

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo



Dissertação

Práticas didáticas para o desenvolvimento da visualização espacial: revisão e contextualização de experiências a partir dos eventos Graphica de 1996, 2011, 2013 e 2015

**TATIANE BRISOLARA NOGUEIRA**

Pelotas, novembro de 2016

**TATIANE BRISOLARA NOGUEIRA**

**Práticas didáticas para o desenvolvimento da visualização espacial: revisão e contextualização de experiências a partir dos eventos Graphica de 1996, 2011, 2013 e 2015**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo (área do conhecimento: ciências sociais aplicadas).

Orientadora: Dr.<sup>a</sup> Adriane Borda Almeida da Silva

Pelotas, novembro de 2016

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação na Publicação

N111p Nogueira, Tatiane Brisolara

Práticas didáticas para o desenvolvimento da visualização espacial : revisão e contextualização de experiências a partir dos Eventos Graphica de 1996, 2011, 2013 e 2015 / Tatiane Brisolara Nogueira ; Adriane Borba Almeida da Silva, orientadora. — Pelotas, 2016.

207 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, 2016.

1. Visualização espacial. 2. Revisão de práticas didáticas. 3. Análise de conteúdo. I. Silva, Adriane Borba Almeida da, orient. II. Título.

CDD : 720

Tatiane Brisolara Nogueira

Práticas didáticas para o desenvolvimento da visualização espacial: revisão e contextualização de experiências a partir dos eventos Graphica de 1996, 2011, 2013 e 2015

Dissertação aprovada como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 12 de agosto de 2016.

Banca examinadora:

---

Professora Dr<sup>a</sup>. Adriane Borda Almeida da Silva (orientadora)  
Universidade Federal de Pelotas

---

Professor Dr. Eduardo Rocha  
Universidade Federal de Pelotas

---

Professor Dr. Alexandre Vergínio Assunção  
Instituto Federal Sul-Rio-Grandense

---

Professora Dr.<sup>a</sup> Eliane Panisson  
Universidade de Passo Fundo

## **Agradecimentos**

Aos meus alunos pela experiência que tivemos juntos durante os aproximadamente dois anos de docência anteriores ao meu ingresso no curso de Mestrado. Foi esta vivência que motivou o tema desta dissertação desenvolvida no âmbito do PROGRAU - UFPel.

Ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas por me acolher e, assim, investir no desenvolvimento deste trabalho. Especialmente à minha orientadora, Adriane, que me conduziu durante esta trajetória e oportunizou que eu pudesse me formar como pesquisadora.

Ao Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, instituição onde leciono, pela concessão de afastamento das atividades, contribuindo para que este trabalho pudesse ser realizado de maneira mais plena.

À minha família pelo suporte durante toda a minha formação e pelo incentivo à carreira docente.

Aos amigos e colegas pelo auxílio, apoio e incentivo que recebi e que muito contribuíram nesta trajetória.

*“Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino.  
Esses que-fazer-se encontram um no corpo do outro.  
Enquanto ensino continuo buscando, reprocurando. Ensino  
porque busco, porque indaguei, porque indago e me indago.  
Pesquiso para constatar, constatando, intervenho,  
intervindo, educo e me educo. Pesquiso para conhecer o  
que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a  
novidade.” (FREIRE, 2006, p. 29)*

## Resumo

NOGUEIRA, Tatiane Brisolara. **Práticas didáticas para o desenvolvimento da visualização espacial: revisão e contextualização de experiências a partir dos eventos Graphica de 1996, 2011, 2013 e 2015**. Pelotas, 2016. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - PROGRAU. Faculdade de Arquitetura. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

A motivação deste estudo decorre da experiência didática da autora com disciplinas de representação gráfica no ensino técnico e superior. A constatação de dificuldades dos estudantes com relação à expressão e interpretação gráfica de objetos (visualização espacial) contribuiu para o questionamento sobre “o quê” e “como” fazer para auxiliá-los a vencer tais dificuldades. O presente estudo desenrola-se a partir de uma pesquisa bibliográfica de revisão de práticas didáticas de outros autores que apoiam o desenvolvimento da visualização espacial. Desenvolvido em duas partes, o estudo compreendeu em um primeiro momento, uma pesquisa exploratória direcionada para os anais dos eventos Graphica de 1996, 2011, 2013 e 2015. Teve como método de estudo destas comunicações a técnica de Análise de Conteúdo de Laurence Bardin. Como resultado desta primeira parte, identificou-se um conjunto de categorias que se referem à ‘tipos’ de práticas didáticas que os docentes vêm empregando para apoiar o desenvolvimento da visualização espacial. Na segunda parte, o conjunto de categorias identificadas foi utilizado como instrumento para análise das experiências prévias da autora visando ampliar o significado deste estudo para a sua prática docente. Entende-se que as reflexões derivadas constituem um aporte à prática didática de configuração de momentos e materiais educativos dedicados ao desenvolvimento da visualização espacial a partir do raciocínio geométrico projetivo. As categorias identificadas indicam o repertório que deve conhecer os professores que atuam na área de representação gráfica, e também, que estes vêm diversificando suas práticas na tentativa de melhor apoiar o desenvolvimento da habilidade de visualização espacial. O estudo também aponta que os docentes seguem investindo em novas experimentações, revelando que não existe um modelo didático consolidado que promova esse desenvolvimento.

**Palavras Chave:** visualização espacial; revisão de práticas didáticas; análise de conteúdo.

## **Abstract**

**NOGUEIRA, Tatiane Brisolara. Teaching practices that support the development of spatial visualization: review and contextualization from 1996, 2011, 2013 and 2015 Graphica events.** Pelotas, 2016. Dissertation (Master Degree em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - PROGRAU. Faculdade de Arquitetura. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

Practical didactic experience by the author with graphic representation teaching for professional training is the initial motivation of this study. The perception of student's difficulties with the ability of spatial visualization directed the author to ask herself 'what to do' and 'how' support teaching practices in this context. The present study involved bibliographic research for a didactic practices review. Structured from two parts, the first moment comprehended an exploratory research directed to 1996, 2011, 2013 and 2015 Graphica's events proceedings. The applied method of study was Content Analysis by Laurence Bardin. As result of the first moment of the study, a group of categories called as 'didactic strategies' was identified. In the second part of the study, this group of categories was the instrument used to analyze the author previews experiences. This part aims to enlarge the meaning of the study to the author's own didactic practices. This study is understood as a contribution to future didactic practices dedicated to the development of spatial visualization from geometric reasoning. The group of categories is comprehended as a repertoire that graphics representation teachers should have. It also indicates that the teachers are diversifying their practices in attempt to support spatial visualization development. Further, appoints that teachers continue to invest in new experiments which reveals that there is no didactic model consolidated to promote sought development.

**Key words:** spatial visualization; teaching practices review; content analysis.

### Lista de figuras

Figura 1	Etapas de implantação da computação gráfica	25
Figura 2	Porcentagem de artigos analisados por evento	47
Figura 3	Perspectógrafo didático	56
Figura 4	Telas criadas para o sistema hipertexto de Wanderlinde e Pereira	57
Figura 5	Trisecção do cubo proposta por Loureiro (1996). À esquerda o deslocamento do ponto radial sobre a diagonal do cubo. À direita formas e volumes iguais	58
Figura 6	Exemplo de exercício de rotação mental referido por Pereira, Duarte e Lopes (2011)	62
Figura 7	Exemplo de <i>kirigami</i> .	63
Figura 8	Modelagem física com sabão referida por Silva, Alves e Sampaio (2011)	63
Figura 9	Registros das atividades realizadas por Vasconcellos, Borda e Panisson (2011)	64
Figura 10	Fotografia do projeto arquitetônico e etapas de modelagem da superfície curva realizada em	65

## *SketchUp*

Figura 11	Registro de atividade proposta por Lima, Carvalho e Oliveira (2011): homotetias em ambiente de geometria dinâmica para criação de planos seriados.	66
Figura 12	Tangram	67
Figura 13	Registro de atividade referida por Machado (2011): exercício de vistas ortográficas na malha ortogonal	68
Figura 14	Construção da parábola e obtenção automática de vistas referidos no estudo de Soares e Lima (2011)	69
Figura 15	Composições com o quebra-cabeças <i>Fractiles</i> referido por Rodrigues, Rodrigues e Carvalho	71
Figura 16	Exemplos de desafios-jogos-problemas registrados por Rodrigues e Rodrigues (2013). Acima exercício que propõe a divisão do bloco em partes congruentes. Abaixo criação de formas idênticas para compor prisma reto	75
Figura 17	Esquema de construção de épura proposto por Eymar et al. (2013)	77
Figura 18	Comparação entre dois modelos a partir de manipulação de parâmetros. Obras de referência Félix Candela.	78
Figura 19	Interface software HyperCAL <sup>3D</sup>	78
Figura 20	Exemplo de atividade desenvolvida com software de geometria dinâmica.	83
Figura 21	Registro de Teixeira et al. (2015): etapas de	84

desenvolvimento de projeto.

