



TRAJETÓRIAS DE GEOMETRIA NA ARQUITETURA

Janice de Freitas Pires

UFFPeI – GEGRADI, Departamento de Desenho Técnico e Gráfica Computacional
janice_pires@hotmail.com

Cristiane dos Santos Nunes

UFFPeI – GEGRADI, Acadêmica do curso de Arquitetura e Urbanismo
cristiane_sn@hotmail.com

Tássia de Vasconcelos

UFFPeI – GEGRADI, Acadêmica do curso de Arquitetura e Urbanismo
tassiav.arq@gmail.com

Adriane Borda Almeida da Silva

UFFPeI – GEGRADI, Departamento de Desenho Técnico e Gráfica Computacional
adribord@hotmail.com

Resumo

A atividade docente na área de expressão gráfica, particularmente no contexto da arquitetura, assume responsabilidades de atribuir competências aos estudantes em apreender a forma para a sua representação, manipulação e controle. Cada vez mais, valendo-se das técnicas de representação gráfica digital e do desenvolvimento tecnológico em termos de materiais e técnicas construtivas, a atividade de configuração do espaço arquitetônico adquire liberdade formal. Este trabalho se ocupa em reestruturar atividades didáticas no âmbito de uma disciplina de Geometria Descritiva para Arquitetura. Integrando-se métodos tradicionais e digitais, as atividades passam a fazer referência à representação de obras arquitetônicas que contemplem um repertório geométrico mais amplo possível, com o propósito de delimitar trajetórias de aprendizagem que habilitem os estudantes àquela liberdade formal. Esta trajetória está sendo registrada através de materiais didáticos em formato digital, que estão apoiando tanto momentos de ensino/aprendizagem presenciais como a distância. Através de um sistema de compartilhamento entre pesquisadores da área, estes materiais estão passando por um processo de validação, para seu uso em diferentes contextos educativos.

Palavras-chave: geometria descritiva, representação gráfica digital, arquitetura.

Abstract

The teaching of graphic expression in architecture aims to provide the students with the skills for understanding the shape in order to represent, manipulate and control it. The job of molding the architectural environment has been increasingly taking aspects of formal freedom, making use of digital tools for graphic representation as well as the technological advances in materials and building techniques. This study focuses on restructuring instructional activities within the subject of Descriptive Geometry for Architecture. Through the integration of traditional and digital methods the exercises make a reference to the representation of architectural works with an ample geometric repertoire and so define the learning paths that enable students to work with that formal freedom. This trajectory is being recorded through teaching material in digital format, which can be used to assist both teaching and learning, being it face to face or at distance. Through the use of a research sharing system these materials are now going through a validation process for its use in different educational contexts.

Keywords: descriptive geometry, digital graphics representation, architecture.

1 Introdução

A atividade docente na área de expressão gráfica, particularmente no contexto da arquitetura, assume responsabilidades de atribuir competências aos estudantes em apreender a forma para a sua representação, manipulação e controle. Esta competência configura-se como uma necessidade prévia para a prática projetual, e por isso as atividades didáticas dirigidas a este fim se desenvolvem nos estágios iniciais de formação. A geometria se estabelece como base conceitual para a representação gráfica arquitetônica, tendo-se a disciplina de Geometria Descritiva como representante formal de um processo sistematizado para a representação da forma, através do método bi-projetivo mongeano.

A partir das possibilidades da computação gráfica este método pôde ser automatizado, permitindo a exploração e transformação da forma de maneira ágil e precisa. Além disto, pôde-se contar com sistemas interativos de visualização dos objetos a partir de diferentes métodos de projeção.

No campo profissional, cada vez mais, valendo-se das técnicas de representação gráfica digital e do desenvolvimento tecnológico em termos de materiais e técnicas construtivas, a atividade de configuração do espaço arquitetônico demonstra se utilizar de maior liberdade formal.

Entretanto, ainda no contexto didático trabalhado, observava-se a permanência de propostas didáticas que não se valiam das possibilidades de automatização dos métodos de projeção por processos informáticos de representação. Desta maneira, a exploração da forma era bastante limitada, tendo em vista o tempo empregado para a

construção de uma representação de uma superfície em épura sob um único ponto de vista.

Por outra parte, mais além das questões operacionais, está a necessidade de atribuir significado à atividade de representação, especificamente para a formação profissional que se dirige. Trazer para o contexto didático atividades de representação gráfica de obras exemplares de arquitetura promove ainda mais a apreensão da forma, considerando-se que o ato de representar exige a aquisição de um vocabulário e repertório geométrico (CHING, 2002).

