

TRAJETÓRIAS DE APRENDIZAGEM EM REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DIGITAL

Adriane Borda Almeida da Silva¹

Janice de Freitas Pires²

Tássia Borges de Vasconcelos³

Cristiane dos Santos Nunes⁴

Resumo

O aprendizado de arquitetura pela análise de referenciais de projeto é uma prática estabelecida no contexto das escolas de arquitetura. Representar graficamente tais obras promove uma maior apreensão da forma, pois exige a aquisição de vocabulário e repertório geométrico. As tecnologias digitais proporcionam agilidade para este processo, além de melhores possibilidades de visualização para compreensão da forma. Práticas que estimulem o desenvolvimento do raciocínio espacial, sempre preconizado por disciplinas de Geometria Descritiva, pouco tem se valido das tecnologias digitais de representação. Estando atentos às teorias pedagógicas, observa-se a necessidade de desenhar novas práticas didáticas, que amenizem fragmentações já consolidadas pela estrutura curricular. Especialmente para o contexto de arquitetura tem-se a necessidade em interpretar a atividade de representação como ação projetual. Este trabalho descreve um processo de delimitação de trajetórias de aprendizagem em Representação Gráfica Digital, para a formação em Arquitetura. Estas trajetórias se configuram por uma sequência de exercícios de representação de obras de arquitetura, selecionadas de maneira a contemplar conceitos e técnicas mais amplos possíveis em termos de configurações formais. A partir da disponibilização de materiais didáticos estão sendo promovidos momentos de apropriação de técnicas digitais de representação, integrando objetivos pedagógicos de disciplinas de Projeto, Informática Aplicada à Arquitetura e Geometria Descritiva.

Palavras-chave: Trajetória de aprendizagem; representação gráfica digital; obras de arquitetura; materiais didáticos.

Abstract

The learning architecture by analyzing reference design is an established practice in the context of schools of architecture. Graphing such works promotes greater understanding of the way, since it requires the acquisition of geometric vocabulary and repertoire. Digital technologies provide flexibility for this process, and better opportunities to display understanding of the way. Practices that encourage the development of spatial reasoning has always advocated for subjects of Descriptive Geometry, little has been valid representation of digital technologies. Being aware of the pedagogical theories, there is a need to design new teaching practices that mitigate the fragmentation already established curriculum structure. Especially for the context of architecture has been the need to interpret the activity of representation as projectual action. The current work describes a

¹ Professora Doutora,
Departamento de
Arquitetura e Urbanismo –
FAUrb – UFPel,
adribord@hotmail.com

² Professora Mestre,
Departamento de
Arquitetura e Urbanismo –
FAUrb – UFPel,
janice_pires@hotmail.com

³ Mestranda, Faculdade de
Arquitetura e Urbanismo –
FAUrb – UFPel,
tassiav.arq@gmail.com

⁴ Acadêmica, Faculdade de
Arquitetura e Urbanismo –
FAUrb – UFPel,
cristiane_sn@hotmail.com

process of delimitation of learning trajectories in Digital Graphic Representation, to major in architecture. These paths are configured by an exercise sequence of architecture work representation, selected in a way to contemplate concepts and techniques as broad as possible in terms of formal settings. From the provision of learning materials, appropriating moments of digital techniques representation are being promoted, incorporating the educational objectives of the disciplines of Design, Informatics Applied to Architecture and Descriptive Geometry.

Keywords: Trajectory learning; digital graphic representation; architectural works; teaching materials.

1. Introdução

Nos contextos de ensino de arquitetura ainda é possível encontrar disciplinas de Geometria Descritiva que trabalhem essencialmente com técnicas tradicionais de representação e também que trabalhem o conhecimento de métodos de projeção somente a partir de formas abstratas, sem associar à forma arquitetônica propriamente dita. Em função desta exclusividade de trabalhar apenas com técnicas tradicionais é necessário garantir uma estrutura curricular que ofereça conteúdos específicos de Representação Gráfica Digital, os quais frequentemente estão inseridos no âmbito de disciplinas nomeadas como Informática Aplicada à Arquitetura. É frequente também que estes conhecimentos se restrinjam aos exercícios propostos por tutoriais de programas gráficos. Muitas vezes aplicando o conteúdo para a arquitetura, mas tratando principalmente a linguagem do desenho técnico de arquitetura, de codificação para a representação dos elementos construtivos, que configuram as disciplinas de Desenho Arquitetônico. O desenvolvimento do raciocínio espacial, sempre preconizado por disciplinas de Geometria Descritiva, nestes casos, pouco se tem valido das possibilidades das tecnologias digitais de representação.

Entretanto, estando atentos às teorias pedagógicas, observa-se a necessidade de desenhar novas práticas didáticas, que amenizem fragmentações já consolidadas pela estrutura disciplinar. Especialmente para o contexto de arquitetura tem-se a necessidade em interpretar a atividade de representação como ação projetual. Desta maneira, deve-se buscar a integração curricular, pelo menos através das atividades propostas no âmbito de cada disciplina.

Em Pottmann et al (2007) encontra-se uma recente sistematização de um conhecimento de Representação Gráfica Digital dirigido especificamente para a arquitetura, que responde parcialmente a muitas das expectativas didáticas desta área de conhecimento. Entretanto, neste material não houve a proposta de explicitar técnicas de representação a partir de ferramentas específicas e acessíveis aos estudantes de arquitetura. Logicamente, existem tutorias de programas gráficos que respondem a esta questão, porém estabelecem trajetórias que não tem o propósito de paralelamente estar construindo um conhecimento aplicado, de desenvolvimento do raciocínio espacial a partir da representação de obras exemplares de arquitetura.

