formal fosse definida pela sua estrutura resistente, conforme a classificação de Macdonald (2001), *structure as architecture* (estrutura como arquitetura), para que

se evidenciasse o fundamento do exercício que consistia em estimular a apreensão do espaço arquitetônico a partir das interações entre estrutura formal e estrutura resistente, numa abordagem tectônica de concepção da arquitetura.

A metodologia adotada fundamentou-se no conteúdo das duas disciplinas e no recurso da “reconstrução” de uma obra existente a partir da construção de modelo geométrico tridimensional digital, importante no processo de compreensão e apreensão da arquitetura e das relações entre suas partes, em particular, dos seus nexos tectônicos.

O primeiro passo do exercício consistiu em pesquisa bibliográfica de obras arquitetônicas significativas, cuja estrutura formal evidenciasse um dos sistemas, ou uma associação de sistemas estruturais – arco, treliça, viga vierendeel, viga de alma cheia e cabo, arco e treliça, ou membrana tensionada – como classificado em Yopanan Rebello (2000) e estudados, anteriormente, na disciplina Sistemas Estruturais I. Em seguida, os alunos realizaram a “reconstrução” da obra, ou de parte significativa da mesma, relacionada ao fundamento do exercício – as interações entre estrutura resistente e estrutura formal - através da construção do modelo geométrico tridimensional digital.

Dos modelos geométricos digitais elaborados na segunda etapa da experiência interdisciplinar, como exercício de modelagem final da disciplina Perspectiva no período 2014.2, selecionamos três que ilustram bem as reflexões suscitadas com a realização do exercício de modelagem fundado no caráter tectônico da arquitetura e com a análise de seus resultados.

Esses trabalhos representam edificações que foram concebidas para diferentes propósitos - uma estação ferroviária, um restaurante e uma residência - e com estruturas resistentes constituídas por diferentes materiais como metal, concreto e madeira. Mesmo com estas diferenças são três objetos arquitetônicos que atendem perfeitamente as demandas do exercício de modelagem, a de edificações onde o sistema estrutural desempenha papel de protagonista da forma arquitetônica, tornando evidente sua participação no ato de conceber o espaço arquitetural.

Na elaboração do modelo representando a Estação do Oriente, concebida por Santiago Calatrava (Fig. 3), a tarefa central consistiu na modelagem geométrica do módulo estrutural da grande cobertura da estação ferroviária, um conjunto formado por um pilar, mãos francesas e vigas inclinadas que compõem o sistema estrutural conhecido como “pilar árvore”. Este módulo, de fato, organizado estruturalmente como uma árvore e formalmente semelhante a uma palmeira é distribuído em uma grelha regular formando uma sorte de palmeiral que abriga as plataformas de embarque da estação.

Figura 3: Perspectiva de modelo 3D da Estação do Oriente em Lisboa. Arq. Santiago Calatrava



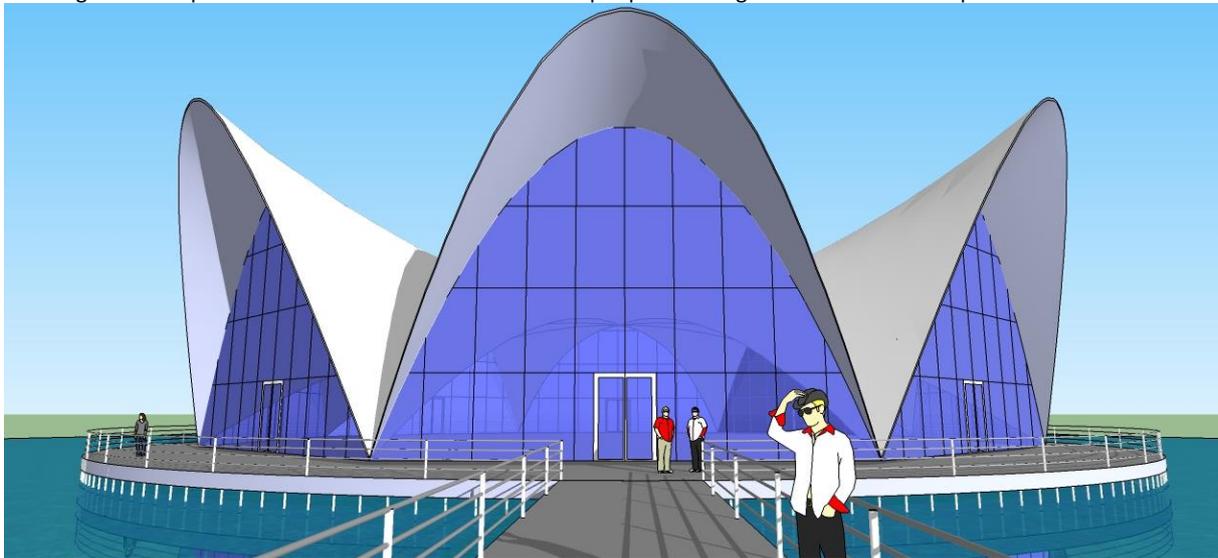
Fonte: Modelo 3D do aluno Manoel Viana, 2014.