Também, no contexto didático anteriormente referido as atividades de representação não demonstravam uma associação direta com a prática de arquitetura, representando formas abstratas e genéricas.

Nesta direção encontram-se referenciais como Pottmann et al (2007), que sistematizam propostas didáticas que exploram as tecnologias digitais de representação a partir de referenciais de arquitetura. Estes autores apontam para trajetórias de aprendizagem que se apoiam em conceitos e procedimentos mais amplos que aqueles que suportam práticas tradicionais de representação. As tecnologias digitais, além de exigirem conhecimentos específicos para a sua apropriação, passam a tratar de um conhecimento mais amplo em geometria (POTTMANN et al, 2007), pois possibilitam abarcar diferentes níveis de complexidade formal.

Frente a isto, este trabalho se ocupa em reestruturar atividades didáticas no âmbito de uma disciplina de Geometria Descritiva para Arquitetura com um propósito específico de formar estudantes habilitados para a configuração formal, utilizando tecnologias atualmente pertinentes para a resolução dos problemas arquitetônicos que envolvem a atividade de representação gráfica.

2 Desenvolvimento

O estudo adotou fundamentalmente dois referenciais: por um lado, aquele que já estava estabelecido no âmbito da disciplina, apoiado principalmente em Rodrigues (1960) e registrado em Kremer (2008); por outro, a proposta didática delimitada em Pottmann et al (2007), dirigida à formação em arquitetura e que apresenta um conhecimento sistematizado e próprio da informática gráfica.

Em Kremer (2008) tem-se o registro de uma sequência de atividades de representação a partir do método bi-projetivo mongeano. Configura-se como um material impresso, intitulado caderno de exercícios, os quais são propostos por enunciados clássicos de geometria descritiva exigindo que os estudantes resolvam em épura problemas de identificação de pontos em superfícies, seções em superfícies,

planificações e interseções. O caderno também apresenta a resolução final do problema, em uma única imagem, sem conter um discurso que explique os procedimentos gráficos, devendo-se considerar que tais materiais eram utilizados como apoio às aulas presenciais. As representações não fazem nenhuma associação ao objeto de arquitetura.

Em Pottmann et al (2007) tem-se a delimitação de uma trajetória de aprendizagem para o estudo da geometria e de processos de representação da forma, através da análise da geometria implícita em obras de arquitetura (figura 1).



Figura 1: Exemplo de uma associação realizada por Pottmann et al (2007), entre o estudo de superfícies regradas e uma obra arquitetônica (Ysios, de Santiago Calatrava).

Mantendo-se a sequência de atividades proposta em Kremer (2008), estruturaram-se atividades de representação de obras de arquitetura capazes de contemplar as superfícies estudadas, integrando-se para isso métodos tradicionais e digitais de representação.

Dessa maneira, a metodologia ficou estabelecida através das seguintes etapas:

2.1 Estruturação de uma trajetória de aprendizagem

A trajetória estruturada se baseou na sequência de conteúdos da disciplina, que segue a classificação de Monge para superfícies curvas, e nas atividades abordadas em Kremer (2008). Entretanto, se reestruturaram estas atividades agora se adotando a proposta didática de Pottmann et al (2007), que ao estudar e representar as formas e transformações geométricas exemplifica com aplicações em obras arquitetônicas, atribuindo maior significado ao processo de aprendizagem em arquitetura.

As figuras 2 e 3 ilustram as obras que foram selecionadas para exercitar processos de representação de superfícies, de acordo com a classificação adotada, delimitando desta maneira uma trajetória de aprendizagem .

