

# Modelagem Geométrica nos estágios iniciais de aprendizagem da prática projetual em Arquitetura

Adriane Borda, Neusa Félix, Janice de Freitas Pires, and Noélia de Moraes Aguirre

**Abstract.** This work invests on delimitation of a Geometric Modeling study program directed to students at the initial stages of Architecture. It is considered that the studies promote a qualified control of the form based on recognition of parameters which define it, moreover it also allows the enlargement of the students geometric vocabulary, important to the architectural design activities. In this way, the program advances on the appropriation of new concepts which surround the investigations on architectural design processes, such as the concept of form grammar. Observing analysis and architectural composition practices based on such concept, contents of geometric modeling which are already being used in the context of post-graduation are identified to be transposed to the graduation context, along with the initial teaching practices of architectural design. The results refer to making the didactic material available, these materials have the objective of building references for the development of design practice which explore the reflection about the processes of creation and composition of architectural form in their geometric aspects.

**Palabras Claves.** Arquitetura, Modelagem Geométrica, Gramáticas da Forma, Ensino/aprendizagem, ,

## I. INTRODUÇÃO

Este trabalho investe na delimitação de um programa de estudos de Modelagem Geométrica dirigido aos estágios iniciais da formação em Arquitetura. Em Duarte [1] e em Çolakoglu, Yazar e Uysal [2], identificam-se propostas e experimentações de inserção do conceito de “gramáticas da forma” no contexto de ensino da prática projetual de arquitetura já nos primeiros momentos de formação. A construção de uma gramática pode ser encarada como um mecanismo de produção de frases de uma língua específica. Este conceito, em termos arquitetônicos, refere-se às descrições baseadas na análise dos princípios generativos da forma, considerando o projeto de arquitetura como produto de

um procedimento sintático que combina elementos de acordo com uma sintaxe ou conjunto de regras. Tal conceito em arquitetura pode ser referido também para designar a um vocabulário de formas associadas a um conjunto de regras que especifica as possíveis combinações e relações entre os elementos do vocabulário em uma determinada linguagem arquitetônica [3]. Identificam-se duas categorias de gramáticas da forma, as denominadas analíticas e as originais. As gramáticas analíticas são desenvolvidas para descrever e analisar projetos existentes, enquanto que as gramáticas originais são as associadas com a criação de novos projetos [4].

A identificação e geração de gramáticas da forma estão sendo utilizadas tanto a partir da formalização, apoiando-se em linguagens de programação [1] como a partir de procedimentos gráficos e simbólicos de análise de formas e de regras compositivas que envolvem o projeto [5]. Considera-se que nestes trabalhos fica explícita a necessidade de reconhecimento de um amplo vocabulário e repertório geométrico capaz de permitir a descrição de tais regras formais e compositivas.

Independentemente da aplicabilidade imediata destes procedimentos ao processo projetual, identifica-se a contribuição da abordagem de gramáticas da forma no ensino de Projeto como estratégia de ampliação de repertório e vocabulário geométrico. O estabelecimento de processos criativos perpassa um amplo reconhecimento de geometria.

Ao longo dos últimos sete anos desenvolve-se um programa de pós-graduação em Gráfica Digital, em nível de especialização, sendo um dos objetivos principais a apropriação de conceitos e procedimentos relativos a descrição da forma, de suas regras e processos compositivos, através de tecnologias de representação gráfica digital. Esta trajetória tem registrado que a exploração destas tecnologias de representação promove um domínio do controle da forma a

partir da exigência de reconhecimento dos parâmetros e das regras que a definem.

Frente a estas considerações, este trabalho tem o propósito de selecionar saberes sistematizados no âmbito do programa de pós-graduação referido, para que sejam transpostos ao contexto de graduação, considerando-se a pertinência em associar tais saberes àqueles necessários para a promoção de práticas educativas fundamentadas no conceito de gramáticas da forma e dirigidas ao projeto de arquitetura.

Não existe a intenção de constituição de uma disciplina, mas sim o estabelecimento de uma seqüência de estudos integrada às próprias práticas de ensino de projeto, centrando-se no processo de descrição geométrica da forma através da representação gráfica tridimensional e digital.