Os demais elementos do modelo tais como as plataformas, os trilhos, os guarda-corpos dos acessos às escadas rolantes e os “cilindros” que abrigam os elevadores, são complementares. Foram modelados independentemente, e depois de concluída a modelagem da estrutura resistente que dá forma à estação.

O segundo exemplo trata-se do modelo de um dos projetos do arquiteto Félix Candela (Fig. 4) construídos em casca de concreto armado, sistema estrutural que permite alcançar grandes vãos com considerável leveza. As sete cascas - trechos de paraboloides hiperbólicas dispostas em um arranjo circular – constituem a própria forma arquitetônica do restaurante do parque oceanográfico de Valência.

Dada a falta de informações sobre como foi seccionada a parabolóide que serviu de base para a determinação de cada trecho, o modelo foi construído através de tentativas sucessivas até que a sua aparência formal fosse a mais parecida possível com as fotografias encontradas na Internet (única fonte de informação conseguida pelo aluno). A cada tentativa era possível variar a posição dos quatro pontos não coplanares que determinavam a construção da superfície regrada da parabolóide, ou a posição dos planos de seção que determinavam a forma da abóboda voltada para fora em cada um dos sete trechos. As diferentes tentativas de modelagem das superfícies com a subsequente avaliação dos resultados através da comparação visual com fotografias da edificação real, só foi possível pela relativa simplicidade, e consequente celeridade, da modelagem de superfícies regradas no Sketchup.

Figura 4: Perspectiva de modelo 3D do restaurante do parque oceanográfico de Valencia. Arquiteto Félix Candela.



Fonte: Modelo 3D da aluna Maria Isabel de P. Rocha, 2015

O terceiro modelo selecionado representa a residência do arquiteto Marcos Acayaba. É uma edificação relativamente leve, com estrutura de madeira para aliviar o peso próprio e possibilitar a existência de poucos pontos de apoio no terreno que é extremamente íngreme. Como esta também é uma situação onde a concepção da estrutura foi o que determinou a forma arquitetônica, as tarefas de modelagem concentraram-se, antes de tudo, em desenvolver o modelo geométrico da estrutura (Fig. 5).

Figura 5: Perspectiva de modelo 3D da estrutura da Residência do arquiteto Marcos Acayaba no Guarujá.



Fonte: Modelo 3D do aluno Alcides Henrique da Silva, 2015.

Depois de concluído o modelo geométrico digital da estrutura – madeira com cabos de aço servindo como tensores – foram modelados os outros componentes da casa. A modelagem do relevo do



PROJETAR - 2015

Originalidade, criatividade e inovação no projeto contemporâneo:
ensino, pesquisa e prática. Natal, 30 de setembro a 02 de outubro.

terreno, neste caso, foi fundamental, não apenas para contextualizar o modelo, mas igualmente, para o entendimento de como o edifício se relaciona com o sítio e que implicações essa relação pode ter sobre o caráter tectônico da arquiteturaⁱⁱ.