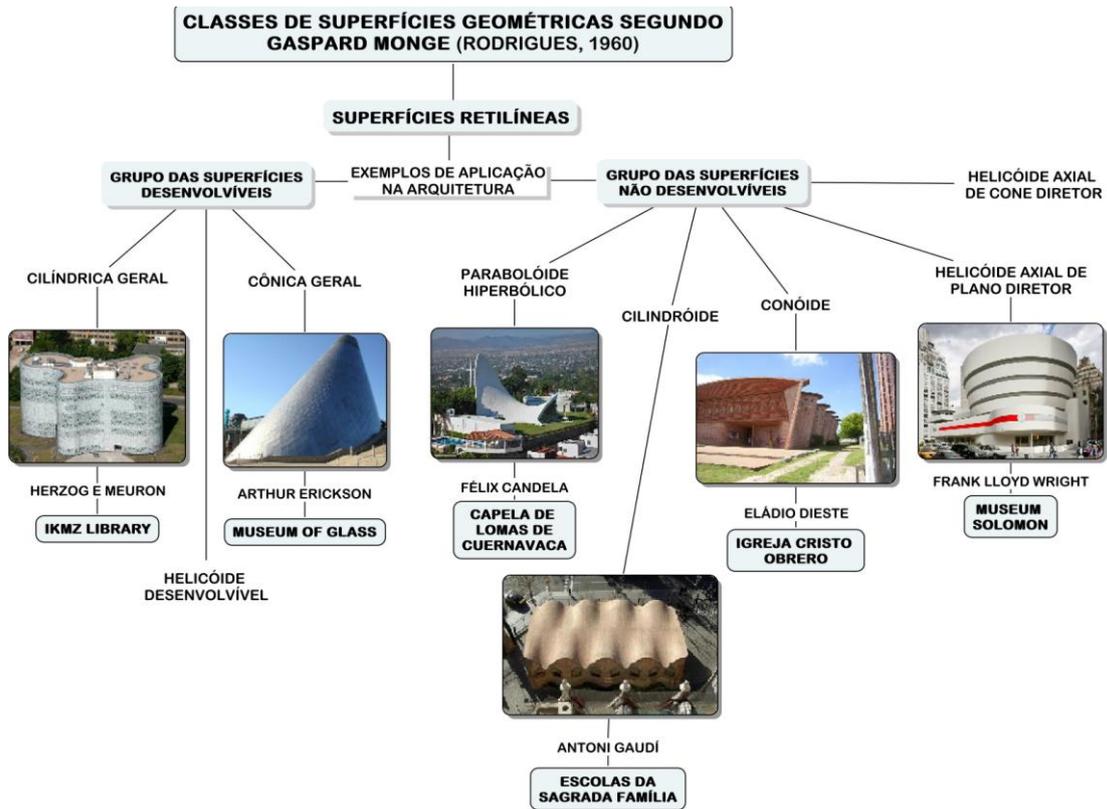


Figura 2: Associação entre obras de arquitetura e tipos de Superfícies Retilíneas, de acordo com a classificação apresentada em Rodrigues (1960).

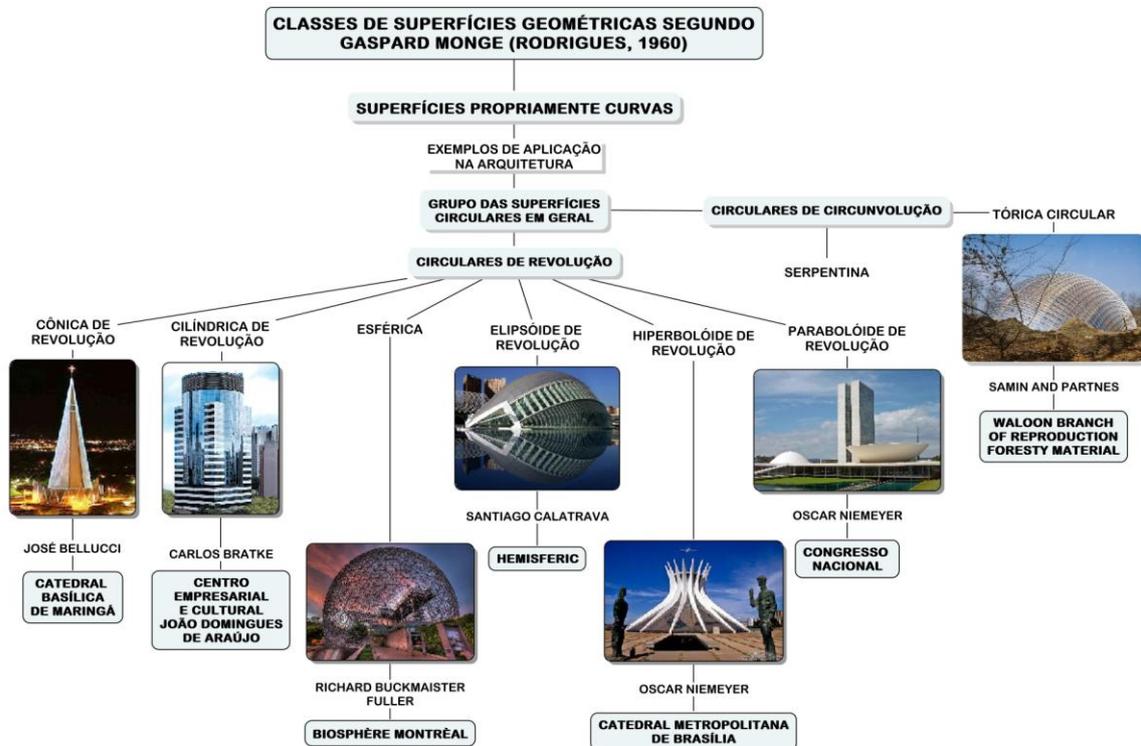


Figura 3: Associação entre obras de arquitetura e tipos de Superfícies de Revolução e Circunvolução, de acordo com a classificação apresentada em Rodrigues (1960).