Em Valderrama (2001) já era possível encontrar uma proposta didática nesta direção, porém com objetivos mais abrangentes, não só dirigidos aos conceitos e técnicas de representação, mas com a proposta de instrumentalizar arquitetos para a

apropriação de tecnologias de informação e comunicação para a prática de arquitetura em geral (planilhas de cálculo, edição de texto, etc.) e por isso não contemplando um conhecimento geométrico tão específico, que se ocupe em abarcar um amplo repertório de formas aplicadas na arquitetura.

Com o propósito de contribuir à atividade docente, este trabalho investe na produção e disponibilização de materiais didáticos que promovam a integração curricular, entre representação gráfica digital e projeto. Inicialmente se apresenta o marco teórico do trabalho, de abordagem essencialmente didática, o qual também se estabelece como marco metodológico. Descreve-se o método empregado seguindo-se com o registro dos resultados já obtidos, os quais se referem à configuração, a partir de um conjunto de materiais, de trajetórias de aprendizagem que objetivam a construção de um conhecimento específico, em representação gráfica, para os estágios iniciais de formação em arquitetura.

2. Marco Teórico

Como marco teórico para a atividade docente de produção de materiais didáticos segue-se adotando a Teoria Antropológica da Didática (CHEVALLARD, 1991). Esta teoria se centra no estudo da natureza de um saber e de como deve ser sua estrutura para que possa ser veiculado em um determinado contexto educativo. Considera principalmente as transformações que sofre um saber para ser utilizado em um contexto científico, profissional ou de ensino.

O termo ‘antropológico’ atribuído à Teoria quer destacar que um saber sempre é relativo a uma determinada instituição ou contexto, na qual vive com características específicas, devendo ser adaptado e contextualizado quando transita de um contexto a outro, reestruturando-se a partir de elementos que diferem em sua essência. Considera, assim, as transformações que sofre um saber para ser utilizado em um contexto científico, profissional ou de ensino.

Esta abordagem é interpretada como uma visão complementar à Didática Tradicional, que estuda as relações professor-aluno, de natureza psicológica. A Teoria Antropológica da Didática está caracterizada no âmbito da Didática Fundamental, permitindo estudar as dificuldades de ensino e aprendizagem devido à própria natureza do saber. O estudo se ocupa, inicialmente, em identificar uma estrutura formal do saber. Para esta estrutura considera a presença de quatro elementos fundamentais: problemas a resolver, técnicas (maneiras de resolver os problemas), tecnologias (discursos racionais sobre as técnicas) e teorias (justificativa, explicação e produção de técnicas). Chevallard (1991) observa que: em um contexto científico é privilegiada a veiculação do “saber” propriamente dito, cuja estrutura está centrada nos elementos “teoria” e “tecnologias”; em um contexto profissional é normalmente veiculado o “saber-fazer”, centrando-se nos elementos “problemas” e “técnicas”; enquanto que em um contexto educativo considera que deve estar sendo contemplada a veiculação de uma “estrutura integral de saber” (problemas, técnicas, tecnologias e teorias), desta maneira incluindo os blocos do “saber” e do “saber-fazer”.

É condição necessária para a atividade docente reconhecer ou compor discursos didáticos que garantam a presença de estruturas integrais de saber, adaptadas também aos contextos que serão veiculadas.

Aplicando-se os pressupostos desta Teoria ao propósito de identificar ou construir estruturas de saber que promovam a integração entre as áreas de conhecimento, da representação gráfica e de projeto, torna-se necessário reconhecer as estruturas já sistematizadas e veiculadas nos contextos educativos de arquitetura.

Nos termos da Teoria, se analisamos os tradicionais discursos didáticos que apoiam a área de Representação Gráfica, tais como os sistematizados, por exemplo, em Rangel (1982) e Rodrigues (1960), pode-se considerar que apresentam estruturas integrais de saber. Além de abordarem a fundamentação teórica que explicam e justificam os processos projetivos, demonstram detalhadamente as técnicas associadas para a resolução dos problemas de representação da forma. Entretanto, em sua maioria, conforme referido anteriormente, não trata especificamente de problemas de arquitetura. Além disto, para a atividade de representação gráfica digital, tais referências permitem constituir hoje somente parte do bloco do saber propriamente dito, haja vista que boa parte do discurso, de representação a partir de meios tradicionais, se dedica a explicar procedimentos projetivos que já foram totalmente automatizados. Esta automatização atribuiu agilidade e liberdade para a exploração formal, permitindo trazer problemas geométricos mais complexos para o contexto de ensino, exigindo assim a incrementação das estruturas de saber a serem veiculadas, tais como as apresentadas principalmente em Potmann et al (2007).

Entretanto, observando-se estruturas que já se dedicam a apoiar especificamente a atividade de representação gráfica digital para arquitetura, tais como as de Potmann et al (2007) e de Valderrama (2001), percebe-se que individualmente não apresentam estruturas integrais.

Por um lado, em Valderrama, 1999, o discurso se caracteriza por estar centrado no bloco do 'saber-fazer'. Com a apresentação de problemas arquitetônicos e de tutoriais de resolução a partir de ferramentas específicas, o discurso didático elaborado pelo autor referido promove a apropriação de técnicas digitais de representação e habilita os estudantes a associá-las a algumas classes de problemas de arquitetura.

Por outro lado, em Potmann et al (2007) observa-se a presença de uma estrutura centrada no bloco do saber, abordando os elementos "teoria" e "tecnologias", no que se refere ao apoio à atividade de representação gráfica digital. O discurso didático apresenta uma explicação racional sobre as técnicas de representação de geometrias com diferentes níveis de complexidade, construído a partir da exemplificação de aplicação na Arquitetura. Estes discursos podem atribuir competências aos estudantes em apreender a forma arquitetônica a partir de sua geometria, compreendendo seus parâmetros de controle e manipulação. No entanto, não existe o propósito de habilitar os estudantes à utilização de técnicas implementadas por ferramentas específicas de representação gráfica digital (softwares), como faz Valderrama (2001). A estrutura apresentada em Potmann et al (2007), desta maneira, não se propõe a contemplar o bloco do "saber-fazer", mas sim de apresentar a base conceitual para promover um processo de apropriação de técnicas disponibilizadas por diferentes ferramentas.