## II. MATERIAIS E MÉTODOS

Com o propósito de selecionar os conhecimentos a serem transpostos realizam-se análises a partir de duas perspectivas: observando-se o contexto para o qual o estudo está dirigido, que se refere às disciplinas de Projeto de Arquitetura I e II, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – FAUrb da Universidade Federal de Pelotas - UFPel, oferecidas no primeiro ano de formação, e observando-se práticas que se apóiam no conceito de gramáticas da forma.

Para compreender o contexto local de ensino de projeto nestes estágios iniciais, são realizados experimentos que objetivam explicitar os conceitos e procedimentos geométricos envolvidos nos exercícios realizados.. Deve-se destacar que estes exercícios ainda tratam somente de composições formais que não envolvem condicionantes de um projeto arquitetônico, como podem ser as características locais de clima, localização e orientação, um programa de necessidades específico, permitindo a limitação do estudo às questões essencialmente geométricas. Destaca-se também que neste contexto ainda não se configuram práticas de ensino de projeto permeadas por tecnologias digitais, pelo menos de maneira institucionalizada. As práticas são promovidas a partir do uso de recursos gráficos tradicionais, através do desenho manual e da maquete física.

Desta maneira, os experimentos compreendem, inicialmente, a promoção da atividade de descrição do processo de idealização da forma desenvolvida no âmbito de uma disciplina de projeto de Arquitetura. Esta descrição refere-se ao registro feito pelo próprio estudante que realizou o projeto. Estimula-se o estudante, através de questionamentos, para que ele encontre palavras chaves que possam explicitar os conceitos e procedimentos geométricos envolvidos no processo de geração da forma idealizada, que foi desenvolvido a partir das tecnologias tradicionais, como comentado anteriormente.

A seguir este mesmo estudante é instrumentado para reproduzir e também descrever o processo de representação, agora se utilizando de modelos tridimensionais digitais. Desta maneira, simula-se e avalia-se uma situação que efetivamente envolva o uso das tecnologias de representação gráfica digital.

Comparam-se as descrições detectando as diferenças em relação aos conceitos e procedimentos geométricos

explicitados em cada uma. Deve-se destacar que o propósito do experimento é somente de identificar estas diferenças, sem considerar a dinâmica do processo de criação. Objetiva registrar o quanto o processo de representação através dos recursos informáticos exige a ampliação de vocabulário e repertório geométrico.

Até o momento estes experimentos foram realizados com um exercício tradicionalmente aplicado na disciplina de Projeto Arquitetônico e Urbanístico II da FAUrb/UFPel, oferecida no segundo semestre da seqüência de formação em arquitetura. Este exercício consiste em projetar um objeto a partir da composição de três a cinco sólidos com pelo menos dois deles com volumes semelhantes. Existe a referência explícita na proposta do exercício em empregar operações de interseção e que o resultado deve ser apresentado seguindo as formas tradicionais de representação de projeto, ou seja, graficamente, através de vistas ortográficas, e, fisicamente, por meio de maquete. A metodologia de desenvolvimento normalmente adotada refere-se ao lançamento de vários estudos volumétricos representados graficamente e uma maquete física da composição eleita pelo próprio estudante.

A figura 1 mostra a composição envolvida neste experimento através da maquete física.



Figura 1 – Maquete física do objeto envolvido no experimento, desenvolvida pela estudante Juliana Mühlenberg Soares

Como estratégia para explicitar a descrição da forma geométrica orienta-se o estudante para a utilização da estrutura de Mapas Conceituais [6]. Esta estrutura busca representar um conjunto de conceitos dispostos de tal modo que as relações entre eles sejam evidentes. O uso destes mapas como metodologia para registrar processos de descrição e representação geométrica tem sido validado no âmbito de trabalhos de ensino, pesquisa e extensão desenvolvidos pelo GEGRAI - Grupo de Estudos para o Ensino/aprendizagem de Gráfica Digital da UFPel [7].