2.2 Construção de materiais didáticos de apoio às aulas presenciais

Os materiais construídos registram a trajetória de aprendizagem proposta, através de um discurso teórico, da demonstração de procedimentos de representação, amparados em atividades de análise de obras de arquitetura.

A dinâmica da disciplina mantém os momentos de exposição dos métodos tradicionais de representação, porém a partir da dedução dos traçados sobre modelos digitais tridimensionais.

A figura 4 ilustra um dos materiais que apoia tanto os momentos presenciais de ensino/aprendizagem como os momentos à distância. Os estudantes têm acesso a este material a partir de um ambiente virtual de aprendizagem, podendo rever cada processo, tendo em vista que os materiais são interativos. É possível reproduzir a sequência de traçado, existindo paralelamente um discurso didático que explica cada procedimento.

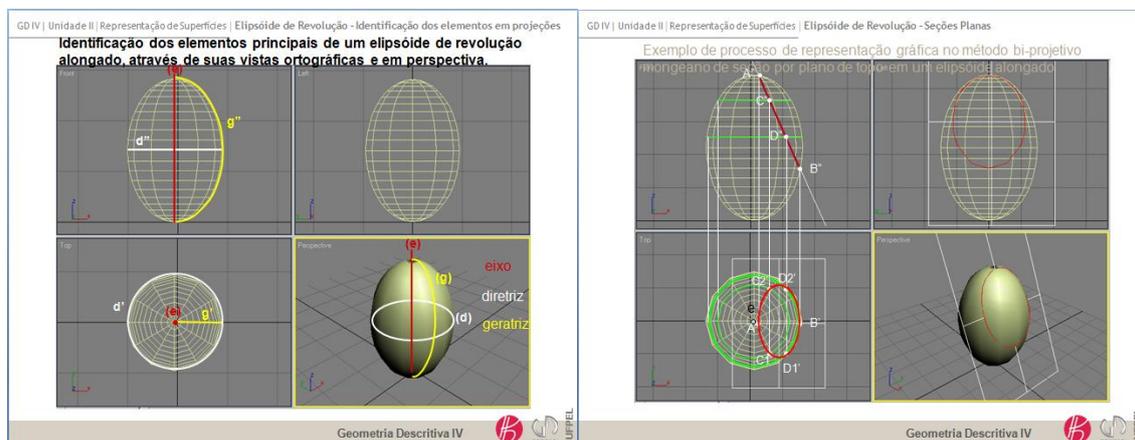


Figura 4: Material didático sobre superfícies de revolução: identificação dos elementos principais de um elipsóide de revolução e tipos de seções planas, disciplina de Geometria IV/FAUrb/UFPEl.

Deve-se destacar que se mantém a proposta de representação por métodos tradicionais como maneira de demonstrar as potencialidades e limites de tais procedimentos. Porém, incentiva-se o desenho conceitual, à mão livre. Na medida em que se apresentam os conceitos e procedimentos, demonstrados a partir de processos de modelagem (como os apresentados na figura 4), solicita-se que os estudantes registrem à mão processos similares. Ao mesmo tempo, enfatiza-se a potencialidade dos meios digitais para quando a questão é obter precisão e agilidade de transformação e mudança de visualização.

2.3 Realização de oficinas de modelagem

São ministradas oficinas para promover a apropriação da tecnologia de representação gráfica digital e principalmente para proporcionar uma apreensão mais significativa da

forma arquitetônica a ser representada. A inserção dos meios digitais está sendo promovida a partir do uso da ferramenta SketchUp (<http://sketchup.google.com>), por ter a versão de distribuição gratuita, garantindo o acesso de todos os estudantes.

A estratégia de estruturação de oficinas de modelagem decorre de práticas já estabelecidas anteriormente, quando ainda não se atuava como responsáveis por disciplinas de geometria descritiva, porém se buscava oportunizar aos estudantes de estágios iniciais de aprendizagem o reconhecimento das tecnologias de representação gráfica digital (Vasconcelos et al, 2008). Estas práticas de atividades de extensão com este propósito nos auxiliou, como grupo de pesquisa, a avançar na construção de uma cultura digital, nestes estágios iniciais, no âmbito da FAURB/UFPel. Deve-se destacar que até agora não se pôde contar com uma infraestrutura de sala de aula que possibilite o trabalho em paralelo de representação gráfica digital e por meios tradicionais em um único momento, que consideramos o ideal. Na sala de aula tradicional existe a demonstração, pelo professor, das técnicas de representação digitais, porém com ênfase nas questões conceituais. Os procedimentos que habilitam os estudantes para o uso das ferramentas informáticas são tratados diretamente no momento das práticas propostas nas oficinas, desenvolvidas em um espaço de laboratório, onde existe um computador para cada dois estudantes.

