

## PRODUÇÃO DE MOMENTOS E DE MATERIAIS DIDÁTICOS PARA A DISCIPLINA DE GEOMETRIA GRÁFICA E DIGITAL 1/FAURB/UFPEL: O CASO DAS REPRESENTAÇÕES DE POLIEDROS

VALENTINA TOALDO BRUM<sup>1</sup>; ADRIANE BORDA ALMEIDA DA SILVA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>FAUrb/UFPEl – valentinatbrum@hotmail.com

<sup>2</sup> FAUrb/UFPEl – adribord@hotmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho se insere no Projeto de Ensino PROGEO, o qual objetiva produzir momentos e materiais didáticos para as disciplinas de Geometria Gráfica e Digital 1 e 2 (GGD1 e GGD2) da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAUrb) da Universidade Federal de Pelotas (UFPEl). Estas disciplinas atualmente integram os dois primeiros semestres da grade curricular de formação obrigatória na FAUrb e abordam conteúdos de geometria gráfica a partir dos sistemas paralelos e ortogonais de projeção, especificamente dos métodos de projeção cotada e bi-projetivo, base para a estruturação do desenho de arquitetura. A partir de Vasconselos, Vecchia e Borda (2014), comprehende-se a proposta de tais disciplinas de investir na construção de um repertório geométrico para a ação projetual e também no reconhecimento e apropriação de conceitos e procedimentos de desenho paramétrico e de fabricação digital, tratando assim, respectivamente, de abranger lógicas de geometria dinâmica e de facilitar o trânsito entre o meio digital e o físico. Para tanto, o PROGEO deriva de conexões com projetos de pesquisa cuja primeira autora participou do desenvolvimento, como bolsista de iniciação científica, facilitando o estudo no âmbito da atividade de monitoria, desde maio de 2018.

O desenho paramétrico é um método de projeto baseado na utilização de parâmetros, explicitamente descritos, para a geração da forma através de associações geométricas (BURRY, 2008), na qual a atribuição de diferentes valores aos parâmetros pode gerar múltiplas variações (OXMAN, 2006). Já a fabricação digital refere-se à produção automatizada de objetos físicos a partir de modelos digitais (PUPO, 2009), por meio de equipamentos como: impressoras 3D, cortadoras a laser e fresa CNC.

Relata-se, neste trabalho, a produção de materiais didáticos de apoio aos propósitos referidos, aplicados à GGD1, a partir da construção de um repertório relativo ao conjunto de poliedros convexos. Os materiais buscam assim promover a investigação, por meio dos princípios de lógica e associação ao desenho paramétrico, e manipulação (do virtual à materialidade) de superfícies poliédricas, não somente para o desenvolvimento de um raciocínio espacial, mas para ampliar os tipos abarcados, até então centrados nos poliedros platônicos.

Deve-se destacar que a disciplina GGD1 inclui em sua proposta didática o desenvolvimento de atividades de extensão, contando com a perspectiva de explorar o potencial dos conteúdos de geometria e dos exercícios de representação, especialmente no que tange à produção de modelos físicos, para a configuração de recursos educativos que possam ser disponibilizados junto à rede de escolas públicas, de ensino fundamental e médio. Nesta direção, os momentos e materiais didáticos aqui referidos devem constituir uma infraestrutura para as ações extensionistas citadas. Destaca-se também que a dinâmica de GGD1 usufrui do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA/UFPE) como suporte e ampliação dos momentos didáticos da disciplina. Desta maneira, alguns destes momentos são apoiados em objetos de aprendizagem, materiais próprios para a

modalidade de educação a distância, promovendo a autoaprendizagem, agregando complexidade ao tipo de material desenvolvido.

## 2. METODOLOGIA

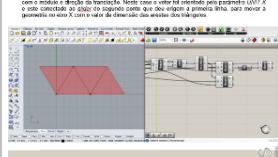
O trabalho foi desenvolvido incluindo as seguintes etapas:

- 1. Revisão bibliográfica:** contemplou a revisão sobre poliedros convexos e a delimitação dos tipos a serem tratados pelos materiais (platônicos, arquimedanos, de Catalan e Johnson); os conceitos e procedimentos associados às tecnologias a serem utilizadas (modelagem geométrica, desenho paramétrico e fabricação digital); a compreensão de estratégias didáticas no campo da geometria e da representação para arquitetura e o conceito de objetos de aprendizagem.
- 2. Desenvolvimento de material didático:** os materiais utilizam o formato de relato, descrevendo o processo de estruturação das representações, o qual propõe associar conteúdos de transformação (planificação/rebatimentos e alçamentos) e composição geométrica (simetrias) ao estudo dos poliedros; O formato de relato justifica-se em contraponto ao formato de tutorial, tendo em vista o propósito de provocar a investigação sobre diversas maneiras de representar e não de apresentar uma única maneira a ser reproduzida.
- 3. Experimentação e validação do material:** esta etapa refere-se à experimentação dos materiais em oficinas e disponibilização junto ao AVA da disciplina como apoio às aulas presenciais e como instrumentalização para uma atividade projetual de jogos em uma ação extensionista.
- 4. Apoio à fabricação digital:** preparação de arquivos e execução do corte a laser, possibilitando a materialidade das atividades desenvolvidas.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos até o momento podem ser divididos em duas categorias: um repertório de materiais didáticos e a repercussão do uso de alguns destes materiais na produção dos estudantes no âmbito da disciplina de GGD1.

Quanto ao repertório, foi possível ampliar os materiais de apoio ao estudo dos poliedros convexos, anteriormente centrado na representação dos platônicos por meio da linguagem da geometria descritiva. A partir da Tabela 01, tem-se a especificação dos materiais, podendo-se observar os conceitos, dinâmicas e tecnologias envolvidos. Estes exigiram avançar na apropriação das tecnologias digitais, no uso do desenho paramétrico e/ou na fabricação digital, além de adicionar a proposta de representação dos poliedros arquimedanos, de Catalan e de Johnson. Quanto à repercussão, registra-se ainda na tabela 01, o tipo de uso e disponibilização destes materiais, na coluna de observações.

MATERIAL	ILUSTRAÇÃO	CONCEITOS	DINÂMICA/TECNOLOGIA	OBSERVAÇÕES
1. Representação digital de poliedros platônicos e arquimedanos de maneira automatizada e interativa		geometria dinâmica; primitivas de programa; parametrização; dualidade nos poliedros platônicos; poliedros arquimedanos.	Exploração do recurso HEDRA (primitivas expandidas) do software 3Ds Max para gerar os poliedros. Investigação sobre a lógica dos parâmetros "p" e "q". Concluiu-se não ser possível obter todo o conjunto de poliedros arquimedanos com a lógica da dualidade dos sólidos platônicos.	Material já incorporado aos momentos didáticos da disciplina GGD 1, tanto presenciais (apresentado pelos professores) como disponibilizado no AVA.
2. Planificação de poliedros platônicos a partir da lógica de simetria		geometria dinâmica; parametrização; poliedros platônicos; planificação; desenho paramétrico; simetrias; programação visual.	Disponibilização do arquivo de programação visual para manipulação. Compreensão da lógica de composição das faces dos platônicos, por simetrias, para a planificação. Estruturação da programação visual.	Material ainda não utilizado no âmbito da disciplina GGD 1. Entretanto, incorporado em disciplinas de pós graduação (RGDAU/PROGRAU e MGI/POSGD)

3. Processo artesanal de execução de modelos físicos de poliedros convexos por simetrias		poliedros platônicos, arquimediano, de Catalan e Johnson; planificação; simetrias; dualidade.	Promoção da construção de poliedros a partir de canudinhos, desde a planificação pela composição das faces por simetrias. Disponibilização da caracterização dos poliedros convexos para serem representados.	Material já incorporado aos momentos didáticos da disciplina GGD 1, tanto presenciais (apresentado pelos professores) como disponibilizado no AVA.
4. Planificação de poliedros platônicos e arquimediano a partir de lógicas de simetria		modelagem geométrica; poliedros platônicos; poliedros arquimediano; planificação; simetrias.	Estudo sobre as lógicas de planificação de sólidos platônicos a partir do conceito de simetria; Apropriação de técnicas digitais de representação por meio do software SketchUp.	Material já incorporado aos momentos didáticos da disciplina GGD 1, tanto presenciais (apresentado pelos professores) como disponibilizado no AVA.
5. Simetria e trisssecção do cubo		geometria dinâmica; parametrização; trisssecção do cubo; planificação; desenho paramétrico; fabricação digital; corte a laser; simetrias; programação visual.	Desenvolvimento de representações físicas e digitais envolvendo o conceito de trisssecção do cubo (BORDA, SILVA e BRUM, 2017); Uso de técnicas de desenho paramétrico; Configura-se como um jogo, havendo a possibilidade de obter diferentes tipos de trisssecção, associadas a lógicas de simetria.	Material ainda não utilizado no âmbito da disciplina GGD 1. Entretanto, as representações derivadas deste material são utilizadas em aula para explicar o conceito da trisssecção do cubo.

