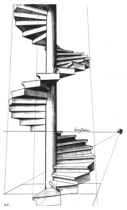
ISBN 978-989-98926-2-0

ASSOCIAÇÃO DOS PROFESSORES DE
DESENHO E GEOMETRIA DESCRITIVA



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA
DE EXPRESSÃO GRÁFICA

# GEOMETRIAS & GRAPHICA 2015
# PROCEEDINGS
# VOLUME 2

PROCEEDINGS OF THE
III APROGED'S INTERNATIONAL CONFERENCE
&
XI INTERNATIONAL CONFERENCE ON
GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN

1,2,3 . OUTUBRO | OCTOBER. 2015
UNIVERSIDADE LUSÍADA DE LISBOA

GEOMETRIAS & GRAPHICA 2015 PROCEEDINGS
ISBN 978-989-98926-2-0

# O AGIR NA URGÊNCIA E O DECIDIR NA INCERTEZA: ENTRE MÉTODOS E TECNOLOGIAS DE REPRESENTAÇÃO GRÁFICA

TATIANE NOGUEIRA
Universidade Federal de Pelotas, Brasil (tatiane.b.nogueira@gmail.com)
ADRIANE BORDA
Universidade Federal de Pelotas, Brasil (adribord@hotmail.com)
LUISA FELIX
Universidade Federal de Pelotas, Brasil (luisafelixd@gmail.com)
TÁSSIA VASCONSELOS
Universidade Federal de Pelotas, Brasil (tassiav.arq@gmail.com)

ABSTRACT
According the development of computer technologies for representation, over the past four decades pedagogical strategies that concern graphic expression have been systematically questioned and experimented. In order to continue building didactic references that support those strategies that aims the promotion of spacial reasoning, this paper describes an experimentation process of teaching strategies that includes different features, with students of the first semester of Architecture and Urban Planning. The studies where directed to the discipline of Graphic and Digital Geometry II. Among the strategies adopted, it is reported experience with the insertion of the concept of parametric Design. Among others, the discipline includes the study of Projective Geometry through Monge's protocol. The results refer to the reflections built during the last three semesters of experimentations.
KEYWORDS: Education, Descriptive Geometry, Parametric Design.

RESUMO
As práticas pedagógicas referentes ao ensino-aprendizagem de representação gráfica têm passado, nas últimas quatro décadas, por um contínuo processo de questionamento, experimentações e revisões frente às possibilidades das tecnologias informáticas de representação e transformação da forma. No sentido de seguir construindo referenciais didáticos de apoio às estratégias para o desenvolvimento do raciocínio espacial, este trabalho relata um processo de experimentação de

ISBN 978-989-98926-2-0

estratégias didáticas que abarcam diferentes recursos, junto aos alunos de primeiro semestre de Arquitetura e Urbanismo, na disciplina de Geometria Gráfica Digital II. Entre as estratégias adotadas, relata-se a experiência de inserção do conceito de desenho paramétrico na disciplina que abarca o estudo da linguagem de representação através dos métodos de projeção cotada e bi projetivo Mongeano. Os resultados referem-se ao registro das reflexões construídas durante três semestres.
PALAVRAS-CHAVE: Ensino-Aprendizagem, Geometria Descritiva, Desenho Paramétrico.

## INTRODUÇÃO

As práticas pedagógicas referentes ao ensino-aprendizagem de representação gráfica têm passado, nas últimas quatro décadas, por um contínuo processo de questionamento, experimentações e revisões frente às possibilidades das tecnologias informáticas de representação e transformação da forma. Investe-se na transição entre o físico e o virtual, aliando recursos de mídia tradicionais e informáticos. Acredita-se que já existam tecnologias potentes que possam modificar o paradigma do ensino de representação. Porém, estas mesmas ferramentas exigem maturidade e conhecimento geométrico que efetivamente conectem o número com o desenho. Situação esta que não ocorre, pois, os estudantes não vêm com esta formação.

De acordo com os estudos de Vaz e Pereira [1], a evolução das tecnologias de representação e a informática gráfica permitem abordar o ensino de Geometria Descritiva através de diferentes processos, além da mídia tradicional. Inúmeros recursos CAD que podem ser usados com vistas ao desenvolvimento da compreensão espacial estão disponíveis, além de outros tipos de aplicativos. Aplicativos estes que Silva [2] considera que, diante de diferentes preferências cognitivas, podem ser aliados. Como exemplo pode-se pensar os recursos de hipertexto, animações e realidade virtual associados a plataformas *web*. Pereira e Vaz [3] apresentam pesquisa com modelagem paramétrica, para utilização como estratégia de ensino de Geometria Descritiva. Segundo os autores, a estratégia de modelagem paramétrica é positiva para o ensino de Geometria pois permite aliar as representações visual e matemática da forma.