A partir desta leitura dos referenciais estudados sob a ótica da Teoria Antropológica da Didática, considera-se a pertinência em contribuir para a elaboração de discursos didáticos dirigidos aos contextos específicos de atuação docente, que

partam de tais referenciais, mas que reúnam e promovam a indissociabilidade entre os blocos do saber e do saber-fazer, e que ao final constituam uma estrutura integral e necessária para ser veiculada nos contextos educativos.

3. Metodologia

O estudo se constituiu a partir de três etapas que permitem caracterizar os elementos de saber e as associações necessárias entre eles, para a delimitação de estruturas integrais. A etapa 1, de revisão, busca o reconhecimento de elementos e estruturas já estabelecidas; a etapa 2, promove a seleção de obras de arquitetura que permitam caracterizar os problemas geométricos a serem tratados; e a etapa 3, de delimitação e validação das trajetórias, compreende todo o processo de estruturação dos materiais didáticos, de elaboração dos discursos, desenho e experimentação de processos de representação gráfica digital das obras selecionadas, incluindo as atividades de validação e publicação destes materiais.

3.1. Etapa de Revisão

Nesta etapa realiza-se a identificação de estruturas de saber já sistematizadas e necessárias para apoiar a atividade de representação da forma arquitetônica. Etapa que precede o desenvolvimento de cada material, particularizando o tipo de superfície tratada. São observados principalmente os sistemas de classificação de superfícies, desde os apresentados pelos referenciais já citados anteriormente, como Rangel (1982), Rodrigues (1960) e Pottmann et al (2007), incluindo-se Bertoline (1997). Desta maneira, consideram-se tanto os sistemas de classificações de superfícies fundamentadas nos estudos de Gaspar Monge, referências tradicionais em disciplinas de Geometria Descritiva, como as ampliações propostas por elementos de saber adicionados a partir das tecnologias informáticas de representação.

O esquema da Figura 1 exemplifica o tipo de sistematização que está sendo realizada. No caso ilustrado partiu-se da classificação considerada por Pottmann et al (2007), para o estudo de superfícies poliédricas. Em cada um dos esquemas gerados são destacados os parâmetros que cada autor se apoia para adotar um sistema de classificação. Neste esquema, pode-se observar que os autores referidos adotam três parâmetros para o estudo das formas poliédricas: quanto ao processo de geração; quanto ao tipo de faces; e quanto à aproximação às formas quádricas ou livres. Para a configuração destes esquemas utiliza-se o software Cmap Tools (<http://cmap.ihmc.us/>), de acesso gratuito, que possibilita estruturar esquemas dinâmicos, abertos à adição de novos conceitos e parâmetros, assim como à reformulação de categorias.



Figura 1: Esquema de classificação de Superfícies Poliédricas, constituído a partir de Pottmann et al (2007).

Nesta etapa de revisão, além dos sistemas de classificação que contextualizam os estudos de cada forma arquitetônica, considerados como parte das “teorias”, são observados os demais elementos que compõem os discursos didáticos já constituídos pelos referenciais citados. Em função disso, adicionam-se nesta revisão materiais tutoriais que acompanham as ferramentas gráficas, que trazem de maneira sistematizada os discursos que explicam as técnicas específicas de cada interface. Alguns dos problemas caracterizados pela representação de obras de arquitetura encontram-se já delimitados em Valderrama (2001) e Pottmann et al (2007). Em conjunto, os elementos reconhecidos nestes referenciais subsidiam a constituição de um discurso integral de saber.

3.2. Etapa de Seleção de Obras de Arquitetura

Seguindo-se então as propostas didáticas delimitadas pelos autores referidos, estão sendo selecionadas obras de arquitetura a serem tomadas como modelos para atividades de representação tridimensional no espaço digital. O conjunto de tais atividades deve promover habilidades de geração e controle da forma, abarcando diferentes superfícies, desde as poliédricas, quádricas, paramétricas ou mesmo abarcando geometrias não euclidianas, como as formas fractais, também exploradas no repertório formal de arquitetura.

O esquema da Figura 2 ilustra como está sendo sistematizado o processo de identificação de obras de arquitetura a serem utilizadas como “problemas” para o processo de aprendizagem de representação. Neste caso, foram selecionadas obras associadas ao esquema da Fig. 1, especificamente referente às formas poliédricas.