Figura 22	Registro de atividade com manipulação de desenho paramétrico	84
Figura 23	'Macro' categorias identificadas	87
Figura 24	Análise do conjunto de categorias	88
Figura 25	Presença de categorias identificadas (estratégias) por artigo analisado	89
Figura 26	Estratégia(as) identificada(s) por cor(es) para cada artigo.	90
Figura 27	Percentual de presença de categorias por evento Graphica estudado	91
Figura 28	Frequência de combinações por número de estratégias	93
Figura 29	Número de estratégias identificados em um mesmo artigo. Presença por evento Graphica analisado	95
Figura 30	Percentual em que o número de estratégias combinadas foi verificada em cada evento Graphica analisado	95
Figura 31	Contextualização de experiências prévias da autora	108

## **Lista de tabelas**

Tabela 1	Congressos Graphica realizados desde a internacionalização do evento	38
Tabela 2	Eventos selecionados e total de artigos publicados	39
Tabela 3	Quantitativo de artigos selecionados por ano de publicação do Graphica	43
Tabela 4	Artigos selecionados a partir dos anais do Graphica de 1996	53
Tabela 5	Artigos selecionados a partir dos anais do Graphica de 2011	60
Tabela 6	Artigos selecionados a partir dos anais do Graphica de 2013	73
Tabela 7	Artigos selecionados a partir dos anais do Graphica de 2015	80

### **Lista de abreviaturas e siglas**

ABEG	Associação Brasileira de Expressão Gráfica
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
CAD	Desenho Assistido por Computador
FAUrb-UFPel	Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
GD	Geometria Descritiva
GEGRADI	Grupo de Estudos para o Ensino-Aprendizagem de Gráfica Digital
GRAPHICA	Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico <i>Internacional Conference on Graphics Engineering for Arts and Design</i>
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
IFSUL	Instituto Federal Sul-Rio-Grandense
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
PROGRAU	Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	15
1.1. Apresentação .....	15
1.2. Contextualização.....	20
1.2.1. Ensino de desenho no contexto nacional.....	20
1.2.2. Formação docente .....	22
1.2.3. O desenvolvimento de recursos gráfico-computacionais.....	23
1.3. Resumo da problemática que envolve o ensino de representação gráfica ..	26
1.4. Delimitação do tema.....	27
1.4.1. O desenvolvimento de visualização espacial.....	27
1.5. Consolidação do problema de pesquisa .....	30
1.6. Objetivos .....	30
1.6.1. Específicos.....	30
1.6.2. Geral .....	31
1.7. Estrutura da dissertação .....	31
Parte I	
2. MÉTODO.....	34
2.1. Fórum de investigação e delimitação temporal .....	37
2.1.1. Delimitação temporal .....	38
2.2. Análise de conteúdo.....	40
3. DADOS PRELIMINARES E INSTRUMENTO.....	46
3.1. Preocupação docente com o desenvolvimento da visualização espacial ....	46
3.2. Categorias de práticas didáticas .....	47
4. DESENVOLVIMENTO.....	52
4.1. Graphica de 1996.....	52
4.1.1. Análise descritiva .....	54
4.2. Graphica de 2011.....	59

4.2.1. Análise descritiva .....	61
4.3. Graphica de 2013.....	72
4.3.1. Análise descritiva .....	73
4.4. Graphica de 2015.....	79
4.4.1. Análise descritiva .....	80
4.5. Considerações .....	85
5. RESULTADOS (parte I).....	86
5.1. Categorias: ‘tipos’ de práticas didáticas identificados .....	86
5.2. Categorias x análise dos artigos .....	89
5.2.1. Presença de categorias de ‘tipos’ de práticas didáticas por evento.....	91
5.2.2. Frequência de combinações de ‘estratégias’ .....	92
5.2.3. O uso da multiestratégia .....	94
Parte II	
6. CONTEXTUALIZAÇÃO DE EXPERIÊNCIAS PRÉVIAS .....	97
6.1. Formação técnica de nível médio em Desenho Industrial.....	98
6.2. Formação superior em Arquitetura e Urbanismo .....	99
6.3. Atuação docente no ensino técnico de nível médio em Edificações .....	101
6.4. Atuação docente no ensino superior em Engenharia Química .....	103
6.5. Atuação como pesquisadora.....	105
7. RESULTADOS (parte II).....	107
7.1. Categorias x análise de experiências prévias da autora .....	107
7.1.1. Emprego de tecnologias informáticas .....	108
7.1.2. Investimento para compreender o desenvolvimento cognitivo.....	109
7.1.3. O uso da multiestratégia .....	110
8. DISCUSSÃO .....	111
8.1. Recomendações futuras .....	113
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	115
APÊNDICES .....	127
Apêndice A.....	128
Apêndice B.....	129
Apêndice C .....	144
Apêndice D .....	169
Apêndice E.....	183
Apêndice F .....	205

Apêndice G .....	206
------------------	-----

# 1. INTRODUÇÃO

---

Motivação, contextualização e delimitação da pesquisa

## 1.1. Apresentação

A motivação deste trabalho tem origem na experiência didática vivenciada no âmbito do Instituto Federal Sul-Rio-grandense (IFSUL) desde outubro de 2012 até janeiro de 2015, onde lecionei em cursos técnico de nível médio e de graduação, trabalhando com disciplinas que compreendem a representação gráfica.

Naquele momento, sem experiência pedagógica prévia, recebi a oportunidade de ter um período de acompanhamento e observação das práticas didáticas dos demais professores nas disciplinas que futuramente poderia lecionar junto ao Curso Técnico em Edificações. Esse período foi válido para compreender o caráter destas disciplinas e sua função no âmbito da formação profissional em questão. Com formação em Arquitetura e Urbanismo, procurei observar as diferenças e semelhanças entre as ações didáticas vivenciadas com conteúdos similares de representação gráfica, mas que agora eram dirigidas a um nível de formação técnica. Embora também tivesse experiência como estudante, na modalidade de ensino profissionalizante de nível médio na mesma instituição, formação em Desenho Industrial, esta divergia da área em que iniciava carreira como docente.

Dentro do curso técnico de Edificações, entre as disciplinas que compreendem a representação gráfica estão: Desenho Arquitetônico I e II;

Informática aplicada I e II; e Projeto Arquitetônico I e II. As questões de **leitura e representação** de projetos acompanham desde as disciplinas de Desenho Arquitetônico nos estágios iniciais até as disciplinas de Projeto Arquitetônico que se desenvolvem nos últimos semestres. As disciplinas de informática, neste contexto, são entendidas pelo corpo docente não como meio de instrumentalização dos estudantes com ferramentas de desenho digital 2D e 3D somente, mas como continuação do processo de formação da capacidade de **interpretação** das representações bidimensionais e **visualização** do **objeto arquitetônico**.

Porém, desde os primeiros contatos com estas disciplinas, pude perceber os diferentes graus de dificuldades dos alunos no que diz respeito à **visualização espacial**<sup>1</sup>. Observei que essas dificuldades acompanhavam os alunos durante a sua formação tanto no início do curso como em estágios mais avançados. Reforçou as minhas inquietações a observação de que os demais professores do curso, não somente da área de representação gráfica, compartilhavam a mesma percepção sobre a dificuldade dos estudantes em relação à **habilidade de visualização espacial**. Esta carência se refletia em diversas atividades trabalhadas durante o curso.