De acordo com Panisson [4] os *software* desenvolvidos nos avanços tecnológicos da gráfica digital podem ser vistos como meios análogos aos sistemas de projeção e Geometria Descritiva em contrário a meros meios de desenho modernos. Sobretudo, a capacidade de processamento dos mesmos pode ser encarada como potencializadora do desenvolvimento ao passo que permite que tarefas mais complexas sejam

ISBN 978-989-98926-2-0

resolvidas. Para a autora a "Geometria Descritiva se mantém na representação da Arquitetura, fundamentalmente por estar inserida com profundidade no pensamento moderno constituído em fortes bases matemáticas" e tais bases é que tornam possível sua reconstituição nos meios informáticos, mas acrescenta que é necessário "(re)significar" o tradicional ensino da Geometria Descritiva a partir de alguns pressupostos. [4, p. 244]

Nesse sentido, no intuito de promover apropriação dos conceitos de Geometria Projetiva, investiu-se no reconhecimento de estratégias que de alguma forma potencializassem o almejado desenvolvimento.

Pereira e Vaz [3] apresentam proposta de ensino de Geometria aliada à modelagem paramétrica para alunos de Arquitetura. De acordo com os autores a modelagem paramétrica estimula o raciocínio de Matemática e Lógica. Entende-se necessário que sejam resgatados tais conceitos pois estes constituem as bases da Geometria. Também nos estudos registrados em Santos *et al.* [5], Pereira e Vaz [3] e Casale, Valenti e Calvano [6], encontram-se referências que subsidiaram o processo de reconhecimento dos conceitos e procedimentos de desenho paramétrico necessários a serem introduzidos em contextos de ensino de Arquitetura. Dessa forma, o estudo está sendo guiado pelo objetivo de promover, através de estratégias de desenho paramétrico, apropriação dos conceitos de Geometria Projetiva e controle da forma.

O estudo está sendo desenvolvido com estudantes do primeiro semestre de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas para facilitar o aprendizado de Geometria Descritiva. Optou-se em dirigir o estudo para a disciplina de Geometria Gráfica e Digital II (GGD II), ofertada no primeiro semestre, buscando-se assim avançar na experiência relatada em Brod, Pires e Borda [7], a qual foi realizada junto a uma disciplina de segundo semestre. A GGD II se propõe a abarcar os conceitos e procedimentos tradicionais e digitais relativos ao sistema de projeção paralelo ortogonal, incluindo assim os métodos de projeção cotada e bi projetivo, envolvendo exclusivamente o estudo de formas poliédricas. Desta maneira, os estudantes envolvidos estão ainda reconhecendo os diferentes sistemas de representação.

Entende-se que o conceito de desenho paramétrico vem sendo pouco usado neste contexto apesar de seu grande potencial de investigação em relação à forma. Acredita-se que o pouco uso do desenho paramétrico se deve, principalmente, à grande dificuldade de se trabalhar com modelos paramétricos de forma física. Dessa forma, identificou-se uma dinamicidade semelhante a do desenho paramétrico nas dobraduras de papel ou *origami* e, portanto, esta técnica vem sendo utilizada no contexto de ensino de Geometria Descritiva. Em Casale, Valente & Calvano [8] são

ISBN 978-989-98926-2-0

demonstradas as potencialidades do desenho paramétrico aliado ao tema de *origami* para investigação sobre as propriedades que a dobra é capaz de determinar à superfície e suas possíveis configurações espaciais, modificando a forma de pensar Arquitetura. Utilizam-se modelos prontos, onde os parâmetros podem ser manipulados pelo estudante, visualizando-se em tempo real as diferentes vistas do objeto e, como em um jogo, ir descobrindo como foi gerado cada aspecto da forma, bem como compreender os parâmetros que estão sendo manipulados ao criar uma dobradura em papel. Dessa forma visualiza-se o que está acontecendo em termos de geometria e controle da forma.