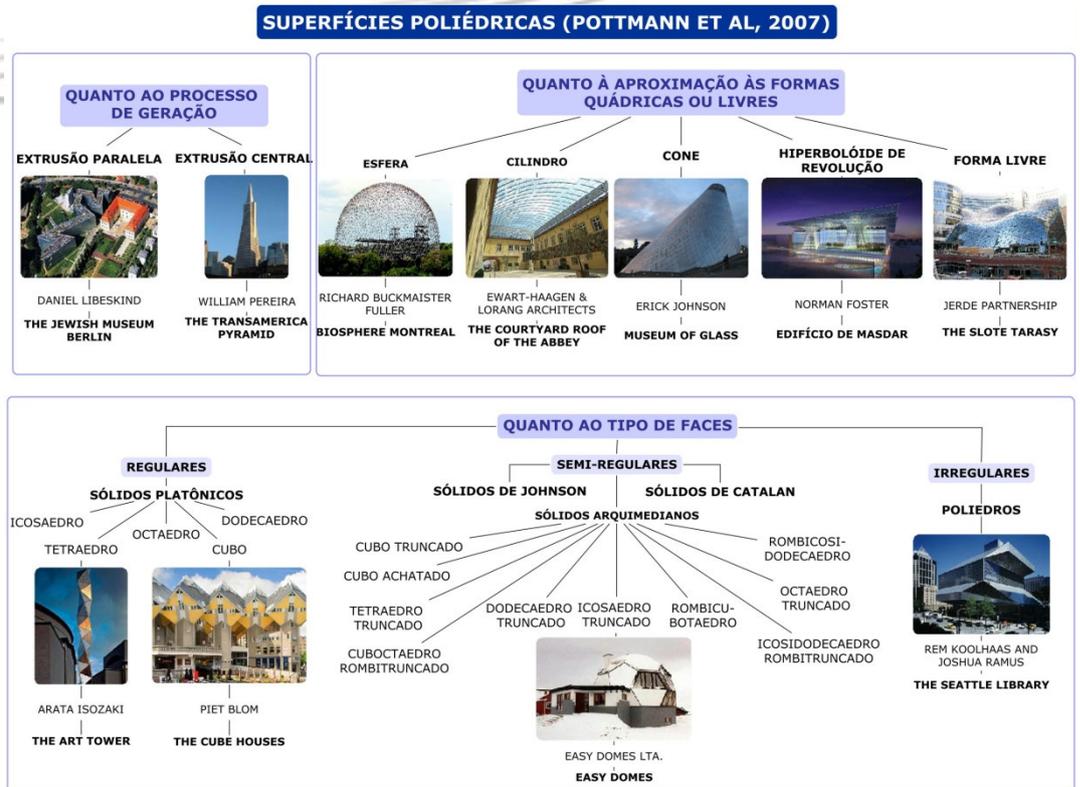


Figura 2: Esquema que ilustra a classificação de superfícies poliédricas apresentada por Pottmann et al, 2007, a partir de exemplos de aplicação em arquitetura.

As Figuras 3 e 4 ilustram as obras que foram selecionadas para exercitar processos de representação de superfícies retilíneas (figura 3), e propriamente curvas (figura 4), de acordo com a classificação adotada em Rodrigues (1960).



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



Figura 4: Associação entre obras de arquitetura e tipos de Superfícies propriamente curvas, de acordo com a classificação apresentada em Rodrigues (1960).

Estes tipos de esquemas, exemplificados pelas Figuras 2, 3 e 4, propõem a delimitação de trajetórias de aprendizagem, as quais objetivam habilitar os estudantes a reconhecerem as propriedades e parâmetros de controle de cada tipo de superfície representada.

3.3. Etapa de Delimitação e Validação das Trajetórias

Estão sendo experimentados processos de representação gráfica digital das obras de arquitetura selecionadas, de maneira a contemplar conceitos e técnicas mais amplos possíveis, em termos de configurações formais.

Através do registro de pelo menos um processo de representação digital e tridimensional de cada obra selecionada, desenvolvido a partir do software SkechtUp, os materiais promovem a apropriação das técnicas digitais empregadas, sempre acompanhadas de um discurso didático que as conecta com a base conceitual de geometria. Perseguindo-se propósitos já delimitados em Valderrama (2001), os materiais distanciam-se do formato tradicional de tutoriais de programas, configurando práticas que atribuam significado para a formação específica em Arquitetura. A ferramenta de representação gráfica digital selecionada se justifica por ser de distribuição gratuita e acessível aos estudantes de estágios iniciais de formação.

Os materiais didáticos estão sendo validados através de oficinas de ensino/aprendizagem, para serem inseridos no contexto de disciplinas que hoje, no âmbito da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFPel, substituem as tradicionais Geometrias Descritivas: Geometria Gráfica e Digital I, II, III e IV. Desta maneira, os materiais abarcam conteúdos de geometria plana, transformações e composições geométricas bi e tridimensionais, a partir de conceitos de proporção, simetrias e recursão, geometria espacial e métodos de projeção.

As trajetórias inicialmente delimitadas incluíram a representação de obras, tais como: IKMZ Library, de Herzog & de Meuron (Superfície Cilíndrica Geral); Catedral Basílica de Maringá, de José Augusto Bellucci (Superfície Cônica de Revolução); Museum of Glass, de Arthur Erickson (Cone inclinado e truncado); Hemisferic, de Santiago Calatrava (Elipsoide de Revolução alongado); Catedral Metropolitana de Brasília, de Oscar Niemeyer (Hiperbolóide de Revolução de uma folha); Capela de Lomas de Cuernavaca, de Félix Candela (Parabolóide Hiperbólico); Igreja Cristo Obrero, de Eladio

Dieste (Conóide, Fig. 5); e BCE Place Gallery, de Santiago Calatrava (Superfície Bézier, segundo Pottmann et al, 2007).