Até o momento a proposta conta com oficinas de modelagem normalmente desenvolvidas em módulos de quatro horas, que se incluem na carga horária oficial da disciplina. As oficinas já estabelecidas foram estruturadas a partir das seguintes obras, que foram identificadas como representativas para o uso de superfícies retilíneas na delimitação de formas arquitetônicas: IKMZ Library, de Herzog & De Meuron (Superfície Cilíndrica Geral); Museum of Glass, de Arthur Erickson (Cone inclinado e truncado); Capela de Lomas de Cuernavaca, de Félix Candela (Parabolóide Hiperbólico); Igreja Cristo Obrero, de Eládio Dieste (Conóide); e Escolas da Sagrada Família, de Antônio Gaudi (Cilindróide).

A Figura 5 exemplifica algumas imagens que constam no material da oficina de modelagem da obra IKMZ Library. A proposta é de estudo de superfícies cilíndricas, que neste caso foi modelada a partir de uma planta baixa. Incluiu-se o exercício de traçado das curvas da geratriz da superfície a partir do conceito de concordância, para obter sua base, explorando-se técnicas de representação de figuras planas. Promove-se o uso da técnica de extrusão unidirecional para a geração da superfície, observando-se a proporção a partir do controle do sistema de visualização, comparando-se a fotografia da obra com a imagem do modelo.

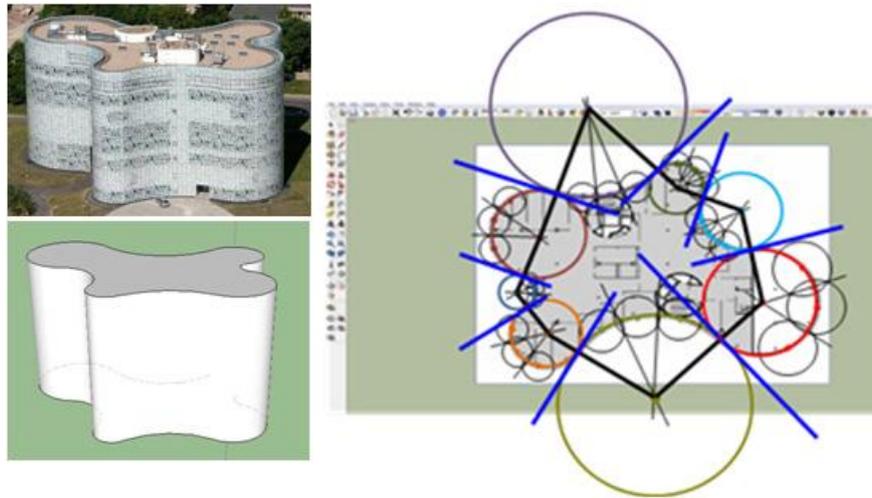


Figura 5: À esquerda, a fotografia da obra e o modelo digital; à direita, etapa de modelagem da base da IKMZ. Fonte da imagem:

http://www.sol.de/storage/pic/home/dpa/starline/boulevard/868698_1_Cottbus_12941400.onlineBild.jpg

Na Figura 6 têm-se alguns recortes do material da oficina que trata da modelagem de uma obra de Félix Candela, configurada por um parabolóide hiperbólico.