## DESENVOLVIMENTO

Para o desenho das atividades didáticas, adotou-se como estratégia a estruturação de uma sequência de diferentes experiências didáticas identificadas no contexto de ensino de Geometria Descritiva que permitisse que fossem evidenciadas as implicações e potencialidades de cada forma de representação.

Tradicionalmente, no âmbito da disciplina GGD II utiliza-se o tema de coberturas para introduzir o método de projeção cotada. O estudo dos sistemas era proposto de maneira sequencial. Iniciava-se pelo método de projeção cotada e inseria-se na sequência o método bi projetivo. Buscando evidenciar as potencialidades e limitações de cada método, vem-se experimentando uma trajetória de ensino que aborda os dois conteúdos em paralelo, bem como diferentes formas de representação em paralelo. As atividades iniciais, partem do concreto, através da representação de formas poliédricas por exemplo, para as quais são construídas maquetes físicas em papel, e são feitas representações bidimensionais através de ambos os métodos de projeção (cotada e bi projetivo). (Fig. 1)

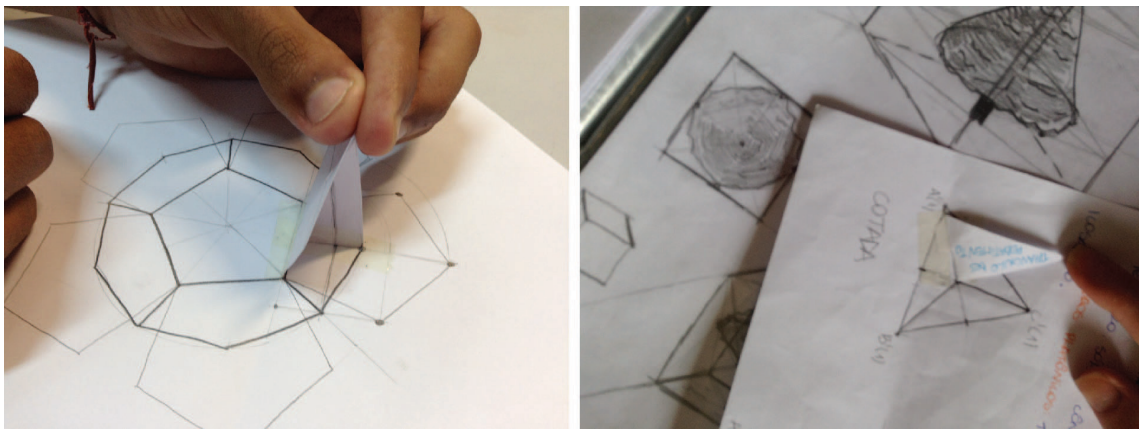


Fig. 1 - Registro da atividade de representação de poliedros.

ISBN 978-989-98926-2-0

Investe-se nos modelos físicos como forma de proporcionar experiências mais ricas para o desenvolvimento de visualização espacial. Nestes exercícios, os conceitos de ponto, reta e plano, são desenvolvidos a partir dos sólidos e a construção do modelo físico é inserida como forma de auxílio ao desenvolvimento ao passo que torna a experiência concreta.

Da mesma forma, vem-se introduzindo atividades com manipulação de desenho paramétrico. Tal atividade permitiu manter uma alusão às coberturas, como já vinha-se fazendo, ao passo que facilitou a inserção de conceitos de parametrização. Dessa forma, os exercícios de representação passaram a incluir a execução do modelo físico (dobradura propriamente dita em papel) e as projeções (pelos métodos de projeção cotada e bi projetivo) utilizando-se de diferentes meios: processo tradicional de representação manual; representação digital através do uso do *software SketchUp*; e desenho paramétrico utilizando o *plug-in Grasshopper* associado ao *Rhinoceros*. Neste caso, a partir de regras pré-estabelecidas os alunos definem as formas de suas coberturas, que vão ser representadas nos diferentes meios. Através deste processo, ficam evidentes as diferenças entre cada recurso ou mídia utilizada.

Levou-se em conta que as habilidades necessárias para o uso das ferramentas de desenho paramétrico poderiam desestimular estudantes de estágios iniciais de formação. Desta maneira, partiu-se da hipótese de poder disponibilizar tais ferramentas como um ambiente semelhante ao de um jogo. Assim desenha-se um ambiente de descobertas em que a configuração em *Grasshopper* já é fornecida aos estudantes, cabendo a eles manipular os parâmetros para encontrar as formas inicialmente determinadas pela dobradura física.