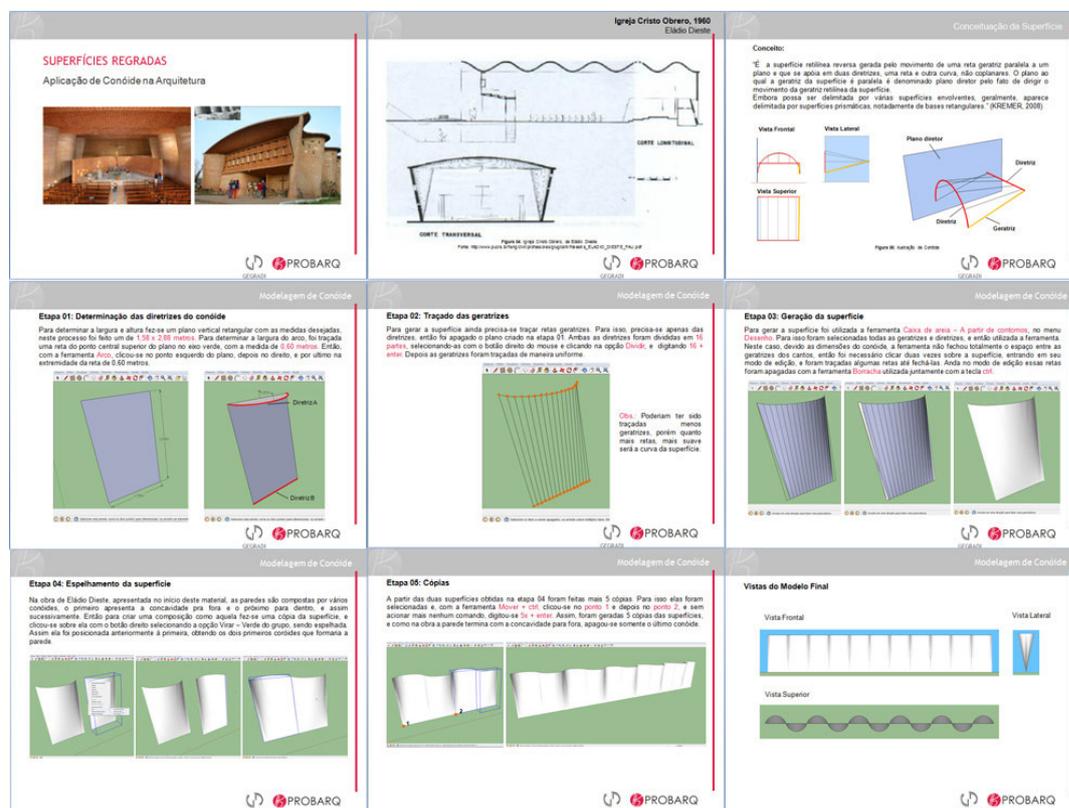


Figura 5: Recortes do material didático que apresenta a trajetória de representação da superfície conóide e que configura a Igreja Cristo Obrero, de Eladio Dieste.

A Figura 6 registra imagens de uma oficina dirigida para estudantes de segundo semestre de formação, no âmbito da disciplina de Geometria Gráfica e Digital III, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFPel, ministrada no primeiro semestre de 2011, para representação da superfície retilínea conóide. Os estudantes reproduzem um processo de representação gráfica digital, específico e, após, é solicitado que identifiquem outras obras de arquitetura representativas da superfície estudada e que desenvolvam um processo de representação, tanto por tecnologias tradicionais como digitais.

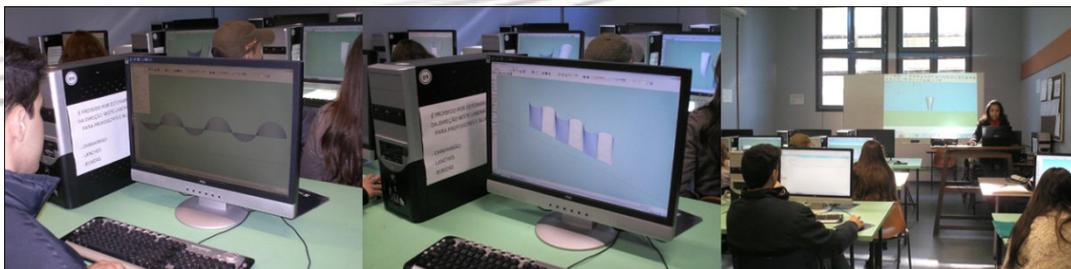


Figura 6: Fotografias da oficina desenvolvida em Geometria Descritiva IV, atual Geometria Gráfica e Digital III/FAUrb/UFPeI, 2011, para a representação da superfície retilínea conóide.

4. Resultados

Os materiais produzidos, que já estão apoiando o processo de reestruturação de práticas didáticas no contexto da FAURB/UFPeI, propõem conexões mais efetivas com a produção arquitetônica, sem perder as referências ao conhecimento construído na área de representação gráfica. Demonstrando os procedimentos de resolução de problemas a partir da linguagem gráfica, os materiais explicitam a potencialidade ou limite das tecnologias digitais de representação.

Tendo em vista que os estudantes são exigidos a identificar outros exemplos de obras de arquitetura e a explorar as técnicas de representação gráfica digital para que representem geometricamente estas obras, desencadeia-se um processo de ampliação dos materiais, registrando-se outras maneiras de utilização das técnicas inicialmente demonstradas. Os estudantes passam a serem autores e coautores dos materiais, estabelecendo-se, assim, um processo colaborativo e de valorização de sua própria produção acadêmica.

A Figura 7 apresenta exemplos de formas geométricas do tipo poliédricas, que foram identificadas, analisadas e representadas por estudantes, como resultado das atividades desenvolvidas no segundo semestre de 2011, quando se promoveu a primeira aplicação da metodologia proposta junto a uma disciplina de primeiro semestre de curso (atual Geometria Gráfica e Digital II, da FAUrb/UFPeI).

Solicita-se, como uma das etapas da atividade, que os estudantes façam uma análise da forma geométrica, para que observem as posições relativas entre os elementos que compõem tal forma, e para que possam descrever tais posições com precisão de linguagem e de parâmetros como ângulos e distâncias. A atividade é amparada nos conceitos da geometria descritiva (referencial teórico ilustrado pela segunda linha de imagens da figura 7), e logicamente se vale da agilidade de controle e mudanças de ponto de vista, das tecnologias digitais, para a obtenção de verdadeiras grandezas.



Figura 7: Mapa conceitual com as obras identificadas, analisadas e representadas pelos estudantes, na disciplina de Geometria Descritiva III/FAUrb/UFPel, segundo semestre de 2011, atual Geometria Gráfica e Digital II.

Deve-se destacar que a ferramenta digital de representação gráfica selecionada, o Sketchup, vem demonstrando ser de fácil manipulação para estudantes em estágios iniciais de ensino / aprendizagem. Permite gerar superfícies com maiores níveis de complexidade geométrica, otimizando o tempo normalmente gasto no estudo destas superfícies, comparado àquele gasto com a representação a partir de técnicas tradicionais. Isso tem propiciado a ampliação sobre os tipos de formas geométricas e casos de projeto de arquitetura abordados nas representações, pelos próprios estudantes.