A experiência do exercício final da disciplina Perspectiva - a construção de um modelo tridimensional digital, com base em uma obra arquitetônica existente - tem mostrado que durante o processo de modelagem do objeto escolhido os alunos avançam no conhecimento da ferramenta, uma vez que eles próprios buscam ou “descobrem” novos caminhos ou comandos dentro do programa, que facilitam a modelagem e os modos de visualização que eles querem alcançar.

4 À GUIA DE DISCUSSÃO

A construção de modelos 3D gerados através de ferramentas informatizadas de auxílio ao projeto e fundamentados no caráter tectônico da arquitetura, revelou-se um valioso instrumento didático do saber-fazer arquitetônico. Isto porque este processo evidencia a integração entre as partes da estrutura resistente e os elementos formais e espaciais da arquitetura, sendo de extrema importância para a compreensão do papel do sistema estrutural como suporte à concepção da arquitetura.

Para tanto, torna-se necessário construir um modelo 3D isomórfico, unívoco e relacional, que reproduza vis-à-vis as suas partes e componentes e, que tenham relações lógicas de dependência entre estas partes (CORDEIRO, 2007).

Os métodos e as técnicas para a modelagem tridimensional na disciplina Perspectiva buscam a construção de modelos das edificações e seus entornos de forma a que estas três características estejam sempre presentes. São elas que possibilitam a construção de modelos multifuncionais e integrados ao ambiente donde se dá a síntese arquitetônica.

O isomorfismo é a característica que impõe, de antemão, a tridimensionalidade dos modelos. Se o isomorfismo determina que o modelo deva ser formalmente semelhante ao objeto edificado, temos por corolário, que só um modelo tridimensional é capaz de atender adequadamente a esta característica.

A utilização da expressão “formalmente semelhante” deriva da impossibilidade teórica – e prática - de se construir um modelo que tenha vinculações formais de identidade com o objeto, em outras palavras, que lhe seja formalmente idêntico. Assim é necessário estabelecer à priori qual o grau de



PROJETAR - 2015

Originalidade, criatividade e inovação no projeto contemporâneo:
ensino, pesquisa e prática. Natal, 30 de setembro a 02 de outubro.

similaridade da representação formal tendo em vista as funções que modelo deve exercer ao longo do ciclo de projeto.

Para os objetivos do exercício semestral, o isomorfismo entre o modelo e o objeto estava restrito aos aspectos geométricos e de posicionamento assim como a aplicação dos materiais de acabamento.

A segunda característica buscada nos modelos construídos na disciplina de Perspectiva é de serem unívocos. Esta característica implica em uma relação vis-à-vis entre o modelo e o objeto, significando estritamente que cada parte ou componente do objeto será representado no modelo por apenas uma única entidade gráfica, no caso um sólido tridimensional.