Foram propostos dois jogos a serem desenvolvidos. O primeiro deles baseado na proporção raiz de dois em que os *origamis* são construídos a partir de uma folha $A_4$. Neste caso foi estabelecido como regra que fossem feitas dobras exclusivamente paralelas ao menor sentido da folha. O segundo jogo parte de um quadrado. Para este formato as dobraduras só podem ser definidas sobre as diagonais do quadrado e as bissetrizes destas diagonais. Passou-se a tratar as atividades como “jogo de dobraduras paralelas” e “jogo de dobraduras radiais”.

Especialmente, a partir de Casale, Valente & Calvano [6] e da consulta aos fóruns de discussões sobre desenho paramétrico, foi possível constituir os dois jogos. A configuração de tais jogos está sendo disponibilizada junto aos mesmos fóruns pesquisados, buscando-se compartilhar e discutir sua funcionalidade e otimização.

ISBN 978-989-98926-2-0

## OS “JOGOS”

Como etapa prévia das duas atividades os estudantes tiveram que explicitar os parâmetros que definiram a localização das dobras, em vale ou montanha, de acordo com a terminologia dos *origamis*. Promoveu-se a adoção de lógicas para as dobras relativas ao próprio formato do papel, abordando-se essencialmente os conceitos de proporção e recursão para incrementar o repertório de ação projetual dos estudantes. Cada estudante registrou, através de fotografia digital, duas soluções de dobraduras para os dois formatos de papel, seguindo as regras previamente estabelecidas. A Fig. 2 exemplifica este tipo de registro.

A trajetória da experimentação foi composta de três momentos que abordam os métodos de projeção cotada e bi projetivo, trabalhados em paralelo, através de diferentes formas de representação.