Passei a me questionar sobre o “quê” e “como” fazer para auxiliá-los a vencer tais dificuldades.

A reflexão sobre a minha própria formação tanto de nível técnico em Desenho Industrial como de nível superior em Arquitetura e Urbanismo, me remeteu aos conteúdos de **Geometria Descritiva**<sup>2</sup> (GD). Em ambos, tive

---

<sup>1</sup> Outros termos como inteligência espacial, percepção viso-espacial, habilidade viso-espacial e habilidade de visualização espacial são empregados pelos autores da área referindo-se à semelhante capacidade cognitiva. Neste estudo emprega-se o termo visualização espacial em referência a esta capacidade que envolve a codificação e decodificação de representações gráficas de objetos. No item 1.4.1 apresenta-se este conceito tendo como base definições de outros autores.

<sup>2</sup> A Geometria Descritiva era conhecida por nós docentes como uma disciplina cursada durante os estágios iniciais de formação nas carreiras de Arquitetura, Engenharias e afins. Sistematizada por Gaspard Monge (1746-1818), a Geometria Descritiva (um dos ramos da geometria) possibilitou a representação gráfica bidimensional de objetos pertencentes ao espaço mediante um sistema de dupla projeção ortogonal. Conforme observam Seabra e Santos (2007) o estudo da GD requer habilidade de visualização espacial, mas também auxilia no seu desenvolvimento.

experiências com métodos e tecnologias de representação tradicionais<sup>3</sup> de ensino de **GD**, onde os conteúdos seguiam a ordem de ensino que partia do ponto, passando pela reta e por fim abordando o plano, em exercícios que seguiam determinados procedimentos para solução gráfica de um problema.

Porém, no curso de Edificações, a disciplina de **Geometria Descritiva** havia sido extinta do elenco curricular, a exemplo de diversos cursos de nível médio e superior no contexto nacional.

Em função dos questionamentos que nós docentes partilhávamos, foi organizada uma oficina de **Geometria Descritiva**. A atividade extraclasse foi realizada em única edição, em caráter experimental, na qual foi trabalhado os métodos de projeção cotada e bi projetivo Mongeano. Com aulas expositivas aliadas a jogos, utilizou-se de projeções de *slides* e um diedro construído em madeira e propusemos atividades de representação à mão livre. A atividade realizada reproduzia, até certo ponto, a forma que conhecíamos através de nossas experiências pessoais enquanto discentes. Desta maneira, buscávamos proporcionar o desenvolvimento de habilidades que observávamos deficientes nos estudantes.

O que realizamos é o que muitos docentes fazem, segundo a autora Maria Isabel da Cunha (1989). Para Cunha (1989), as nossas atitudes como docentes tem considerável influência na nossa própria experiência enquanto estudantes. Temos tendência a reproduzir as condutas que entendemos positivas. A autora ainda acrescenta que não só a experiência na sala de aula reflete na atuação do professor, como também todo o contexto de sua formação, geográfico e histórico.

Na formação profissional que tive, por exemplo, a informática já se fazia presente, mas com a principal característica de substituição aos recursos manuais. Substituíam-se os textos manuais pelos textos formatados nos editores de texto. Reproduziam-se os desenhos à mão, utilizando-se dos recursos CAD (Desenho Auxiliado por Computador – do inglês *Computer Aided Design*),

---

<sup>3</sup> Segundo Kopke (*apud* EYMAR et al. 2013) a bibliografia específica de ensino de Geometria Descritiva, usualmente apresenta abordagem a partir do estudo do ponto, avançando para retas e planos e configurando um modelo que requer alto nível de abstração. Com relação às tecnologias de representação, consideram-se como tradicionais os instrumentos de desenho manual: lapiseiras, esquadros, compassos, escalímetros e etc.

especificamente a partir da ferramenta AutoCAD<sup>4</sup>. Entretanto, os meios informáticos não fizeram parte dos processos de ensino que vivenciei, como forma de apoio ou potencialização de atividades didáticas. Hoje, tem-se as tecnologias de informação e comunicação permeando as atividades do dia a dia, e cada vez mais se reflete no ambiente de sala de aula, onde o ambiente virtual passa a estar presente como sua extensão, haja vista a institucionalização dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs). O corpo discente que recebemos hoje possui uma relação com a informática diferente de dez anos atrás. Os novos alunos nasceram e se criaram com as tecnologias digitais. São, de acordo com Prensky (2001), nativos digitais.

Nesse sentido, as estratégias didáticas que empregamos junto à oficina realizada mais reforça as observações de Cunha (1989). Aplicamos um modelo que promovia o uso quase exclusivo de recursos analógicos para o desenvolvimento da **visualização espacial**. Os recursos digitais foram empregados somente no último encontro e mediante atividades disponíveis em *sites* específicos de **GD**. O uso dos meios informáticos não fez parte do desenho didático, embora todas as docentes envolvidas já tivessem se apropriado das tecnologias digitais de representação. O fato de que o momento de aprendizado de **GD** de cada uma se deu sem o uso destas tecnologias parece ter determinado o desenho da ação didática.

Por outro lado, a reflexão sobre as próprias formações dos docentes envolvidos também não foi suficiente para pensar como agir. A experiência com a oficina realizada e a reflexão sobre o desenvolvimento das novas tecnologias reforçou os meus questionamentos sobre como ensinar hoje. Como poderíamos promover desenvolvimento da **habilidade de visualização espacial** nesse contexto? Essa inquietação fazia parte somente do grupo em que eu estava inserida? Em um contexto de produção acadêmica, o que se desenvolveu nesse sentido? Como outros professores estão trabalhando com as tecnologias de representação em processos de ensino que se preocupam com o desenvolvimento desta habilidade de **visualização espacial**?

---

<sup>4</sup> O *software* AutoCAD é uma ferramenta de Desenho Auxiliado por Computador desenvolvida pela empresa Autodesk. Sua primeira versão foi lançada em 1982. De acordo com Derks (1998) o AutoCAD se tornou o *software* CAD mais utilizado mundialmente, sendo inclusive oferecido como disciplina em diversas instituições de ensino superior.

Quando já tentava encaminhar estudos que respondessem aos meus questionamentos, passei a lecionar também a disciplina de Desenho Técnico para o curso superior de Engenharia Química. Nesse, a disciplina, que é oferecida no primeiro semestre, está em seus conteúdos caracterizada pela presença da Computação Gráfica e aborda desde normatização até vistas ortográficas, perspectiva e modelagem; tudo pautado pelo ambiente computacional. Neste caso, o curso era novo, portanto, não havia sequer um modelo sendo praticado para que fosse possível seguir, experimentar ou mesmo questionar. Novamente, minhas inquietações foram reforçadas.

No âmbito da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAUrb-UFPel), conheci o Grupo de Estudos para o Ensino-Aprendizagem de Gráfica Digital (GEGRADI) que tem como foco das suas atividades o desenvolvimento e a aplicação de metodologias que envolvem a gráfica digital. A partir do GEGRADI é que se estabeleceu, no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PROGRAU), a linha de pesquisa “Gráfica digital aplicada à prática projetual em Arquitetura e Urbanismo”, no qual encontrei espaço para desenvolvimento deste estudo.

Já no PROGRAU, tive nova experiência didática através do estágio docente na disciplina de Geometria Gráfica e Digital 2, antiga disciplina de Geometria Descritiva III<sup>5</sup>. Nesta disciplina, os conteúdos são desenvolvidos combinando exercícios de desenho manual, dobraduras com papel e recursos gráfico-digitais, incluindo até mesmo o conceito de desenho paramétrico<sup>6</sup>, com o qual eu ainda não havia tido contato. Este conceito, que envolve a geração da forma a partir de parâmetros descritos por programação em linguagem visual<sup>7</sup>, em tal contexto, está sendo recentemente explorado. Junto ao referido estágio, pude verificar que o corpo docente compartilha das mesmas inquietudes, buscando explorar o uso das tecnologias referidas para promover uma melhor **visualização espacial por meio do desenvolvimento do raciocínio geométrico projetivo**.

---

<sup>5</sup> A disciplina foi modificada em 2011 em um momento de reforma curricular do curso.