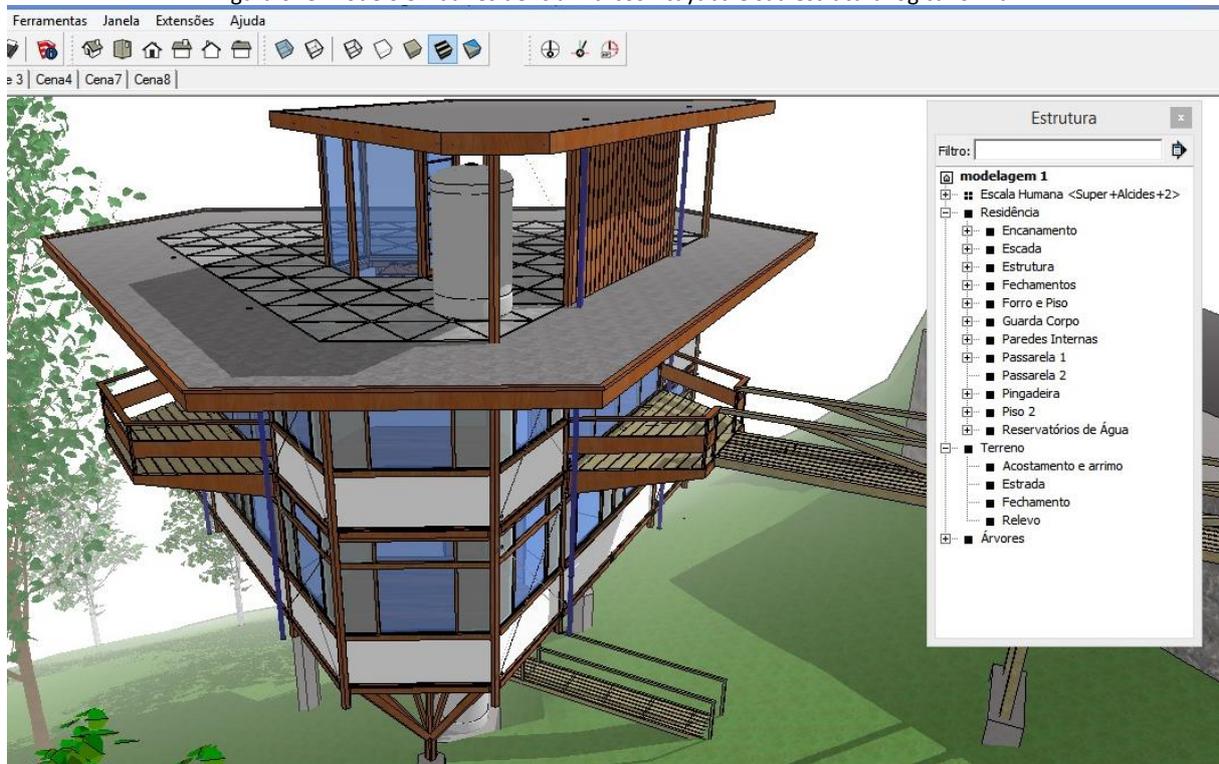
A técnica para atender a esta característica no Sketchup consiste em agrupar o conjunto das superfícies que constituem a envoltória de um sólido em um único componente nomeado de tal forma que identifique facilmente a parte representada. Os componentes sólidos podem ser agrupados em conjuntos maiores reproduzindo a hierarquia de sistemas construtivos.

A utilização desta estratégia de modelagem já avança na direção a satisfação da terceira característica dos modelos, a de serem relacionais. Um modelo unívoco e isomórfico, sem que as suas partes estejam relacionadas em um esquema lógico, é apenas uma coleção de entidades gráficas e está longe de representar, no caso de modelos arquitetônicos, uma edificação, se a tomamos como um sistema complexo onde os subsistemas e partes que a compõem tem mais do que relações topológicas entre si.

A aferição de grau em que as partes e os componentes de um modelo se relacionam entre si, no programa Sketchup, é efetivada observando-se qual a estrutura adotada para o modelo, ou seja, como foram estabelecidas as suas partes – os sólidos – e como eles se relacionam ou estabelecem relações de hierarquia entre si.

Na Fig. 6 temos um exemplo desta organização do modelo 3D em partes que mimetizam o edifício real. No nível mais alto de agregação tem-se uma divisão entre a edificação em si com o nome de residência, o terreno e as árvores. No terreno tem-se o Acostamento e arrimo, a Estrada, o Relevo e o Fechamento.

Figura 6: O modelo 3D da residência Marcos Acayaba e sua estrutura lógica formal



Fonte: Modelo 3D do aluno Alcides Henrique da Silva, 2015.

Esta operação lógica, a de decompor a edificação ou sistema construtivo real que serve de objeto em suas partes constituintes não visa apenas a garantir o caráter unívoco e relacional do modelo digital. Demanda o desenvolvimento de um olhar analítico onde os conhecimentos sobre as estruturas resistentes vão conduzir a decomposição formal do objeto, uma forma profissional de ver a edificação. Uma das mais importantes contribuições na utilização de modelos tridimensionais digitais no curso de arquitetura e a facilidade em que eles possibilitam o desenvolvimento deste olhar analítico.

A análise da arquitetura a partir de sua dimensão tectônica permite a compreensão de que no fazer arquitetônico, expressividade e materialidade, estão intrinsecamente associadas, ou seja, arquitetura enquanto arte não se dissocia das técnicas e materiais que a concretizam (ROCHA, 2012).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência ora relatada, não pretende encerrar toda a problemática existente na apreensão de saberes em curso de arquitetura, a partir do método e do tipo de exercício adotado. Visa apenas

contribuir na reflexão sobre o uso de ferramentas digitais na apreensão e concepção da forma arquitetônica desde o início da formação do arquiteto e urbanista.