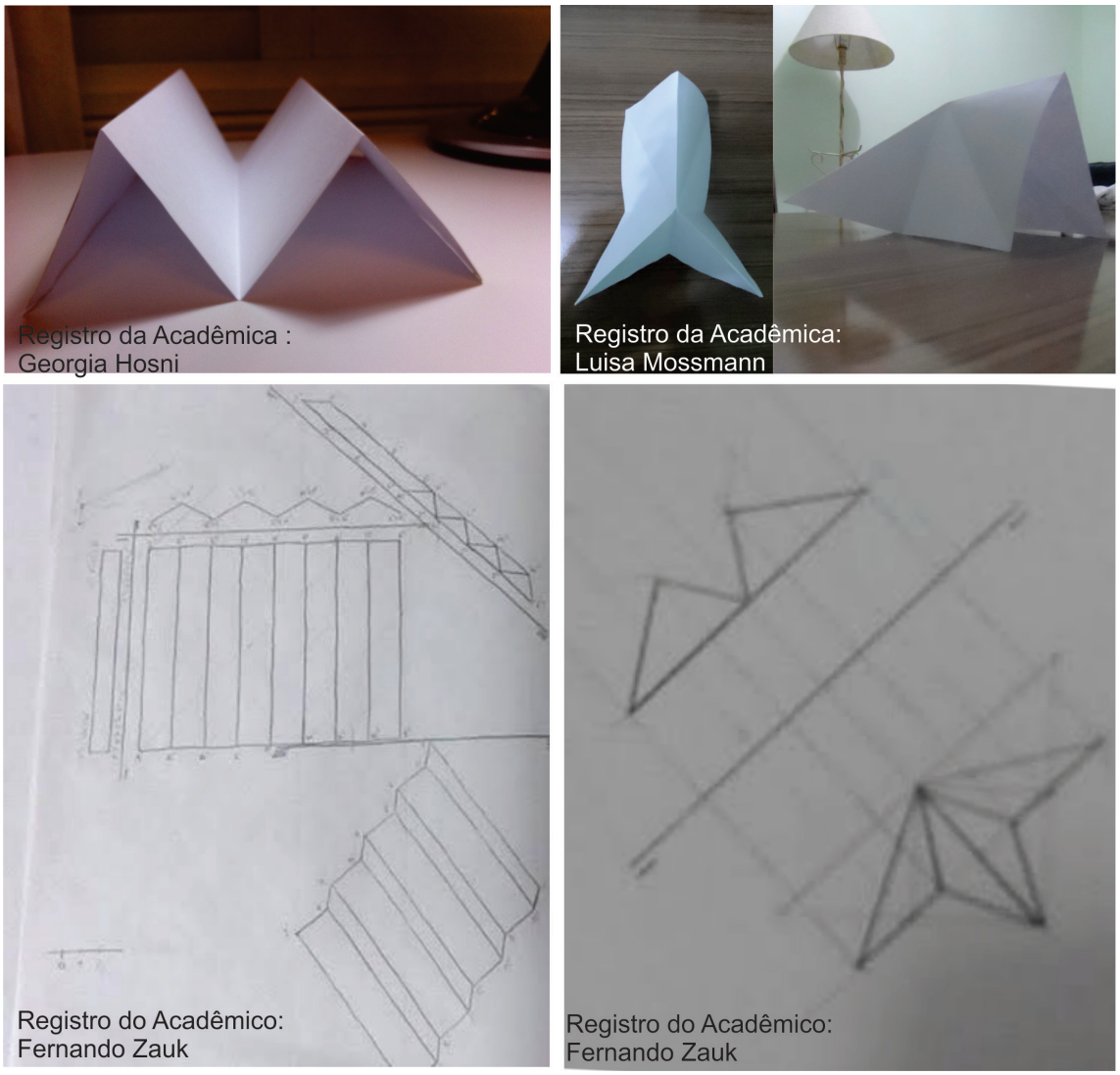



Fig. 2 - Registro da atividade de construção do modelo físico.

ISBN 978-989-98926-2-0

Momento 1: Utilização de técnicas tradicionais do desenho a mão livre conceitual ou apoiando-se no uso de esquadros e compasso para a obtenção das projeções. Em função das representações serem estáticas, a cada posição relativa entre os elementos do sistema de projeção ou de variação das dobras existe a necessidade de um redesenho. O tipo de representação produzido está exemplificado também junto à Fig. 2.
Momento 2: Utilização de técnicas digitais consideradas semi-dinâmicas, utilizando o *software SketchUp*, buscando transpor o método de representação realizado pelos meios tradicionais, automatizando especialmente a obtenção de projeções ortogonais como vistas e também em perspectiva paralela para obtenção de isometria. Tais técnicas são consideradas de semi-dinâmicas, no âmbito deste trabalho, especialmente por exigirem a transposição dos procedimentos manuais ao ambiente digital. Comenta-se junto aos estudantes sobre a lógica desta ferramenta de facilitar a configuração das formas a partir de transformações por extrusão. E, que para o caso em questão, de necessidade de manter a forma em sua proporção original (retângulo raiz de dois ou quadrado), tal facilidade não pode ser aproveitada.

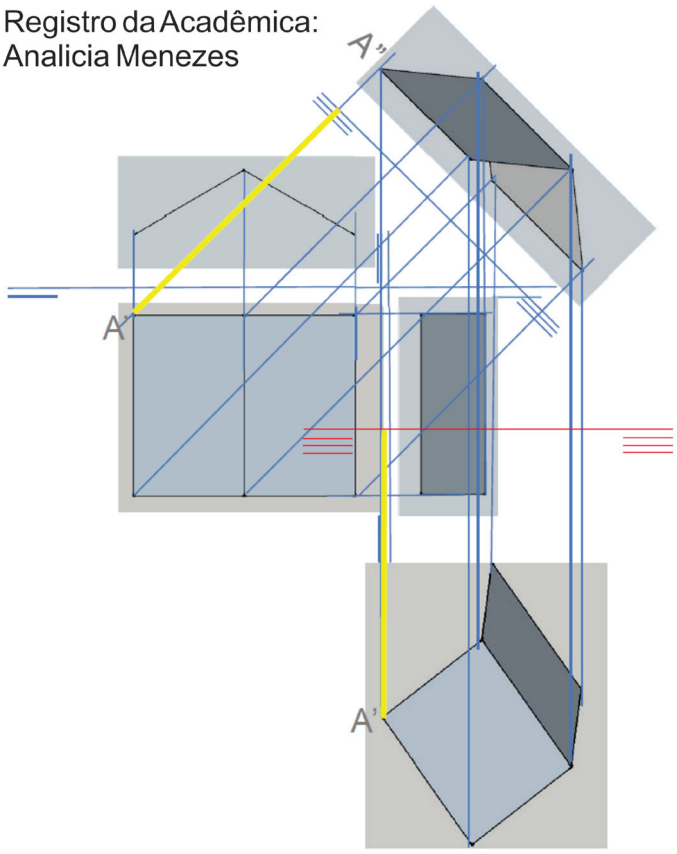



Fig. 3 - Registro da sequência de ações realizadas para a representação de dobraduras no *SketchUp*.