As Figuras 8 e 9 ilustram resultados obtidos no âmbito de uma disciplina de Geometria Descritiva de segundo semestre de curso (atual Geometria Gráfica e Digital III, da FAUrb/UFPel), sobre a qual já foram realizados dois experimentos de aplicação de tais atividades didáticas. Neste estágio de formação, o estudo está centrado nas superfícies curvas, utilizando-se da mesma metodologia descrita anteriormente para o estudo das superfícies poliédricas.

A Figura 8 exemplifica a produção dos estudantes relativa ao primeiro semestre de 2011. Os trabalhos foram realizados em grupos de, no máximo, cinco estudantes. Na coluna da esquerda, mostra-se parte de uma sequência de imagens utilizadas por um dos grupos de estudantes que, baseado em uma análise prévia de Cantalejo Vegazo (2009), trouxe o caso da cobertura do hipódromo de Zarzuela, obra construída em 1941 na cidade de Madri, que ilustra a adoção de um hiperbolóide de revolução para a configuração da forma arquitetônica. Observa-se que para a representação gráfica

superfície tórica relativo ao projeto do estádio Soccer City (Johanesburgo, África do Sul). Para o processo de representação de tal projeto, os estudantes realizaram subtrações e seções em uma superfície tórica de circunvolução. Na segunda coluna, está o caso de aplicação de um helicóide de plano diretor em uma rampa que compõe a obra de Frank Lloyd Wright, o Museu Solomon, em Nova Iorque, construído em 1959. Para o exercício de representação desta rampa os estudantes optaram por gerar o helicóide e, logo após, realizaram subtrações por dois cones truncados com dimensões diferentes, um deles para configurar o limite exterior e o outro como limite interno da superfície. Na terceira coluna, demonstra-se que foi trazido mais um exemplo de adoção de um parabolóide hiperbólico como elemento determinante para a configuração de uma cobertura: a do Velódromo de Londres. Porém, neste caso, tal superfície não se mostra tão explícita como no caso da Igreja de San Pedro Apostol, adicionada aos materiais por estudante de semestre anterior. Para a representação da cobertura do Velódromo referido os estudantes seccionaram um cone de revolução truncado por um parabolóide hiperbólico. Já, na quarta coluna de exemplos, está a obra do Centro Cultural Max Feffer (Pardinho, São Paulo), para a qual os estudantes aplicaram para a representação processos de composição de simetria por translação e logo reflexão em superfícies do tipo conóide.

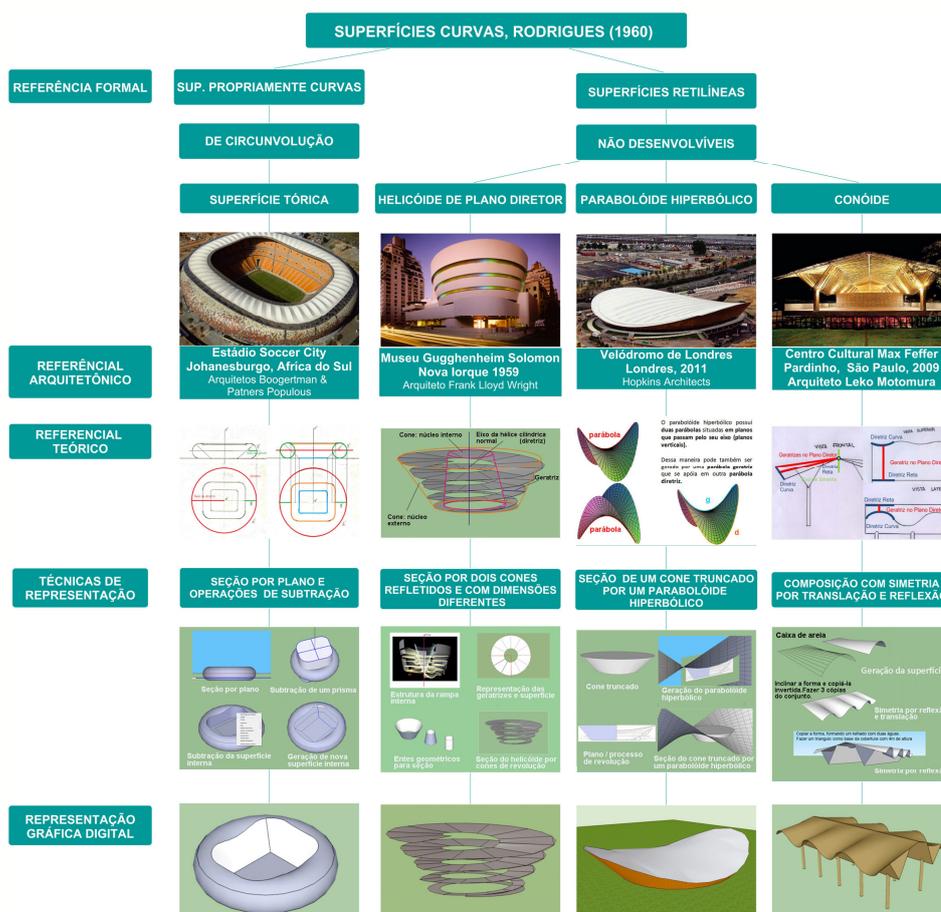


Figura 9: Mapa conceitual com as obras analisadas e representadas pelos estudantes, na disciplina de Geometria Descritiva IV/FAUrb/UFPel, segundo semestre de 2011, atual Geometria Gráfica e Digital III.

O propósito de apresentar duas figuras que ilustram o mesmo estágio de produção é de demonstrar que os resultados foram incrementados ao passar do primeiro semestre de aplicação da experiência didática (Figura 8) para o segundo (Figura 9). Observa-se que foi possível exigir dos estudantes, no segundo momento, uma análise mais detalhada, a qual registra, com uma coleção de imagens, as associações entre a teoria (caracterização dos elementos principais das superfícies) e as técnicas empregadas.