A realização deste exercício interdisciplinar, além de promover a recapitulação e a consolidação dos conhecimentos apreendidos em um período anterior, no caso da disciplina Sistemas Estruturais I, igualmente promoveu a construção de modelos digitais com uma maior consistência formal, ao considerar o caráter tectônico da arquitetura. Estes modelos digitais por sua vez passam a se constituir em ferramentas de auxílio didático para a disciplina Sistemas Estruturais I realimentando o processo de interdisciplinaridade.

Acredita-se que experiências similares estejam acontecendo nos cursos de arquitetura e urbanismo, decorrentes da difusão e do aperfeiçoamento das ferramentas digitais de modelagem tridimensional. A mudança de paradigma que estas ferramentas proporcionam, a passagem de uma concepção de projetos baseada em desenhos para uma concepção de projetos baseadas em modelos é um estímulo para experimentar novas formas e técnicas de conduzir o ensino e a aprendizagem na arquitetura.

7 REFERÊNCIAS

- CORDEIRO, A. L. de M. *O projeto de edifícios em ambientes informatizados: Uma abordagem macroergonômica*. Tese de Doutorado, defendida junto Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção PPGEP/UFPB, João Pessoa, Paraíba, 2007.
- CHUPIN, J-P & Simonnet, C. *Le projet tectonique – introduction de Kenneth Frampton*. Collection Archigraphy Les Grands Ateliers, Infolio editions, 2005.
- FRAMPTON, K. *Studies in tectonic culture*. 2ed. Massachusetts: Mit Press, 1995.
- LOPES, J. M. *Arquiteturas da engenharia ou engenharias da arquitetura*. São Paulo: Mandarim, 2006.
- MACDONALD, A. J. *Structure and Architecture*. Department of Architecture, University of Edinburgh. Second Edition. Architectural Press, 2001.
- MAHFUZ, Edson da Cunha. Reflexões sobre a construção da forma pertinente. In. F. Lara & S. Marques. *Projetar – Desafios e conquistas da pesquisa e do ensino*. Rio de Janeiro: Editora Virtual Científica, 2003.
- OLIVEIRA, M. B. *Google Sketchup Pro aplicado ao projeto arquitetônico*. São Paulo, Novatec Editora, 2010.
- PIÑÓN, Hélio. *Teoria do Projeto*. Traduzido por Edson Mahfuz. – Porto Alegre: Livraria do Arquiteto, 2006.
- REBELLO, Y. *A concepção estrutural e a arquitetura*. São Paulo: Ziguarte, 2000.
- ROCHA, G. C.; CORDEIRO, A. L. M. Modelagem Tridimensional Digital em Abordagem Tectônica na Concepção da Arquitetura, p. 250-254. In: Proceedings of the XVIII Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics: Design in Freedom [Blucher Design Proceedings, v.1, n.8]. São Paulo: Blucher, 2014.
- ROCHA, G.C. *O Caráter Tectônico do Moderno Brasileiro: Bernardes e Campello na Paraíba (1970-1980)*. Tese de Doutorado, defendida junto ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo – PPGAU/UFRN, Natal, Rio Grande do Norte, 2012.



PROJETAR - 2015

Originalidade, criatividade e inovação no projeto contemporâneo:
ensino, pesquisa e prática. Natal, 30 de setembro a 02 de outubro.

TAL, D. *Google Sketchup for site design: a guide to modeling site plans, terrain and architecture*. New Jersey, John Wiley & Sons, 2000.

NOTAS

ⁱ Rocha, Germana Costa; Cordeiro, Aristóteles L. M.; "Modelagem Tridimensional Digital em Abordagem Tectônica na Concepção da Arquitetura", p. 250-254. In: Proceedings of the XVIII Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics: Design in Freedom [Blucher Design Proceedings, v.1, n.8]. São Paulo: Blucher, 2014.

ⁱⁱ Sobre a relação sítio / estrutura formal arquitetônica e suas implicações sobre o caráter tectônico da arquitetura ver ROCHA (2012).