Desta maneira, o discurso didático procura destacar a necessidade de adotar um método de representação que controle a operação de dobra, sem variar as dimensões da folha. Por outro lado, com as vantagens de representações digitais tridimensionais, após a configuração da forma no espaço digital, obtém-se automaticamente as representações sobre diferentes pontos de vista, diferentemente da representação manual, onde a forma se constitui através de suas representações bidimensionais. Investe-se em operações de controle dos parâmetros de projeção até à compreensão de obtenção de

ISBN 978-989-98926-2-0

imagens em perspectiva, como ilustrado na Fig. 3. O método de representação das dobraduras a partir desta ferramenta digital foi sendo induzido a partir da fase anterior, demonstrando-se a possibilidade de rotacionar a partir da vista frontal, tal como se pode deduzir da ilustração em épura da Fig. 2. Em comparação com o momento anterior, este momento possibilita que sejam vislumbrados os diferentes modos operatórios para obtenção das representações manuais e digitais.

Momento 3: "O jogo". Experiência com representações paramétricas, tendo a possibilidade de através de um jogo de controle de parâmetros obter a forma das dobraduras representadas com as técnicas anteriores.

Para a utilização das técnicas de desenho paramétrico, com parâmetros explícitos e representações dinâmicas, através dos dois jogos anteriormente referidos, os estudantes experimentam estas técnicas a partir do *software Rhinoceros* associado ao *Grasshopper*. A Fig. 4 exemplifica a representação de uma dobradura radial, a partir de seu modelo físico e de seu modelo virtual concebido através do "jogo", incluindo-se a explicitação dos parâmetros utilizados pelo estudante. A Fig. 4 e a Fig. 5 ilustram representações controladas pelos estudantes, os quais buscaram reproduzir, em um primeiro momento, cada um de seus projetos inicialmente idealizados e registrados nas fotografias. Logo, seguiram investigando