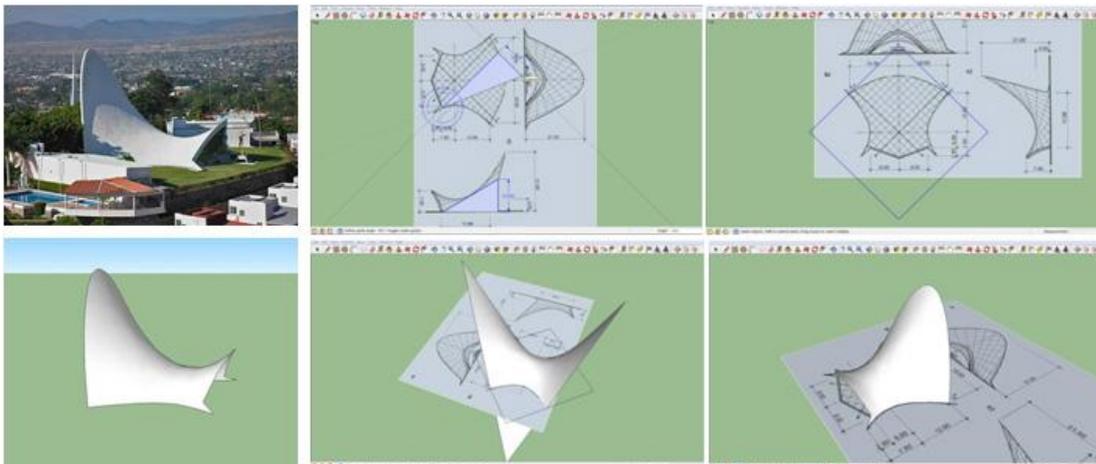


Figura 6: À esquerda, a fotografia e o modelo digital da obra Capela Lomas de Cuernavaca, de Félix Candela; Ao centro e à direita, etapas de modelagem do parabolóide hiperbólico da obra.

Fonte da imagem: <http://mcis2.princeton.edu/candela/cuernavaca.html#>

A proposta de modelagem partiu do objetivo de transpor os métodos tradicionais de representação advindos da geometria descritiva para obtenção de informações sobre as retas geratrizes e diretrizes, tais como ângulos de inclinações a partir de representações bidimensionais (plantas e cortes). Logo, diretamente sobre o modelo tridimensional, realizaram-se operações de subtração na superfície gerada para configurar a forma da Capela.

Para o grupo das superfícies de revolução já foram estruturadas as oficinas de modelagem das seguintes obras de arquitetura: Catedral Basílica de Maringá, de José Augusto Bellucci (Superfície Cônica de Revolução); Hemisferic, de Santiago Calatrava (Elipsóide de Revolução); o Congresso Nacional, de Oscar Niemayer (Parabolóide de

Revolução); e a Catedral Metropolitana de Brasília, de Oscar Niemayer (Hiperbolóide de Revolução de uma folha).

Na figura 7 ilustram-se partes dos materiais das oficinas de modelagem das obras Hemisferic, de Santiago Calatrava, e Catedral Metropolitana de Brasília, de Oscar Niemayer.

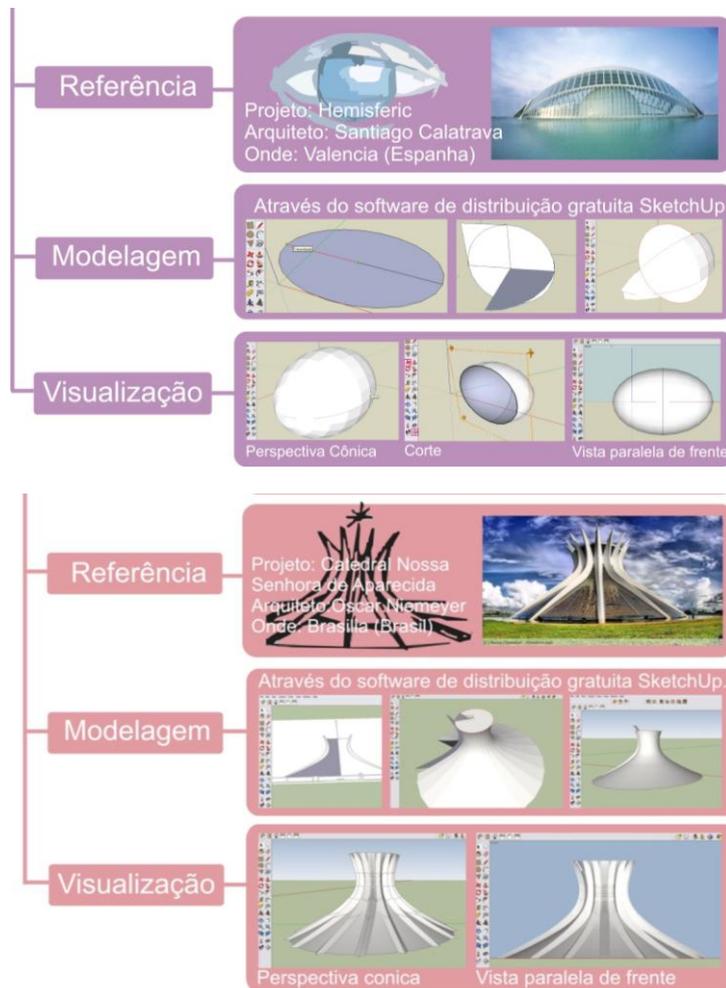


Figura 7: Esquematização das etapas de modelagem das obras Hemisferic, de Santiago Calatrava, e Catedral Metropolitana de Brasília, de Oscar Niemayer.