Desse modo, busca-se que o estudante explicita o vocabulário e repertório geométrico que tinha antes e depois de utilizar processos informáticos de representação tridimensional digital.

A segunda perspectiva de análise, sobre os conceitos e procedimentos empregados em práticas que utilizam o conceito de gramáticas da forma, analisam-se trabalhos de investigação e práticas educativas já estabelecidas em contextos de arquitetura. Esta etapa encontra-se em

desenvolvimento, e a metodologia de sistematização também se apóia na estrutura de mapas conceituais.

Desta maneira, procura-se facilitar a identificação das associações entre as diferentes práticas através de palavras chaves referentes aos conceitos e procedimentos envolvidos, no contexto local (do exercício de projeto), no contexto de referência (de uso do conceito de gramáticas da forma) e no contexto da pós-graduação (da sistematização dos saberes de Modelagem Geométrica).

Deve-se considerar também que grande parte dos materiais didáticos, da pós-graduação em questão, está configurada com esta estrutura de mapas conceituais [7].

Ao longo destas análises são revisados os materiais didáticos referidos buscando-se identificar então a pertinência de cada um para serem transpostos ao contexto local.

O processo de transposição adota a seguinte estratégia: disponibilização dos materiais em um sistema de acesso aberto, tendo em vista que o processo de concepção destes materiais adota o conceito de objetos de aprendizagem [8], promoção de atividades de extensão dirigidas aos estudantes dos estágios iniciais de formação, com o intuito de instrumentá-los para o uso das tecnologias de representação gráfica digital e de gerar uma cultura de auto-aprendizagem para o uso de objetos de aprendizagem; promoção de atividades colaborativas de ensino e pesquisa, através de desenvolvimento de estudos de pós-graduação em nível de especialização e mestrado, promovendo a discussão sobre a pertinência da inserção da Modelagem Geométrica e dos conceitos relativos à gramáticas da forma no âmbito de cada uma das atividades de ensino de projeto nos estágios iniciais de formação em arquitetura.

### III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados parciais deste estudo referem-se aos tres tipos de instâncias de análise: do contexto local (do exercício da disciplina de Projeto), do contexto de referência (das práticas com gramáticas da forma) e dos conteúdos a serem transpostos, da pós-graduação à graduação (de Modelagem Geométrica).

Os experimentos realizados no âmbito do contexto local demonstraram que a estudante foi induzida pelos meios de representação digital a ampliar a descrição em relação à representação pelos meios tradicionais. Comparando-se os mapas das figuras 2 e 3 pode-se observar estas diferenças. Na primeira descrição a estudante se refere fundamentalmente aos tipos de figuras geométricas envolvidas e resume o processo de composição ao que denominou de operação de interseção. Observa-se que a aluna descreve o objeto a partir de dois tipos de figuras – o prisma irregular e o cilindro, sem envolver a descrição de regras de geração.

Figura 2: mapa descrição processos tradicionais

Na segunda descrição, figura 3, faz referência a diferentes processos de transformação e composição. O mapa se amplia, detalhando os tipos de entes geométricos que caracterizam o

objeto projetado, quanto aos parâmetros e procedimentos de geração de cada um dos volumes e de definição das posições relativas entre os mesmos para a composição final. Isso fica demonstrado pela seleção de palavras chave que descrevem todo o processo.