<sup>6</sup> Com o desenho paramétrico a forma é definida a partir de algoritmos (VASCONSELOS, BORDA e DALLA VECCHIA, 2014). Na experiência referida, estes algoritmos foram concebidos com um *plugin* (*Grasshopper*) para o *software* *Rhinceros*.

<sup>7</sup> Através deste *plugin* a programação é realizada visualmente em um suporte de interface gráfica na qual estrutura-se o código em uma espécie de diagrama, não sendo necessário o desenvolvimento textual do código (CELANI e VAZ, 2012).

Em suma, particularizando o espectro que envolveu a minha trajetória tanto como estudante em curso técnico quanto na graduação, e agora na pós-graduação, além da experiência como docente, observo que foram diversas as estratégias empregadas no ensino de representação gráfica. Dessa forma, entendeu-se pertinente adotar a problemática de como promover o desenvolvimento da **visualização espacial através do raciocínio geométrico projetivo** como forma de amparar a atividade docente no campo em que venho atuando.

## 1.2. Contextualização

Foi realizada uma leitura preliminar de comunicações que envolvem o ensino de representação gráfica especialmente no que tange ao desenvolvimento da **visualização espacial por meio do raciocínio geométrico projetivo**. Esta leitura revelou algumas questões que são a seguir apresentadas com o propósito de situar o problema da pesquisa no contexto de ensino da área.

### 1.2.1. Ensino de desenho no contexto nacional

Em contextos de ensino superior Kopke (1996), Rimkus (2006) e Bueno (2015) observaram e apontaram nas suas comunicações, dificuldades dos alunos ingressantes com relação a **visualização espacial**. Estes autores encontraram principalmente na formação de nível básico as justificativas para tais dificuldades. Esta questão é referida também em Prati (2005) e Kopke (2009) (em estudo mais recente) que mencionam as dificuldades dos alunos como consequência de “carência de base”.

Bueno (2015) e Kopke (2009), em suas pesquisas, fazem referência a este problema na sua origem a partir do relato de alterações curriculares nacionais que envolveram o ensino do desenho e da geometria. Essas alterações dizem respeito às Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB's) que atualmente tem ainda como complemento os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's). Quanto a essas, uma tem especial destaque para o tema a ser tratado neste estudo. Esta é a lei nº 5.692 de 1971, a LDB/71. Essa lei sucede a LDB de

1961 (onde o desenho geométrico e técnico se tornou exclusivo aos níveis colegial e superior de ensino) e torna a disciplina de Educação Artística obrigatória no ensino básico (então 1° e 2° graus). De acordo com Kopke (2009, p. 873), a partir deste momento o desenho não é mais tratado como disciplina e sim como “conteúdo relativo às artes e ao estudo da matemática” e ficou a cargo dos professores de Educação Artística que “privilegiaram a criatividade ou o desenho livre, apenas como atividade lúdica”. A geometria, no âmbito da matemática, passou a ser lecionada desconectada de sua representação gráfica.

Bueno (2015) observa que passados quarenta anos da LDB/71, mesmo que tenha sido sucedida pela LDB/96 que tem ainda como complemento os PCNs, o ensino de desenho em nível básico é quase inexistente, e, por isso, raramente um aluno terá, durante sua passagem pela escola, solucionado um problema de geometria graficamente. Acompanhando essa situação, o referido autor ainda observou a redução que a geometria sofreu no âmbito da disciplina de Matemática, desde a década de 1960, em função da “adoção dos princípios e práticas da Matemática Moderna” (BUENO, 2015, p. 480). Dessa forma, o desenvolvimento de certas habilidades, apontadas nos PCNs e, portanto, necessárias na formação do aluno, dificilmente ocorre. Idealmente o mesmo autor ainda afirma, que estas habilidades precisam ter o desenvolvimento iniciado no ensino básico. Como isto não acontece, fica a cargo das carreiras que requerem a linguagem gráfica.

Esta primeira questão revela o ponto de partida das dificuldades que encontram os que atuam no ensino da área quando, em nível médio profissionalizante ou superior, são colocados diante do desafio de promover um desenvolvimento que deveria ter iniciado na escola. Hoje, mesmo quando cientes da necessidade de reformular o ensino de desenho e geometria em nível básico, os professores que neste nível atuam apresentam dificuldades em fazê-lo. Isso porque sofrem também as consequências desta formação fragmentada e reducionista. Essa questão direciona para uma observação também do ponto de vista da formação docente.

### 1.2.2. Formação docente

Para Bueno (2015), os professores que hoje atuam no ensino de Matemática no nível básico não encontram na sua formação respaldo para promover o desenvolvimento de habilidades relativas à expressão gráfica, apontadas pelos PCN's. O autor observa, no âmbito da Licenciatura em Matemática, que vem se renunciando ao ensino dos “sistemas geométricos de representação e dos processos gráficos de solução de problemas geométricos [...]” (BUENO, 2015, p. 482). Assim, os PCN's, ao associar ao ensino da Matemática o desenvolvimento da **visualização espacial**, antes atribuído ao ensino de Desenho, contribui para o agravamento da situação. Nesse cenário, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), o qual se consolidou como forma de ingresso no ensino superior, tem contribuído no sentido de, de certa forma, obrigar que seja investido no ensino de geometria tal como indicado nos PCN's. Com isso, Bueno (2015) vislumbra possível mitigação desta situação.

Através de Rodrigues et al. (2006) é reconhecida a preocupação com a formação docente também na área da Representação Gráfica. Estes autores apresentaram um curso em nível de pós-graduação onde visam a atualização de professores com vistas a capacitação com os recursos computacionais. E, também, investem em uma “atitude transdisciplinar” em oposição a fragmentação do ensino (RODRIGUES, SOARES, *et al.*, 2006, p. 2). Outra investida deste curso está na recuperação de conteúdos de Geometria Analítica entre os professores da área da representação gráfica. Conteúdos estes, importantes para a compreensão dos “modelos matemáticos empregados na concepção de programas computacionais” tais como *software* de geometria dinâmica (RODRIGUES, SOARES, *et al.*, 2006, p. 4). Observação semelhante também foi feita por Souza Filho (1996) quando atuou no desenvolvimento de *software* de **Geometria Descritiva**. O autor apontou a necessidade de interação entre a **Geometria Descritiva** e a Geometria Analítica. Segundo ele, conhecimentos que “não são excludentes, mas sim complementares” (SOUZA FILHO, 1996, p. 389).

Gani (2005) se ocupou de uma comparação entre as lições de Monge (relativas ao momento de sistematização da Geometria Descritiva) e a obra Elementos de Geometria Descritiva, conhecido exemplar bibliográfico no Brasil. A

autora observou, através do estudo das lições de Monge, a “estreita correspondência que há entre as construções gráficas e as respectivas soluções analíticas” e o “desejo” de Monge de que ambas as ciências (geometria descritiva e álgebra) “caminhem lado a lado” (GANI, 2005, p. 6). Essa questão não evidenciou na obra comparada, cujo enfoque é essencialmente gráfico. Assim, reforçam-se as colocações do parágrafo anterior.

Dessa forma, se vislumbram hoje resultados de um modelo de ensino baseado na fragmentação de conhecimento. Muitos futuros professores de matemática apresentam dificuldades com relação à resolução gráfica de problemas geométricos; e muitos professores da área da representação gráfica, apresentam carências com relação à compreensão da álgebra para a resolução desses mesmos problemas geométricos. Estas questões dificultam a utilização por ambos das tecnologias gráfico-computacionais.

Tanto no ensino básico quanto no superior, as modificações reducionistas na área de desenho e geometria (com exclusão de disciplinas e redução de carga horária e conteúdos) e a fragmentação do ensino (a exemplo da dissociação da geometria (linguagem algébrica) e o desenho geométrico (linguagem gráfica)) geraram estudantes que apresentam dificuldades diante de uma formação profissional que requer um desenvolvimento de fundamentos para o desenho. Estas modificações geraram, também, professores que pouco auxílio encontram na sua formação para intervir de forma a contribuir para um novo cenário.