2.4 Proposta de construção de conhecimento pelos próprios estudantes

Nesta etapa propõe-se que os estudantes reproduzam com a mesma metodologia, utilizada na trajetória até então apresentada, a identificação e modelagem de outras obras de arquitetura que também envolvam as formas estudadas.

O objetivo desta atividade é desenvolver nos estudantes a capacidade de pesquisa e de identificação das formas geométricas implícitas em obras de arquitetura. Considera-se que tal prática amplia o repertório geométrico, que associado à habilidade de representação, permite uma maior liberdade formal, instrumentando os estudantes para a prática de projeto de arquitetura.

A figura 8 exemplifica dois trabalhos desenvolvidos pelos estudantes nesta primeira experiência.

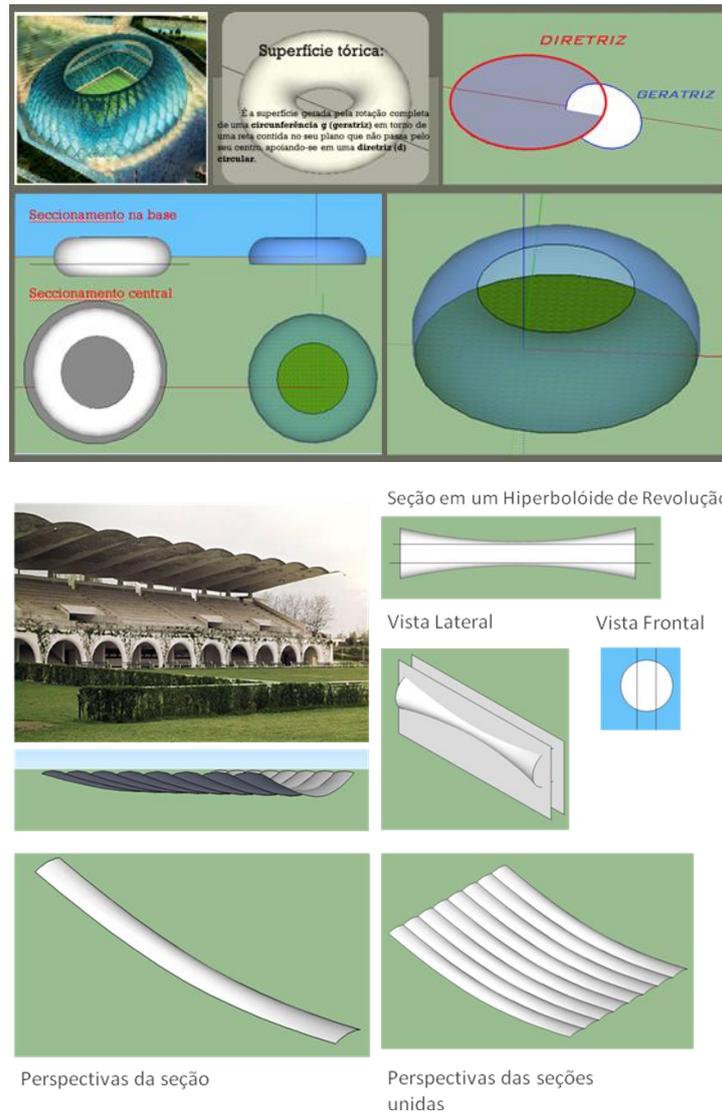


Figura 8: Trabalhos desenvolvidos pelos estudantes na disciplina de Geometria Descritiva IV/FAURB/UFPel: a primeira obra, pelos estudantes Aline Freitas, Aline Tessmer e Caio Sica; a segunda obra, pelos estudantes Gustavo Nunes, Jessica Busnello e Otávio Viana.

No primeiro trabalho, o grupo de estudantes identificou que a forma do estádio do Al-Wakrah, proposto para a Copa de 2022 no Catar, está baseada em uma superfície tórica que foi seccionada em sua parte inferior e na sua parte interna houve a subtração da superfície. No segundo trabalho, o grupo de estudantes identificou que a cobertura do Hipódromo de la Zarzuela, Madrid, 1941, dos Arquitetos Carlos Arniches Moltó y Martín Domínguez, está configurada a partir de uma porção seccionada de um hiperbolóide de revolução. Observou-se que os estudantes utilizaram os conceitos básicos apreendidos nos momentos de sala de aula e que identificaram procedimentos de modelagem até mesmo diferenciados daqueles tratados nas oficinas. Buscaram

maneiras de geração de novas formas geométricas, demonstrando um processo de apropriação não somente de conceitos, mas das próprias técnicas de representação digitais, para abarcar o grupo de formas estudadas. Por exemplo, identificaram que, a partir da técnica de seção e subtração em partes específicas das superfícies de um toro e de um hiperbolóide de revolução, poderiam gerar a forma das obras elegidas para o estudo.