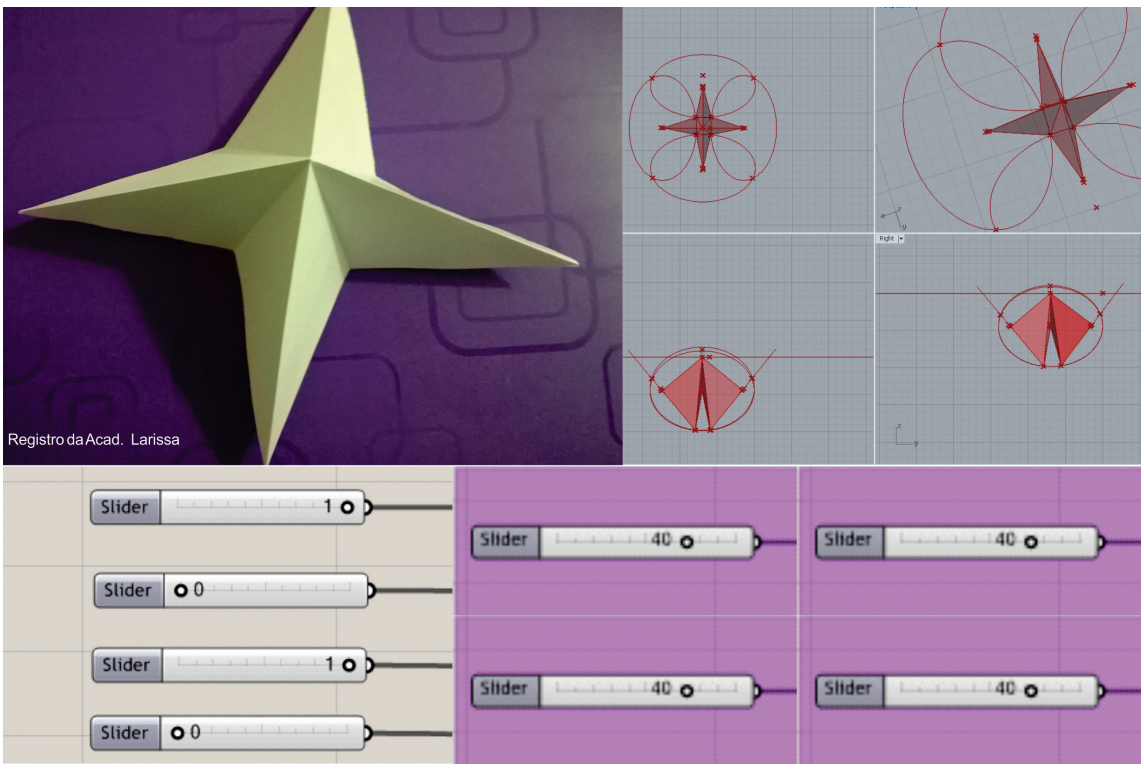



Fig. 4 - Registro do *origami* físico e virtual "o jogo", *origami* radial.

ISBN 978-989-98926-2-0

diferentes possibilidades, observando a lógica da ação de cada um dos parâmetros envolvidos sobre a forma.

## REGISTROS DA TRAJETÓRIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Os registros da trajetória de ensino aprendizagem são feitos em fórum no ambiente virtual de aprendizagem da disciplina, recurso também utilizado no contexto da disciplina. O ambiente ainda contém todo o material didático da disciplina, no qual tem-se experimentado também o uso de vídeos como estratégia didática, em virtude da observação da heterogeneidade das turmas em relação aos conhecimentos prévios e diferentes ritmos de aprendizagem. Os vídeos têm sido utilizados mais recentemente neste contexto, inicialmente para responder a dúvidas no fórum. Percebe-se, através do uso deste tipo de material de apoio, e do ambiente virtual de aprendizagem, que a continuação dos estudos fora da sala de aula são facilitados. O ambiente se consolidou como uma forma dinâmica de comunicação entre alunos e professores, onde os trabalhos realizados e depositados são comentados e dúvidas são esclarecidas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades relatadas através das experiências realizadas na disciplina de GGDII, evidenciam a variedade de estratégias possíveis que podem ser trabalhadas pelos professores da área de representação gráfica. Estratégias que aliam o físico

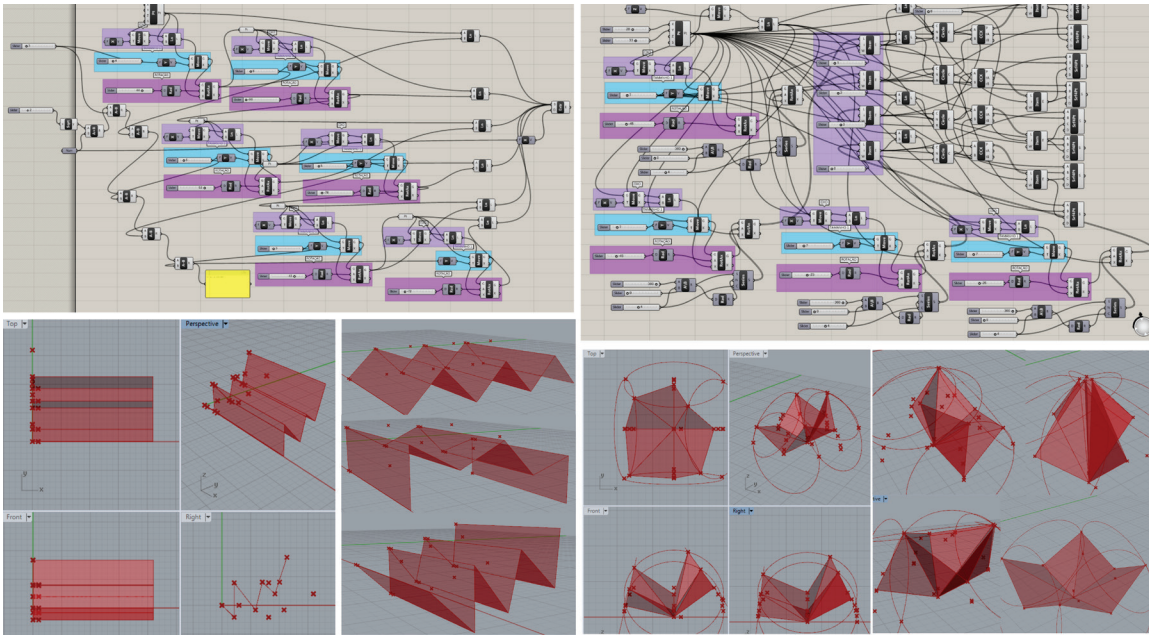


Fig. 5 - Registro da atividade: à esquerda “o jogo” *origami* paralelo;
à direita “o jogo” *origami* radial.