**Tabela 01:** Descrição dos materiais didáticos produzidos sobre poliedros convexos. Fonte: Autoras.

Ainda, como maneira de compreender a repercussão destes materiais junto ao processo de ensino/aprendizagem no âmbito da disciplina de GGD1, observou-se a presença de elementos, por eles veiculados, nos trabalhos dos estudantes realizados para a ação extensionista. Esta ação trata do desenvolvimento de jogos de caráter educativo envolvendo o tema de poliedros.

O conjunto de imagens da Figura 1 registra o momento da ação extensionista do semestre 2018/01, ilustrando os tipos de jogos criados pelos estudantes e sendo utilizados pelos alunos de 5º ano da Escola Estadual Felix da Cunha. O jogo 1 se apresenta como um jogo de montar associado ao propósito de compreender a lógica geométrica de uma obra de arquitetura. Os jogos 2 e 4 referem-se a quebra-cabeças 3D. O 2 desenvenda um poliedro arquimediano, e o 4 envolve a lógica de dualidade. O jogo 3 propõe a execução da estrutura dos 124 poliedros a partir de canudos plásticos, utilizando conceitos de simetria dos polígonos envolvidos na planificação. Os jogos 5 e 7 desafiam a identificar e associar características dos poliedros, como: nome, classe, número de vértices, arestas e faces. O jogo 6, por meio de um quebra-cabeça, promove a compreensão do conceito de quiralidade, não abordado em nenhum dos materiais, sendo resultado de investigação dos estudantes.



**Figura 01:** Aplicação dos jogos produzidos pela turma de GGD1/FAUrb/UFPel/2018/01 em uma ação extensionista. Fonte: Autoras

A aplicação destes jogos vem acontecendo não somente durante a ação extensionista referida, mas também como material didático, recepcionando os ingressantes do semestre seguinte e replicando a sessão de jogos.

Para o desenvolvimento de cada um dos jogos, os estudantes buscaram apoio nos materiais 3 e 4. Somente os jogos 3 e 7 não se utilizaram da técnica de corte a laser, optando pelo processo artesanal. Os conteúdos trabalhados no material 1 estão implícitos especialmente nos jogos 2, 4 e 5, quando o conceito de dualidade aparece na materialidade do jogo ou nas questões colocadas como desafios para a pontuação. E, conforme já explicitado, os materiais 2 e 5 ainda não foram utilizados, não havendo nenhum jogo que indique o uso das técnicas de desenho paramétrico por programação visual.

A atividade de monitoria contribuiu para avançar no estabelecimento de práticas didáticas que inserem a fabricação digital para materializar os jogos produzidos. Quanto ao desenho paramétrico, avançou-se na infraestrutura para o trabalho docente, promovendo uma postura para enfatizar os parâmetros que controlam os poliedros estudados, embora ainda não tenha havido o uso efetivo dos materiais pelos estudantes. Esta postura derivou, por exemplo, na ampliação dos parâmetros de análise dos poliedros abordados, pelos próprios estudantes, como foi o uso do conceito de quiralidade que identifica a impossibilidade de um poliedro ser sobreposto a sua imagem de reflexão.

#### 4. CONCLUSÕES

Como contribuição da atividade de monitoria aqui relatada, até o momento, tem-se: produção de objetos de aprendizagem disponibilizados no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) da disciplina; apoio para desenvolvimento das atividades propostas, instrumentalização para o uso da tecnologia de corte a laser e infraestrutura para as ações extensionistas.

Observou-se uma repercussão de apropriação dos conteúdos propostos e até mesmo de aplicação efetiva em arquitetura, utilizando-se do estudo dos poliedros com uma postura investigativa para compreensão de lógicas formais que permitem introduzir conceitos de desenho paramétrico e de exploração da forma, instrumentalizando para a experiência com a materialidade, transitando desde técnicas artesanais até a fabricação digital.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**BORDA, A. B. A.; SILVA, G. M.; BRUM, V. T. A trissecção do cubo como lógica em ações projetuais de arquitetura.** In: XII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design, 2017, Araçatuba. Anais GRAPHICA 2017. Araçatuba: UNIP, 2017. p. 1-12.

**BURRY, J. R. Mindful Spaces: Computational Geometry and the Conceptual Spaces in which Designers Operate.** International Journal of Architectural Computing, 2008.

**OXMAN, R. Theory and design in the first digital age.** In: Design Studies 27. London: Elsevier, 2006.

**PUPO, R. T. Inserção da prototipagem e fabricação digitais no processo do projeto:** um novo desafio para o ensino de arquitetura. Tese. Unicamp, 2009.

**VASCONSELOS, T., BORDA, A., DALLA VECCHIA, L. F. A parametrização como experiência prévia para a estruturação de métodos projetuais em arquitetura.** XVIII Congresso da Sociedade Ibero-americana de Gráfica Digital, 2014, Montevideo, Uruguai.