### 1.2.3. O desenvolvimento de recursos gráfico-computacionais

O desenvolvimento de recursos gráfico-computacionais e sua adoção no ensino de representação gráfica gerou questionamentos que podem ser observados nas comunicações de Rosa, Ulbricht e Gontijo (1996), Pradini (2005) e Eymar et al. (2013). Segundo Soares (2005), o desenvolvimento de *software* de Computação Gráfica, desde a década de 80, aliado à adesão do mercado profissional a estes recursos ocorreu antes mesmo que se fizessem reflexões em meio acadêmico sobre o impacto destas transformações.

Alves, Costa e Cardoso (2009) investigaram as potencialidades de recursos digitais, como o auxílio ao ensino de **Geometria Descritiva**, disciplina que contribui para o desenvolvimento da **visualização espacial**.

Panisson (2007) estudou a **Geometria Descritiva** como método de representação no contexto de arquitetura. O estudo contribuiu para contextualizar a disciplina frente às tecnologias digitais de representação. A autora afirmou que as bases matemáticas da informática possibilitam a criação de situações equivalentes ao sistema diédrico nos computadores e, ainda, que é necessário “(re)significar” o ensino da **Geometria Descritiva** (PANISSON, 2007, p. 244). A autora considera que os avanços tecnológicos da gráfica digital podem ser vistos como meios análogos de projeção da **Geometria Descritiva** em contrário a meros meios de desenho modernos. Sobretudo, destacou que a capacidade de processamento desses meios informáticos pode ser encarada como potencializadora do desenvolvimento da disciplina ao passo que permite que tarefas mais complexas sejam resolvidas. Mas, também entende que o exercício mental, realizado através da **Geometria Descritiva**, é adequado para o desenvolvimento da **compreensão espacial**, e que nos meios digitais, esse exercício de construção mental é substituído por uma representação da máquina.

Em semelhante direção, Borda (2003) já observava que a partir da inserção de recursos tecnológico-computacionais, em relação à **GD**, se faz necessário que os discursos didáticos sejam revistos. O estudo não se ocupou especificamente das questões de desenvolvimento da **visualização espacial**. Porém, evidencia que a área da representação, a partir da informática, passa a estar permeada de outros saberes. Reforça, ainda, sobre as necessárias conexões entre a linguagem gráfica e algébrica, como indicou Gani (2005). Borda (2003) refere-se à linguagem gráfico-algébrica, da geometria projetiva, a qual traz os fundamentos para a correspondência entre o número e o desenho de maneira inequívoca. Explica, também, o emprego da lógica do cálculo matricial para permitir a automatização dos sistemas projetivos. Esta automatização, como destacada em Panisson (2007), muitas vezes, pode reduzir a capacidade mental de imaginar ao transferir para a máquina um processo que é próprio do **raciocínio geométrico projetivo**.

Para Soares (2005), a implementação da computação gráfica passa por três fases, conforme ilustra a Figura 1. Na primeira fase, acontece a utilização dos recursos como ferramentas de desenho, porém os desenhos ainda são representados bidimensionalmente. Já na segunda fase, surge a utilização da modelagem tridimensional e a construção geométrica do objeto tridimensional passa a ser o foco. Na terceira fase, os modelos virtuais passam a gerar outras informações e são usados para simulações. (SOARES, 2005)

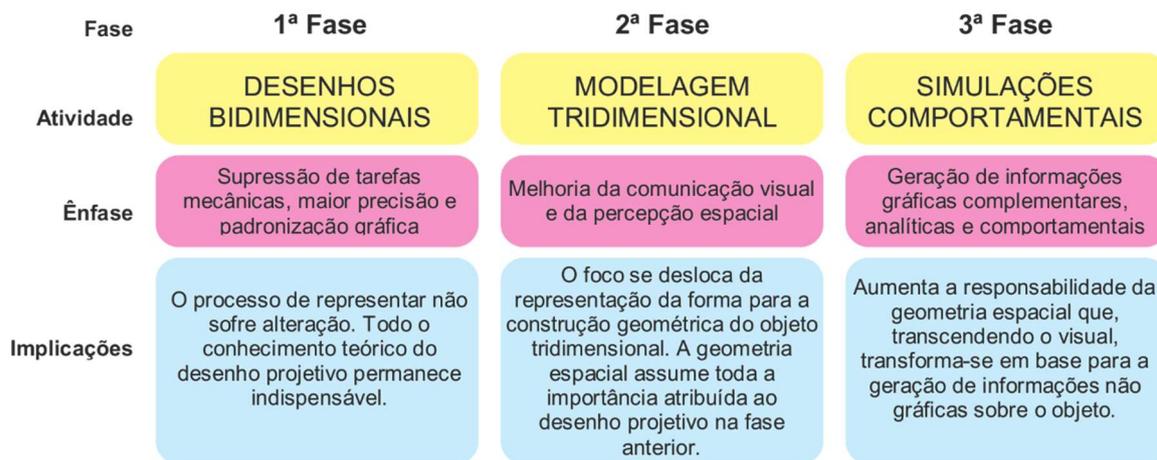


Figura 1: Etapas de implantação da computação gráfica

Fonte: elaborado a partir de Soares (2005, p. 4)

Soares (2005) observou uma mudança de paradigma proporcionada pelo desenvolvimento de recursos gráfico-computacionais. Essa mudança, segundo o autor, deriva da possibilidade de concepção de objetos a partir de construções tridimensionais digitais, o que antes era feito a partir de representações bidimensionais: situação esta que procede da segunda fase de implementação dos recursos de computação gráfica. Daí decorrem, por exemplo, questionamentos relacionados aos conteúdos de **Geometria Descritiva** que foi sistematizada com o objetivo de representação no plano de situações espaciais.

O que Soares (2005) identifica e aponta, com relação às etapas de implementação da Computação Gráfica, é uma modificação mais profunda, ocorrida entre as fases 1 e 2. O autor entendeu que um aproveitamento pleno destas novas tecnologias pressupõe atualizações nos programas disciplinares, de forma que sejam priorizadas por exemplo “a **percepção espacial**, a geometria

espacial, as leis de formação dos objetos e as noções de lugares geométricos” (SOARES, 2005, p. 5).

### **1.3. Resumo da problemática que envolve o ensino de representação gráfica**

Decorre da contextualização apresentada a observação de algumas questões pertinentes a problemática que envolve esta pesquisa:

- O desenvolvimento da habilidade de **visualização espacial** (idealmente) deveria se dar desde o nível básico através da preservação e integração do desenho (geométrico) com a matemática (geometria); (BUENO, 2015) (KOPKE, 2009)
- O desenvolvimento de recursos gráfico-computacionais promoveu uma mudança de paradigma na área da representação gráfica ao automatizar os procedimentos projetivos, viabilizando a obtenção das representações bidimensionais a partir da construção tridimensional digital do objeto; (SOARES, 2005)
- O ensino de geometria no contexto referido sofre consequências de um processo de fragmentação que contribuiu para formar professores muitas vezes despreparados para atuar com a indissociabilidade entre representação gráfica e representação algébrica; (BUENO, 2015) (RODRIGUES, SOARES, *et al.*, 2006)
- O desenvolvimento de ferramentas (*software e plugins*) evidenciou essa indissociabilidade entre a forma gráfica e sua representação numérica, pois a transposição da geometria para o meio informático em linguagem de programação requer que esta transposição seja feita mediante descrições numéricas (geometria analítica). (SOUZA FILHO, 1996) (RODRIGUES, SOARES, *et al.*, 2006)

## 1.4. Delimitação do tema

Evidencia-se, a partir da contextualização, que o ensino que envolve o desenvolvimento da **visualização espacial** está presente em diferentes níveis (ensino básico e superior) e em diferentes áreas (Licenciaturas em Matemática e Educação Artística, Arquitetura e Urbanismo, *Design*, Engenharias etc.). Os conteúdos relativos à representação gráfica, evidentemente, diferem de acordo com as finalidades de cada formação. Nas experiências que tive por exemplo, que foram relatadas brevemente na apresentação deste capítulo, as disciplinas dos cursos técnico em Desenho Industrial, superior em Arquitetura e Urbanismo, técnico em Edificações e superior em Engenharia Química contemplados pela área da representação gráfica divergem em conteúdos e carga horária. Porém, todas estas formações têm entre as habilidades necessárias para atuação profissional o desenvolvimento do **raciocínio geométrico projetivo**.