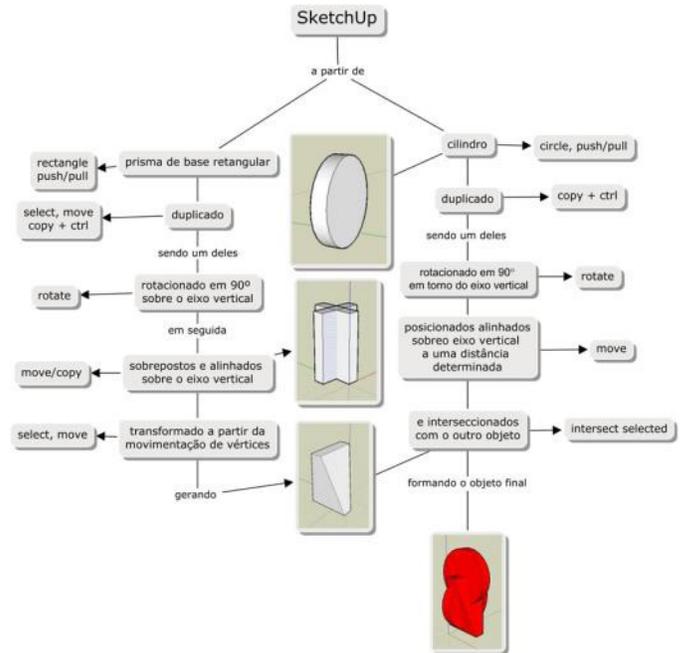


Figura 3 – Mapa conceitual de descrição dos processos de modelagem geométrica de um volume, gerado no software SketchUp. Disciplina de Projeto II, 2006, FAURB, UFPel.

O experimento ainda foi estendido... buscando avaliar a possibilidade de uma maior ampliação quando são utilizadas diferentes tecnologias... A figura 4 demonstra a diversidade de procedimentos... estimulando a investigação de outros processos de geração...

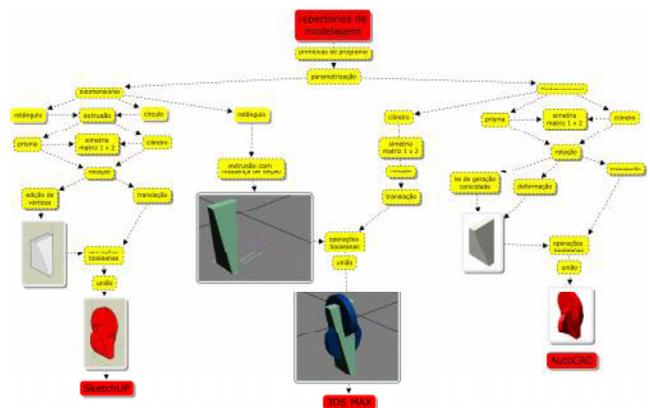


Figura 4 – Mapa conceitual de descrição

Neste momento já são identificados conceitos próprios da Modelagem Geométrica que podem potencializar a atividade... Classificação de entes geométricos... etc... Com o mapa da figura 5 ilustra-se a trajetória da disciplina de Modelagem Geométrica, adotada no curso de Especialização em Gráfica Digital.

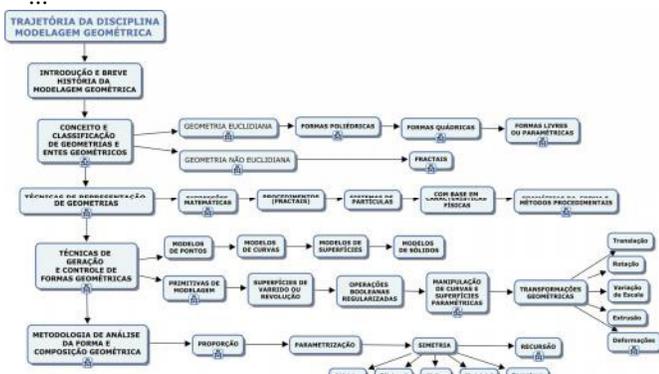


Figura 5 – Mapa Conceitual da trajetória da disciplina de Modelagem Geométrica do Curso de Especialização em Gráfica Digital, UFPel.

O programa de estudos no âmbito da pós-graduação referida propõe uma trajetória de aprendizagem que parte da revisão e ampliação do “Conceito e Classificação de Geometrias e de Entes Geométricos”. Trata-se de trazer para a formação arquitetônica também a lógica de geometrias não-euclidianas, tal como a fractal, ampliando as tipologias de entes geométricos e, conseqüentemente, o vocabulário para o projeto de arquitetura. Na figura 6 tem-se um exemplo de material didático gerado no Curso de Especialização em Gráfica Digital que sistematiza a identificação destes elementos sobre a análise de formas quadricas.