ISBN 978-989-98926-2-0

e o digital, podem ser exploradas para que se evidenciem as diferentes potencialidades de cada. As variáveis são muitas. Temos turmas heterogêneas quanto aos conhecimentos prévios, com diferentes estilos de aprendizagem, oriundos de um ensino muitas vezes fragmentado onde as relações entre Geometria e Matemática não são evidenciadas, além de um grande número de possibilidades de recursos informáticos que são quase intrínsecos a esses alunos hoje e que se entende que podem potencializar o desenvolvimento se bem explorados.

Os estudos com desenho paramétrico, no contexto, são recentes e tem desencadeado o estabelecimento de um ambiente de reestruturação conceitual e procedimental no âmbito de disciplinas de representação gráfica e digital. De tal maneira que grande parte das atividades didáticas estão sendo permeadas pelas reflexões advindas de tais estudos. Estas reflexões apontam especialmente para a valorização de saberes que paulatinamente foram sendo retirados das grades curriculares de Arquitetura. Referem-se aos exercícios de lógicas formais, de operações matemáticas associadas às transformações espaciais, para as quais, anteriormente, não existiam instrumentos facilitadores para possibilitar compreender sua aplicabilidade e importância. As atividades desenvolvidas têm explicitado tais saberes e demonstrado maneiras de reincorporá-los com significado para a formação em Arquitetura. O desenho paramétrico impõe uma mudança de paradigma, inicialmente para a área de representação. Pensar a forma a partir de algoritmos que acionam transformações espaciais sobre entes geométricos, mesmo que traduzidos por uma linguagem visual de programação, efetivamente não é o mesmo que pensar a forma através da linguagem gráfica e de procedimentos projetivos.

## REFERÊNCIAS

[1] Vaz, C. E. V., Pereira, N. (2012). A modelagem paramétrica e o ensino de geometria descritiva - As superfícies de Felix Candela. In *SIGgraDi 2012. Anais...* Fortaleza-CE. 2012.

[2] Silva, T. L., Silva, R. P., Teixeira, F. G., & Barcia, R. M. (2003). Concepções pedagógicas e a flexibilização no processo de ensino-aprendizagem de geometria descritiva. In: *XVI Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico e V Internacional Conference on Graphics Engineering for Arts and Design.* 2003, Santa Cruz Do Sul. Anais... Santa Cruz Do Sul - RS: UNISC.

[3] Pereira, N. S., & Vaz, C. E. (2013). Paramestrismo e ensino de geometria - As superfícies de Félix Candela. In: *XXI Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico e X Internacional Conference on Graphics Engineering for Arts and Design*. 2013, Florianópolis. Anais Eletrônicos. Florianópolis: Editora do CCE (Universidade Federal De Santa Catarina).

ISBN 978-989-98926-2-0

[4] Panisson, E. (2007). *Gaspard Monge e a sistematização da representação na Arquitetura*. (2007). 271p. Tese (Doutorado em Arquitetura) - Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura, UFRGS, Porto Alegre, 2007.

[5] Santos, A. C., Vaz, C. E. V., Pereira, D. C., Duarte, M. E. R., Pinheiro, J. V.L. (2012). O uso das ferramentas de desenho paramétrico no ensino de geometria gráfica - O caso dos poliedros. *Gráfica del Diseño - Tradición e Inovaciónes,* 291- 294.

[6] Casale A.; Valenti, G.M.; Calvano M. (2014). *Architettura delle superfici piegate - Le geometrie che muovono gli origami.* Edizzione Kappa, 2014.

[7] Brod, G., Pires, J., Borda, A. (2012). Um ensaio para inserção do conceito de processos generativos digitais em estágios iniciais da formação em Arquitetura. In: *XVI SIGraDi - Congresso da Sociedade Ibero Americana de Gráfica Digital. Forma(In)Formação*. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, v.01, 611 - 614.

[8] Casale A., Valenti, G.M., Calvano M. Castelli Di Carta. (2012) La piega per la costruzione di superfici articolate. House of cards. The fold for the construction of articulated surfaces. In: *Disegnarecon: Geometria - Costruzione - Architettura*, v.05 nº9, 289 -300. Acesso em: http://disegnarecon.unibo.it/