A importância do desenvolvimento de **visualização espacial** em alunos de áreas afins a Engenharias e Arquitetura é referida por Seabra e Santos (2005), Rimkus (2006) e Velasco e Adánez (2007) que corroboram a necessidade de que se busquem estratégias que auxiliem com este desenvolvimento.

A necessidade de desenvolvimento da **visualização espacial** permanece e, possivelmente, se destaca. O contexto apresentado confirma as inquietações colocadas na apresentação deste trabalho que identifica esta carência e valoriza esta habilidade como essencial para a atuação profissional naquelas áreas. Assim, delimita-se como alvo desta pesquisa o desenvolvimento da **habilidade de visualização espacial por meio do raciocínio geométrico projetivo**, investindo-se no reconhecimento de estratégias de ensino que tenham entre os seus objetivos, esta preocupação.

### 1.4.1. O desenvolvimento de visualização espacial

Antes de delimitar a **habilidade de visualização espacial** a partir de um conceito, observo que os estudos que abarcam este desenvolvimento envolvem, muitas vezes, reflexões sobre a natureza dos processos cognitivos do indivíduo abrangendo no conjunto destas comunicações diversas teorias sobre esse

aspecto. Como exemplo tem-se os trabalhos de Rodrigues (1996), Pereira, Duarte e Lopes (2011) e Lopes, Carneiro-da-Cunha e Gusmão (2015) que referenciam teorias provenientes dos estudos de Piaget<sup>8</sup>, Gardner<sup>9</sup> e Fischbein<sup>10</sup>.

O conhecimento destas teorias faz parte do processo que investe no reconhecimento das práticas didáticas que vêm sendo aplicadas para o desenvolvimento de **visualização espacial**. Porém, se faz pertinente, neste momento, uma colocação inicial a respeito dessa habilidade ser ou não uma aptidão inata ao indivíduo.

Rodrigues (1996) observou esta questão voltando-se à gênese do desenvolvimento cognitivo. Nos estudos de Jean Piaget, esta autora observou que na aprendizagem o desenvolvimento se dá a partir de estruturas inatas que, entretanto, passam por processos através de interações com o ambiente e que resultam na reorganização dessas estruturas. Assim, embora consideradas estruturas inerentes ao indivíduo, para que haja aprendizagem deve haver uma ação do sujeito sobre o objeto. Uma das conclusões a que chega Rodrigues (1996) sobre esta teoria é que esta habilidade não é simplesmente um dom (uma capacidade inata), mas uma habilidade passível de desenvolvimento.

No que se refere ao termo adotado, habilidade de visualização espacial, observa-se, a exemplo de Lopes, Carneiro-da-Cunha e Gusmão (2015), que outros tantos são empregados ao se referir à mesma habilidade. Refere-se à: inteligência espacial, percepção viso-espacial, habilidade viso-espacial e habilidade de visualização espacial. Harris (2006) e Coutinho, Petry e Cardoso (2007) referem-se ainda à compreensão espacial e percepção espacial.

Diante da diversidade desses termos empregados, entende-se necessário explicitar o significado de habilidade de **visualização espacial** no âmbito deste trabalho. Três definições que expressam referência à **visualização espacial** associada ao desenvolvimento do **raciocínio geométrico projetivo** auxiliaram

---

<sup>8</sup> Jean Piaget (1896-1980): epistemólogo e psicólogo suíço conhecido por dedicar-se ao estudo ao desenvolvimento cognitivo nas crianças.

<sup>9</sup> Howard Gardner: psicólogo autor da teoria das inteligências múltiplas.

<sup>10</sup> Efraim Fischbein (1920-1998): autor da teoria dos conceitos figurais.

esta delimitação. Velasco e Adánez (2009, p. 754), por exemplo, referiram-se à **visualização espacial** como:

“[...] o fator mais importante das aptidões espaciais, sendo definida como a aptidão de gerar uma imagem mental, fazer transformações na mesma como rotar, torcer, inverter, decompor e manter ativas na mente as mudanças ocorridas na imagem, pelas transformações feitas”.

Na mesma linha, Neves Júnior et al. (2013) conceituaram esta habilidade a partir de Gardner (1994) e a entenderam da seguinte maneira:

“[...] as capacidades de perceber o mundo visual com precisão, efetuar transformações e modificações sobre as percepções iniciais e ser capaz de recriar aspectos da experiência visual, mesmo na ausência de estímulos físicos relevantes” (GARDNER, 1994, p. 135 *apud* NEVES JÚNIOR, et al., 2013, p.2)

Por outra parte, Lopes, Carneiro-da-cunha e Gusmão (2015), preocupados com ensino no âmbito de uma disciplina de Geometria Gráfica Tridimensional, observam as questões decorrentes dos processos que envolvem a passagem do bidimensional para o tridimensional e vice-versa. E, em uma passagem de seu trabalho apontam o seguinte:

“Neste sentido, há uma grande dificuldade nas ações de codificação e decodificação de uma perspectiva, ou seja, expressão e interpretação gráficas, respectivamente. Isso ocorre porque para codificar precisamos representar um objeto tridimensional em uma superfície bidimensional, representando dessa forma uma imagem. Para decodificar precisamos observar uma imagem bidimensional e compreender o objeto tridimensional a partir desta. Em ambos os processos ocorrem transformações entre o objeto real tridimensional (concreto ou virtual) e sua imagem bidimensional (representação). Para que uma pessoa possa realizar tanto a codificação como a decodificação é necessário um treinamento com relação à essas propriedades que são transformadas durante o processo. Aprender essas propriedades é desenvolver a habilidade de visualização espacial”. (LOPES, CARNEIRO-DA-CUNHA e GUSMÃO, 2015, p. 242)

Reunindo as colocações de Velasco e Adánez (2009), Neves Júnior et al. (2013) e Lopes, Carneiro-da-Cunha e Gusmão (2015), entende-se a habilidade de **visualização espacial** no âmbito deste trabalho como a capacidade de conceber mentalmente um objeto a partir de suas representações bidimensionais; de atuar sobre imagens mentais de objetos vislumbrando transformações como rotações e cortes; de antecipar representações bidimensionais de objetos. Sobretudo, a capacidade de **codificação e decodificação** de representações gráficas de objetos.

## 1.5. Consolidação do problema de pesquisa

O conjunto das experiências prévias da autora como discente e docente em disciplinas da área de representação gráfica, acrescidas de relatos de experiências de outros autores da área, indica a diversidade de contextos de formação implicadas no desenvolvimento da **visualização espacial**. Se observa também que existe uma discussão a respeito dos recursos tecnológico-computacionais empregados nas práticas didáticas que envolvem o desenvolvimento de **visualização espacial** através do **raciocínio geométrico projetivo**. A modelagem paramétrica, que somente tive a oportunidade de conhecer através da experiência com o estágio docente, se configura como mais um exemplo das possibilidades dos recursos gráfico-computacionais. Contribui para a ampliação do questionamento central deste estudo:

- Que práticas didáticas vêm sendo experimentadas no âmbito do ensino de representação gráfica que envolve o desenvolvimento de **visualização espacial** por meio do **raciocínio geométrico projetivo**?

## 1.6. Objetivos

### 1.6.1. Específicos

A partir do problema de pesquisa apontado, define-se como objetivo específico deste estudo:

- Reconhecer no estado da arte, um panorama de práticas didáticas que visam promover o desenvolvimento da habilidade de **visualização espacial** por meio do **raciocínio geométrico projetivo**.

Entretanto, diante da motivação inicial deste trabalho, advinda da experiência didática em contextos de ensino técnico e superior, se busca também refletir sobre a própria prática, ampliando o significado deste estudo e apoiando futuras atuações da autora. Neste sentido define-se também como objetivo específico:

- Contextualizar estas práticas em relação às experiências prévias da autora enquanto docente, discente e pesquisadora.

### 1.6.2. Geral

O objetivo geral deste estudo define-se pelo intuito de:

- Apoiar a prática docente de desenho de atividades didáticas para o desenvolvimento da habilidade de **visualização espacial** por meio do **raciocínio geométrico projetivo**.