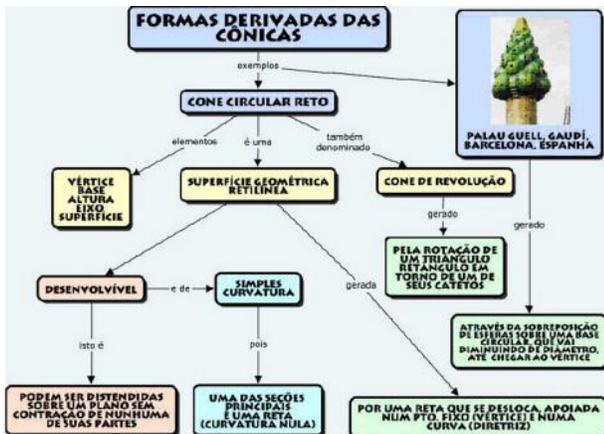


Figura 6– Mapa Conceitual de identificação de entes geométricos e classificação de geometrias, desenvolvido pela estudante Elisabeth Conill, no Curso de Especialização em Gráfica Digital, 2006.

Faz-se necessário o reconhecimento de “Técnicas de Representação de Geometrias”, para permitir que o estudante identifique as correspondências entre as técnicas de representação algébrica e gráfica, compreendendo a maneira de controle da forma a partir das técnicas computacionais. Esta abordagem busca atribuir transparência à automatização dos procedimentos de transformações no espaço virtual. Incluem-se a diferenciação entre os modelos de pontos, curvas, superfícies e sólidos. Investe-se, logo a seguir, no reconhecimento das “Técnicas de Geração e Controle de Formas Polidricas, Quádricas e Livres ou Paramétricas”, avançando em relação às atividades tradicionais de representação, trabalhando com o conceito de geometria

dinâmica, onde o controle da forma é de maneira interativa. E, como síntese dos conhecimentos anteriores e partindo para a aplicação concreta ao objeto arquitetônico, abordam-se “Metodologias de Análise da Forma e Composição Geométrica”, abarcando conceitos de parametrização, proporção, simetrias e recursão. Neste estágio, as atividades propostas buscam a identificação de regras ou processos compositivos de obras arquitetônicas, assim como a elaboração de hipóteses de reprodução destas composições, contribuindo então para ampliar o repertório de Arquitetura. Desta maneira, esta seqüência de estudos tem o propósito de introduzir exercícios de identificação de gramáticas da forma nos estágios iniciais da aprendizagem de Projeto de Arquitetura, explorando para isso os meios de representação gráfica digital.

Análise do contexto de referência (gramáticas da forma)

Figure 6 – Mapa conceitual do trabalho de gramática da forma da Obra de Niemayer

Associação com os mesmos tópicos de classificação de entes geométricos, transformações e adição do tópico de composição de traçados reguladores (proporção)

Figura 7 – Imagens do trabalho de gramática da forma dos desenhos de istambul

Associação com estudos de simetria

Processo de disponibilizaÇão dos materiais

Os resultados referem-se à disponibilização de materiais didáticos que exemplificam maneiras de inserção deste programa de estudo para integrar-se às práticas atuais de ensino/aprendizagem de projeto de arquitetura.

Os materiais produzidos até então são disponibilizados através do oferecimento de atividades extracurriculares que objetivam formar estudantes e professores destes estágios iniciais de formação para o projeto de arquitetura com a expectativa de paulatinamente serem absorvidas pelas práticas didáticas em questão.

IV. CONCLUSÕES

Processo de transposição

RECONHECIMENTOS

Ao CNPQ pela bolsa PIBIC.

REFERÊNCIAS

[1] DUARTE, José (2007) [Inserting New Technologies in Undergraduate Architectural Curricula](#), Predicting the Future [25th eCAADe Conference Proceedings / ISBN 978-0-9541183-6-5] Frankfurt am Main (Germany) 26-29 September 2007, pp. 423-430 Disponível em:<[http://cumincad.scix.net/cgi-bin/works/Show?ecaade2007\\_217](http://cumincad.scix.net/cgi-bin/works/Show?ecaade2007_217)>. Acesso em: 25 set 2008.