Considera-se que nestes trabalhos houve uma identificação e apreensão efetiva das formas estudadas nas obras de arquitetura, transformando a atividade de representação destas obras em uma atividade autônoma pelos estudantes, através da modelagem geométrica das formas envolvidas.

3 Resultados

Como principais resultados têm-se:

Delimitação de trajetórias de aprendizagem, a partir da representação de obras de arquitetura que permitem abarcar o conteúdo programático da disciplina;

Materiais didáticos que promovem as atividades de modelagem geométrica de obras de arquitetura, que tanto podem apoiar práticas didáticas de momentos presenciais como a distância, pois contemplam um discurso didático que promove o aprendizado autônomo;

Apropriação, por parte dos estudantes, da tecnologia digital, através da execução da modelagem geométrica das obras representativas das formas geométricas estudadas;

Compreensão dos procedimentos de representação tradicionais por terem sido associados continuamente à própria atividade de modelagem geométrica;

Promoção de que os estudantes adquiram uma postura de análise a partir do reconhecimento de um repertório geométrico;

Promoção da aquisição de um conhecimento de arquitetura;

Configuração de novos materiais didáticos, constituídos pelos estudantes, que permitiram ampliar a coleção de obras que ilustram o uso das formas estudadas na arquitetura.

4 Considerações Finais

Considera-se que já com esta primeira experiência têm-se resultados que apontam para que a trajetória de aprendizagem proposta esteja adequada. Observou-se a motivação dos estudantes e ainda a solicitação de outros estudantes que passaram por versões anteriores desta mesma disciplina para que sejam oferecidas as oficinas aqui descritas como atividades de extensão.

Pode-se considerar também que o material didático construído, ao detalhar os procedimentos de representação gráfica digital das obras de arquitetura, avança em relação à Kremmer (2008), que só tratava das tecnologias tradicionais, além de não contextualizar a aplicação em arquitetura. Sob o aspecto operacional, para habilitar os estudantes ao emprego efetivo de tecnologias de representação gráfica digital, os materiais avançam também em relação à proposta de Pottmann et al (2007). Desta maneira, os materiais podem promover a apropriação concreta das técnicas de modelagem, avançando no apoio ao uso das tecnologias para a representação de outras obras de arquitetura.

A produção autônoma dos estudantes de modelagens de outras obras de arquitetura, pesquisadas e representadas digitalmente por eles, em fim, aponta para a validade da trajetória proposta.

Deve-se destacar que este trabalho se integra às atividades do projeto PROBARQ (Produção e Compartilhamento de Objetos de Aprendizagem para o Projeto de Arquitetura), cuja produção refere-se à disponibilização de materiais didáticos em um sistema de compartilhamento através da INTERNET onde se estabelece um processo de revisão e validação de tais materiais por pesquisadores de várias instituições envolvidas no projeto (UFSC, UNOESTE, UNICAMP, UNIZAR - UNIZAR/Espanha, UB/Argentina, UdelaR/Uruguai). Estes pesquisadores advêm de áreas diferenciadas do conhecimento, tais como arquitetura, informática na educação e informática gráfica.

Agradecimentos

Agradecemos às instituições CNPq, FAPERGS e CAPES pelo apoio dado à realização deste trabalho.

Referências

CHING, Francis D. K. **Arquitectura – Forma, Espacio y Orden**. 8ª ed. Cidade do México: Ediciones G. Gili, 2002.

KREMER, Roberto. **Exercícios de Geometria Descritiva – Curvas e Superfícies**. 1ª ed. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária/UFPel, 2008.

POTTMANN, A.; ASPERL, A; HOFER, M.; KILLIAN, A. **Architectural Geometry**. 1ª ed. Exton: Bentley Institute Press, 2007.

RODRIGUES, Álvaro. **Geometria Descritiva: Projetividades, Curvas e Superfícies**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico Ltda, 1960

VASCONSELOS, Tássia Borges; BURCK, Luiza Nogueira Rosa; MARCON, Ticiania Garcia; BORDA, Adriane. Inserção de tecnologias de gráfica digital no ensino de Projeto através de ações integradas com pesquisa e extensão. In: **XVII CIC – Congresso de Iniciação Científica da UFPel**, 2008.