## 1.7. Estrutura da dissertação

Este estudo organizou-se a partir de dois momentos principais: um momento de revisão de práticas didáticas que apoiam o desenvolvimento da **visualização espacial a partir do raciocínio geométrico projetivo**; e outro de contextualização das práticas identificadas em relação às experiências prévias da autora como discente, docente e pesquisadora em disciplinas da área.

Este capítulo introdutório teve por objetivo apresentar: o contexto que motivou o desenvolvimento da pesquisa a partir das inquietações advindas das experiências da autora; o contexto nacional que envolve o ensino da representação gráfica e as mudanças que vem sofrendo (de natureza curricular e tecnológica); a delimitação do tema da pesquisa envolvendo a conceituação do que se entende neste momento por habilidade de **visualização espacial e sua relação com o raciocínio geométrico projetivo**; e por fim, a pergunta central da pesquisa, objetivo geral e objetivos específicos definidos.

Os capítulos 2, 3, 4 e 5 a seguir referem-se ao primeiro momento desta dissertação: Parte I - revisão de práticas didáticas. Apresentam respectivamente: o método empregado; dados preliminares e instrumento; desenvolvimento; e resultados obtidos.

Os capítulos 6 e 7 referem-se ao segundo momento da dissertação: Parte II – contextualização de experiências prévias da autora. Apresentam

respectivamente: descrição das experiências identificadas; e análise contextualizada em relação aos resultados obtidos na Parte I.

O capítulo 8 apresenta discussão e recomendações para estudos futuros.

## **Parte I**

Revisão de práticas didáticas

## 2. MÉTODO

---

Fórum de investigação, fundamentação teórico-metodológica e etapas

Uma exploração bibliográfica preliminar em fóruns nacionais de produção acadêmica na área da representação gráfica contribuiu para a percepção sobre o considerável volume de estudos publicados. Entre estes, também parece expressivo o número de publicações em que os docentes apontam as dificuldades dos estudantes quanto à **visualização espacial** e relatam suas experiências didáticas. Exemplos são os estudos de Rosa, Ulbricht e Simioni (1996), Rodrigues (1996), Silva, Barcia e Schmitt (2001), Silva et al. (2003), Seabra e Santos (2005), Lima, Haguenaer e Cunha (2007), Seabra e Santos (2009), Pereira, Duarte e Lopes (2011), Buery et al. (2011), Eymar et al. (2013), Rêgo e Carreiro (2015) e Teixeira et al. (2015). Outros tantos estudos poderiam ser igualmente citados aqui ampliando a ilustração do volume de estudos desta natureza e, também, a permanência destes ao longo dos últimos quase vinte anos<sup>1</sup>.

Dessa forma, entendeu-se adequado que um estudo que busca conhecer as práticas didáticas empregadas pelos docentes para apoiar o desenvolvimento de **visualização espacial** se desse a partir de uma pesquisa bibliográfica.

Vasconcelos (1996), Silva e Fialho (1998) e Góes (2012), cujos trabalhos são referidos a seguir, também realizaram estudos na área de ensino de representação gráfica e empregaram a pesquisa bibliográfica em seus estudos.

Vasconcelos (1996) buscava identificar as discussões principais que envolviam o ensino de desenho na época. A autora realizou estudo tendo como

---

<sup>1</sup> Não foram buscados artigos acadêmicos anteriores à 1996.

base os anais do 11º Simpósio de Geometria Descritiva e Desenho Técnico que ocorreu em 1994. Essa autora relatou ter revisado as publicações realizadas no âmbito deste evento nacional, conhecido como **Graphica**, buscando a identificação de correntes de reflexões; situação que definiu mediante o aparecimento de semelhantes questões em pelo menos três (3) artigos.

Neste estudo o método envolveu análise de todos os artigos desta edição do **Graphica** dentro dos subtemas propostos pelo evento. Assim, Vasconcelos (1996) descreveu suas impressões sobre os estudos publicados em cada um dos três subtemas. A autora dedicou-se mais intensamente a dois deles: o que se refere às questões epistemológicas; e o que se refere às questões decorrentes do desenvolvimento tecnológico-computacional. Com relação a esse último, apontou a identificação de duas correntes: uma que vislumbrava nos recursos gráfico-computacionais a possibilidade do surgimento de “*softwares* educativos” que proporcionariam “melhor visualização em três dimensões” e dinamicidade; outra que se inclinava “a ver o advento da computação gráfica como instigador de um novo processo pedagógico” (VASCONCELOS, 1996, p. 403).

Em um terceiro subtema a autora identificou estudos que revelavam: “a importância da utilização de maquetes e objetos concretos como recurso para o ensino de desenho”; o destaque atribuído ao estímulo do estudante a “raciocinar, criar, descobrir, compreender, construir”; a importância da “integração do ensino de desenho com outras áreas do conhecimento, ou com o mundo real, concreto”; e a “falta de uma base de conhecimentos de desenho nos alunos egressos do primeiro e segundo graus” (VASCONCELOS, 1996, p. 401 e 402).

Assim, este estudo informa sobre as questões que estavam sendo discutidas no âmbito da pesquisa acadêmica de ensino de desenho na ocasião do **Graphica** de 1994.

Outro estudo envolvendo pesquisa bibliográfica foi realizado por Silva e Fialho (1998). Esses autores realizaram uma pesquisa na qual objetivavam a “análise, classificação e descrição dos progressos propiciados pelo impacto das novas pesquisas sobre a representação gráfica” (SILVA e FIALHO, 1998, p. 233). A base de dados deste estudo também envolveu os anais do **Graphica**, embora,

neste caso, tenha sido estruturado também a partir de outras fontes. No estudo de Silva e Fialho (1998) foram analisados os eventos **Graphica** de 1994 e 1996. A partir deste recorte temporal, os artigos de interesse foram estudados e apresentados de forma descritiva.

Por fim, o estudo de Góes (2012) que teve como objetivo a construção de um esboço de conceito para a Expressão Gráfica, também se configura como uma referência de pesquisa bibliográfica neste contexto. Essa autora também empregou os anais dos eventos **Graphica** e utilizou como método de estudo dos artigos a técnica de **análise de conteúdo** de Laurence Bardin<sup>2</sup>.

Góes (2012) realizou leituras flutuantes reunindo as palavras-chave indicadas nos resumos dos artigos para o período de eventos compreendido entre 2000 e 2011. Recorte que, em um segundo momento restringiu-se aos anais de 2007, 2009 e 2011. A autora catalogou os artigos encontrados, realizando uma organização sistematizada dos documentos. Nesta organização, registrou: títulos; autores; palavras-chave; níveis de ensino; recortes que buscavam identificar qual a intenção do estudo e quais recursos tinham sido empregados; além de elementos de expressão gráfica.

Góes (2012) revelou que essa organização sistematizada permitiu, após a análise de todos os artigos, a estruturação de dez (10) grupos ou categorias. Neste estudo, a organização dos grupos foi estabelecida de forma que nenhum artigo se enquadrasse em mais de uma categoria. Os estudos foram relatados por ano a partir das categorias estabelecidas. O estudo de Góes (2012) culminou com a análise dos dados e a definição do esboço de conceito (objetivo da pesquisa) para a Expressão Gráfica.

Esses estudos citados, realizados por Vasconcelos (1996), Silva e Fialho (1998) e Góes (2012), são referências para a sistematização do método de pesquisa bibliográfica cuja bases de dados definem-se pelos anais dos eventos **Graphica**.

---

<sup>2</sup> A análise de conteúdo é um método direcionado a análise de comunicações, aplicável à diversas áreas do conhecimento.

## 2.1. Fórum de investigação e delimitação temporal

O **Graphica**, Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, é promovido pela Associação Brasileira de Expressão Gráfica (ABEG) através de encontros bianuais. A associação (ABEG) não é recente. Foi fundada na década de 60, durante o acontecimento do 4º evento nacional do **Graphica**, em Recife/PE. Entretanto, não ocorreram eventos logo após a sua fundação (em 1963) em função do período militar. Os eventos promovidos pela ABEG foram retomados na década de 80. O **Graphica** foi internacionalizado a partir de 1996 em evento ocorrido na cidade de Florianópolis/SC. Atualmente, o congresso é um dos mais importantes eventos da área na América Latina segundo a ABEG (2015).