- [2] ÇOLAKOĞLU, Birgül; YAZAR, Tuğrul; UYSAL, Serkan. **Educational Experiment on Generative Tool Development** In: Architecture PatGen: Islamic Star Pattern Generator Architecture in Computro [26th eCAADe Conference Proceedings / ISBN 978-0-9541183-7-2] Antwerpen (Belgium) 17-20 September 2008, pp. 685-691.
- [3] A Janice sabe.... Acho q é mendes
- [4] PUPO, R. T. ; PINHEIRO, E. ; MENDES, G. ; KOWALTOWSKI, D. C. C. K. ; CELANI, M. G. C. . **A Design Teaching Method Using Shape Grammars**. In: VII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design - Graphica 2007, 2007, Curitiba. VII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design - Graphica 2007, 2007.
- [5] CELANI, M. G. C. ; CYPRIANO, D. ; GODOI, G. ; VAZ, C. E. V. . **A gramática da forma como metodologia de análise e síntese em arquitetura**. Conexão (Caxias do Sul), v. 5, p. 15-20, 2007.
- [6] NOVAK, J. D. & A. J. CAÑAS, **The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them**, Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008, Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2008. Disponível em: <<http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>> Acesso em: 29 agosto 2008.
- [7] SILVA, A. B. A. PIRES, J. F. CONILL, E. R. FÉLIX, N. R. **Avaliação e Auto-avaliação de Atividades de Representação Gráfica Digital utilizando Mapas Conceituais**. Revista Educação Gráfica. Departamento de Artes e Representação Gráfica, Unesp: Bauru, 2007, n. 11, p 87-98.
- [8] POLSANI, P. R. **Use and Abuse of Reusable Learning Objects**. Journal of Digital Information. 2003.
- [9]
- [10] BORDA, A. B. A. S ; FÉLIX, Neusa Rodrigues ; HEIDRICH, Felipe ; LUCAS, Ana Lúcia Pinho ; SILVEIRA, Ricardo Azambuja ; Amauri Machado . **Delimitando um Processo de Ensino/Aprendizagem de Gráfica Digital na Modalidade a Distância**. In: SIGRADI, 2005, Lima. SIGRADI2005. Lima : Universidade de Lima, 2005. v. 1. p. 321-326.



**Adriane Borda Almeida da Silva**  
adribord@ufpel.tche.br

Professora Adjunto da Universidade Federal de Pelotas, Brasil, Arquiteta e Urbanista pela Universidade Federal de Pelotas, Brasil, Mestre em Arquitetura pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, Doutora em Filosofia e Ciências da Educação pela Universidad de Zaragoza, Espanha, título reconhecido no Brasil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Atualmente em Pós-doutoramento na Faculdade de Arquitetura da KULeuven, Bélgica



**Neusa Rodrigues Felix**  
neusarf@ufpel.tche.br

Professora Titular da Universidade Federal de Pelotas, Brasil.  
Arquiteta e Urbanista pela Universidade Federal de Pelotas, Brasil..  
PhD em Arquitetura pela Strathclyde University, Glasgow, Escócia.  
Pós-doutorado na Faculdade de Arquitetura da Sydney University, Austrália



**Janice de Freitas Pires**  
janice\_pires@hotmail.com

Integrante colaboradora do GEGRADI, Grupo de estudos para o ensino / aprendizagem de Gráfica Digital, da Universidade Federal de Pelotas, Brasil,. É diplomada em Arquitetura e Urbanismo pela mesma Universidade. Especialista em Gráfica Digital pela UFPel Atualmente é mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, na FAURB, UFPel, RS/Brasil.



**Noélia de Moraes Aguirre**  
noeliademoraes@gmail.com

Acadêmica de Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Pelotas, Brasil  
Bolsista de iniciação científica PIBIC/CNPq onde desenvolve trabalhos junto ao Grupo de Estudos para o ensino/aprendizagem de Gráfica Digital - GEGRADI.