A partir da análise do conjunto dos resultados, pode-se perceber que as formas representadas impõem aos estudantes a aplicação de técnicas de transformação sobre a forma pura, sejam transformações isométricas (translações, rotações, reflexões) ou o emprego de operações tais como seções, subtrações, interseções, adições, mudanças de escala, etc. Isso permite delimitar trajetórias que abarquem uma ampla classe de problemas de representação.

A maior parte das obras trazidas pelos estudantes resulta de pesquisas realizadas na INTERNET, suscitando curiosidade e gerando um ambiente de investigação que aproxima a produção arquitetônica (bloco do saber-fazer) com as teorias e tecnologias enfatizadas em sala de aula (bloco do saber). São trazidos pelos estudantes projetos atuais, como exemplifica a figura 8, cujos exemplos incluem o projeto realizado para a Copa de 2022 (Al-Wakrah, Catar), que ilustra a aplicação de superfície tórica.

As atividades promovem já em um primeiro momento de formação para a prática projetual a construção de um repertório formal e arquitetônico por parte dos estudantes, estimulando o reconhecimento da produção de arquitetos e engenheiros que se utilizam de um amplo vocabulário geométrico. Para a identificação das formas, além do discurso didático apresentado no âmbito das oficinas, os estudantes se apoiam em discursos dos próprios projetistas e de críticos de arquitetura, se aproximando também da linguagem descritiva da produção arquitetônica.

Como resultado também se destaca a conveniência de usar o programa Cmaptools, pelas possibilidades de reorganizar e ampliar dinamicamente os conteúdos abordados. Os materiais gerados no formato desta ferramenta encontram-se disponíveis em um servidor institucional que permite que os esquemas (mapas conceituais) sejam construídos de maneira colaborativa através da INTERNET. Podem ser ampliados de maneira síncrona, através deste servidor, permitindo a discussão entre os pesquisadores sobre a composição, organização e registro de diferentes trajetórias de aprendizagem.

Este método de registro das trajetórias, investindo na linguagem visual (imagens e sistemas de classificação), se estabelece como etapa preliminar de design da interface de acesso aos materiais.

A Figura 10 exemplifica como este processo se configura sobre a interface do programa CMAP TOOLS: à esquerda da figura, na parte superior, encontra-se a lista de servidores disponíveis e, logo abaixo, está a janela de visualização da informação disponível no servidor selecionado, no caso o da UFPel; ao centro, a interface do programa com o mapa conceitual sendo editado por dois pesquisadores, que pode ser de maneira assíncrona, através da inserção de comentários sobre o mapa analisado (quadro destacado com um retângulo azul), e, de maneira síncrona, através de um ambiente de conversação, destacado com um quadro vermelho à direita da imagem,

que permite registrar as interações e o estabelecimento de diálogos colaborativos para a construção/ampliação do mapa conceitual.

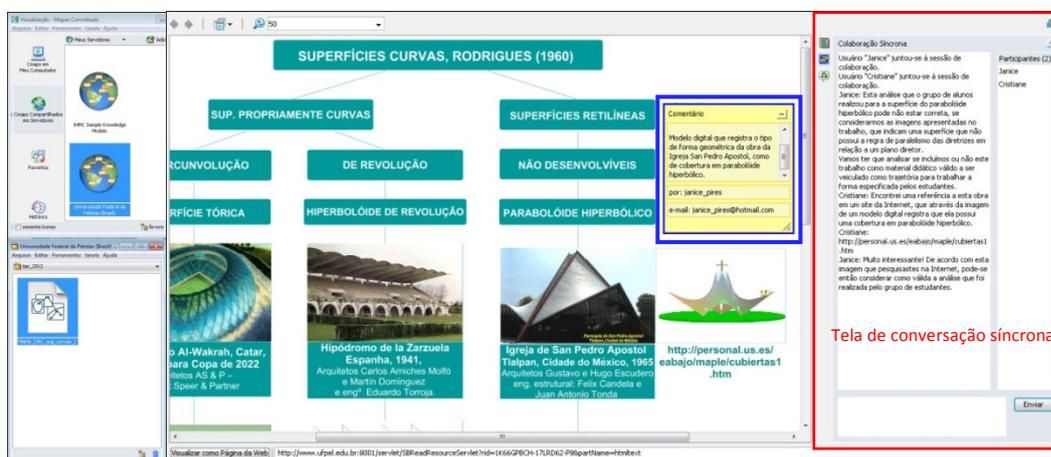


Figura 10: Ilustração do sistema colaborativo de construção dos mapas que organizam e registram as trajetórias.
 Fonte: autores, 2011.

Deve-se enfatizar também que os materiais produzidos estão sendo disponibilizados em um ambiente de acesso aberto, um repositório institucional de objetos de aprendizagem: o REUP, Repositório de Objetos Educacionais da Universidade Federal de Pelotas, cuja personalização da interface, neste momento em construção, está ilustrada pela Figura 11. A partir deste ambiente os materiais podem ser utilizados como apoio para compor trajetórias de aprendizagem nas diferentes modalidades de ensino, seja na presencial, semipresencial ou a distancia, assim como em diversos contextos educativos. O REUP está configurado sob uma plataforma livre (DSpace), que permite organizar os materiais em coleções específicas, e recuperar a informação de maneira precisa, desde que tais materiais estejam catalogados adequadamente. Para isto, para todos os materiais digitais produzidos, devem ser atribuídos metadados, descritores que adotam uma terminologia específica para que tenham significados próprios (taxonomia de domínio) e possam ser facilmente acessados através de mecanismos de busca (BORDA et al, 2010, 2011; PIRES e BORDA, 2010).



Figura 11: Interface do REUP - Repositório de objetos de aprendizagem da Universidade Federal de Pelotas.

Fonte: autores, 2012.

Além do interesse em disponibilizar os materiais didáticos, se tem buscado fazer com que o sistema colaborativo de produção e compartilhamento de materiais e trajetórias de aprendizagem, estabelecido até então entre pesquisadores de um mesmo contexto acadêmico, possa ser ampliado. De tal maneira que esta produção seja submetida a um contexto acadêmico mais amplo possível de validação. Este propósito configura o objetivo principal do Projeto PROBARQ (<http://www.ufpel.tche.br/probarq/>), desenvolvido desde 2009 e que conta com a colaboração de 09 instituições, sendo 06 brasileiras e 03 estrangeiras reunindo pesquisadores de diferentes áreas de conhecimento, tais como da educação, informática aplicada à educação, informática gráfica, arquitetura e representação gráfica digital.

5. Considerações Finais

Considera-se que os referenciais adotados para o desenvolvimento deste trabalho foram pertinentes: a Teoria Antropológica da Didática permitiu delimitar um marco teórico e metodológico, apontando à necessidade de promover a indissociabilidade entre os blocos do saber e do saber-fazer, e com isso auxiliando na identificação de referenciais específicos para o ensino/aprendizagem de representação gráfica digital para a arquitetura; principalmente as sistematizações de Pottmann et al (2007) e Valderrama (2001), com suas propostas didáticas, foram consideradas complementares e deram suporte à tarefa de identificação dos elementos necessários para compor estruturas integrais a serem veiculadas nos contextos educativos em questão.

O método proposto de construção colaborativa dos materiais didáticos, entre professores, estudantes e pesquisadores, atento ao processo de registro das associações entre teoria e prática, tem permitido delimitar trajetórias de aprendizagem que estão promovendo a integração dos objetivos pedagógicos de disciplinas de Projeto, Informática Aplicada à Arquitetura e Geometria Descritiva. O propósito de selecionar obras capazes de exemplificar os casos típicos de estudo em Geometria Descritiva garante a manutenção de uma trajetória construída e validada ao longo da história do ensino de representação gráfica no contexto da formação em arquitetura. O propósito de representação gráfica digital destas obras permite promover o reconhecimento da produção de arquitetura, em seus aspectos formais, dirigindo a atenção às potencialidades das tecnologias digitais de representação, tão bem enfatizadas em Pottmann et al (2007).

Considera-se que uma das principais contribuições do trabalho está na proposta de inserir, desde um primeiro momento de formação, os estudantes no processo de construção de conhecimento a partir da pesquisa, a partir do reconhecimento da forma, de suas propriedades e possibilidades de representação e uso na arquitetura, como conhecimento prévio para a ação projetual.

Agradecimentos

Este trabalho dá continuidade ao que vem sendo desenvolvido no projeto PROBARQ –

Produção e Compartilhamento de Objetos de Aprendizagem dirigidos ao Projeto de Arquitetura, (www.ufpel.tche.br/probarq). Desta maneira, agradecemos ao CNPQ, FAPERGS e CAPES, que subsidiaram o projeto.

Agradecemos também aos estudantes das disciplinas de Geometria Gráfica Digital II e III, da FAUrb/UFPeL, e destacamos aqueles que tiveram seus trabalhos aqui exemplificados, listados a seguir: Brenda Tejada, Gabriela Beraldi Ribeiro, Camila Garcia, Paula Zottis Junges, Aline da Silva Freitas, Aline de Almeida Tessmer, Caio Silveira Sica, Gustavo Nunes, Jessica Cisotto Busnelo, Otávio Viana, Ana Paula Marques, Carolina Ritter, Monica Wilges, Fernanda Santos, Igor de Albuquerque, Jonhara R. Fagundes, Rute R. de Medeiros, Caio Antunez, Daniela Prato Pinto, Matheus Amador, Melina Monks da Silveira, Alan Carvalho, Carolina Mattar, Fernanda Siebert, Igor Eichholz, Marina Mecabô, Ana Carolina Marcon Zago, Manuela Camerini da Rosa, Maria Luiza Rigon Borsa, Renata Peters Ardizzone.

Referências

- Borda, A.; Pires, J. F. ; Vasconcelos, T. B. ; Nunes, C. Processos de Produção e Compartilhamento de Materiais Didáticos e a Delimitação de uma Taxonomia de Domínio. In: CIDI - Congresso Internacional de Design da Informação, 5., 2011, Florianópolis. **Proceedings. 5º CIDI 4º Info Design e 5º CONGIC - 5th Information Design International Conference.** Florianópolis: UFSC, 2011. p. 1-9.
- Borda, A.; Pires, J. F. ; Vecchia, L. F. D. ; Celani, M. G. . Produção e Compartilhamento de Objetos de Aprendizagem dirigidos ao Projeto de Arquitetura. In: SIGRADI 2010, 14., 2010, Bogotá. **Proceedings. XIV Congreso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital.** Bogotá: Ediciones Uniandes, 2010. 104-107.
- Chevallard, Yves. **La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado.** Buenos Aires: Aique, 1991.
- Ching, Francis D. K. **Arquitectura, Forma Y Orden.** México: G. Gilli, 2002.
- Pires, J. F.; Borda, A. Identificação de Estruturas de Saber Implícitas em Materiais Didáticos para a Delimitação de uma Taxonomia de Domínio. In: Congresso Internacional de Educação a Distância da UFPel, 1., 2010, Pelotas. **Anais. 1º Congresso Internacional de Educação a Distância da UFPel.** Pelotas: Editora e Gráfica Universitária, 2010. p. 1-9.
- Pottmann, Helmut; Asperl, Andreas; Hofer, Michael; Killian, Axel. **Architectural Geometry.** Exton: Bentley Institute Press, 2007.
- Rangel, Alcyr Pinheiro. **Poliedros.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1982.
- Rodrigues, Álvaro. **Curvas e Superfícies.** Rio de Janeiro: A. O. Livro Técnico, 1960.
- Valderrama, Fernando. **Tutoriales de Informática para Arquitectura.** Madrid: Celeste Ediciones, 2001.