No contexto deste estudo, acredita-se que o momento de internacionalização do **Graphica** contribuiu para a consolidação do evento como um dos mais importantes na área. Entretanto, destaca-se que, embora o **Graphica** tenha se tornado um evento internacional, as publicações nacionais predominam entre os artigos publicados. Silva e Fialho (1998) que utilizaram esta fonte de dados, apontaram a representatividade deste evento para o panorama nacional de pesquisa sobre ensino de representação gráfica.

Além de representar o ano de internacionalização do evento, 1996 é o ano da segunda alteração na LDB que, segundo a ABEG (2015), abre espaço para alterações no elenco disciplinar que poderiam rever as tecnologias de representação diante dos avanços da informática gráfica.

Os anais internacionais dos eventos **Graphica** acontecidos desde 1996, conforme ilustra a Tabela 1, somam um total de 11 eventos ocorridos até o último simpósio realizado no ano de 2015.

Tabela 1: Congressos Graphica realizados desde a internacionalização do evento

ANO	LOCAL	PRODUÇÃO
1996	Florianópolis, SC	63
1998	Feira de Santana, BA	83
2000*	Ouro Preto, MG	
2001	São Paulo, SP	140
2003	Santa cruz do Sul, RS	180
2005	Recife, PE	127
2007	Curitiba, PR	162
2009	Bauru, SP	154
2011	Rio de Janeiro, RJ	133
2013	Florianópolis, SC	162
2015**	Lisboa, Portugal	84

\* As publicações do ano 2000 não foram encontradas

\*\* O evento de 2015 foi realizado em parceria com instituição de Portugal, a APROGED (Associação de Professores de Desenho e Geometria Descritiva)

Fonte: Adaptado de ABEG

### 2.1.1. Delimitação temporal

Observou-se, nos estudos citados na abertura deste capítulo, que as tecnologias computacionais vêm permeando os estudos dos docentes que atuam com disciplinas da representação gráfica. Observar o que está sendo mais recentemente empregado (a exemplo da referida experiência com desenho paramétrico) se configura como questão de interesse para este estudo. Que rumos estão tomando as práticas didáticas que se ocupam do desenvolvimento de **visualização espacial** por meio do **raciocínio geométrico projetivo**?

Por outra parte, entende-se pertinente observar as reflexões dos docentes em estudos posteriores, pois estes dados poderiam auxiliar no reconhecimento de práticas didáticas que seguem sendo aplicadas e que, de certa forma, podem ser entendidas como validadas.

Desde o momento da internacionalização do evento **Graphica** de 1996, decorreram-se quase vinte anos. Que mudanças se observam entre as reflexões realizadas no âmbito de 1996 em relação aos estudos mais recentes?

Assim, as investidas iniciais foram dirigidas para os 11 eventos compreendidos desde 1996 até o momento atual, com exceção do **Graphica** de 2000 e de 2015. O primeiro porque não se conseguiu acesso e o segundo porque ainda não havia ocorrido naquele momento. Entretanto, com o avanço dos estudos e a definição de método empregado, especialmente porque se direcionaram análises qualitativas e porque existe numerosa produção acadêmica se ocupando de semelhantes problemas, entendeu-se adequado reduzir o número de eventos estudados.

Dessa forma, delimitou-se novo recorte. Definiu-se como marco, o ano de 1996 em função da internacionalização do evento e referência da ABEG à uma nova LDB. E, numa observação retrospectiva, definiu-se analisar também a produção dos eventos de 2015 (agora já ocorrido), 2013 e 2011 abarcando assim, a produção mais recente. Dessa forma, analisou-se os estudos de quase duas décadas atrás e, também, dos três (3) eventos mais recentemente realizados. A Tabela 2 ilustra a delimitação temporal e o quantitativo de artigos publicados nestes eventos.

Tabela 2: Eventos selecionados e total de artigos publicados

ANO	PRODUÇÃO (total)
1996	63
1998	83
2000	
2001	140
2003	180
2005	127
2007	162
2009	154
2011	133
2013	162
2015	84
Total*	442

\* Total de artigos publicados nos eventos selecionados

Fonte: Autoria própria

## 2.2. Análise de conteúdo

Definido o fórum de pesquisa e delimitado o recorte temporal, o método se estabeleceu, a exemplo do estudo realizado por Góes (2012) pelos procedimentos e etapas da **análise de conteúdo** (BARDIN, 2011).

Segundo Bardin (2011, p. 38), esta técnica pode ser aplicada a qualquer tipo de comunicação, ou seja, “qualquer veículo de significados de um emissor para um receptor”. Quanto aos tipos de comunicações que configuram domínios possíveis de aplicação deste método, a autora apresenta uma classificação inicial envolvendo: a quantidade de pessoas atingidas pela comunicação e a natureza do código da mensagem. Nessa classificação os códigos são variados (linguístico, icônico e outros) e a quantidade de pessoas atingidas varia podendo ser desde uma pessoa (por meio de registros de agenda por exemplo) até comunicações de massa (jornais, livros e etc.).

Duas são as funções da **análise de conteúdo** referidas pela autora, sendo que essas podem ser dissociadas ou não. A primeira função é referida como “heurística” caracterizando-se assim pela busca exploratória, “para ver o que dá” (BARDIN, 2011, p. 35). Já a segunda função é a aplicação do método para verificação de hipóteses, servindo de prova.

São características da **análise de conteúdo** a descrição analítica das comunicações e a inferência. O tratamento descritivo, entretanto, não é exclusivo da **análise de conteúdo**, segundo a autora. Neste método, a descrição se constitui como uma das fases e “funciona segundo procedimentos sistemáticos e objetivos” (BARDIN, 2011, p. 41). Porém, a autora indica que o objetivo do método não reside na descrição do conteúdo das mensagens somente, “mas sim no que estes nos poderão ensinar após serem tratados” (BARDIN, 2011, p. 44). Nesse sentido, a autora refere-se à inferência e apresenta definição da finalidade do método:

“A intenção da análise de conteúdo é a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção (ou, eventualmente, de recepção), inferência esta que recorre a indicadores (quantitativos ou não)”. (BARDIN, 2011, p. 44)

Portanto, além do método abarcar a descrição dos dados, a **análise de conteúdo** proporciona que, ao inferir (“deduzir de maneira lógica”), outros conhecimentos não explícitos nas mensagens possam ser revelados (BARDIN, 2011, p. 45). Esses conhecimentos não se restringem ao receptor ou emissor da mensagem, podem também referir-se à própria mensagem, seu significado, em função dos temas nela presentes.

“Se a descrição (a enumeração das características do texto, resumida após tratamento) é a primeira etapa necessária e se a interpretação (a significação concedida a estas características) é a última fase, a inferência é o procedimento intermediário, que vem permitir a passagem, explícita e controlada, de uma a outra”. (BARDIN, 2011, p. 45)

De forma resumida, o domínio de atuação da **análise de conteúdo**, seus objetivos (finalidades) e funcionamento foi referido como:

“Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens”. (BARDIN, 2011, p. 48)

Sob esses aspectos, observa-se a pertinência dos dados provenientes das comunicações realizadas nos fóruns de produção acadêmica, situação do **Graphica**, que podem ser entendidos como comunicações de massa cujo suporte é linguístico e escrito e, portanto, suscetíveis a **análise de conteúdo**. A função da aplicação deste método no âmbito deste estudo é a exploração dos conteúdos das mensagens/artigos, não se estruturando a partir de hipóteses. Busca-se conhecer quais práticas didáticas os docentes vêm utilizando nos seus contextos de atuação na tentativa de auxiliar o desenvolvimento da **visualização espacial**.

Segundo Bardin (2011, p. 36), este método é “muito empírico”, variando em função dos dados que se estuda e os objetivos definidos para a aplicação do método. “Não existe coisa pronta em análise de conteúdo, mas somente algumas regras de base, por vezes dificilmente transponíveis”. O método revela que diferentes técnicas podem ser empregadas para a análise. Neste estudo, realizou-se análise categorial conforme descrita abaixo:

“Funciona por operações de desmembramento do texto em unidades, em categorias segundo reagrupamentos analógicos. Entre as diferentes possibilidades de categorização, a investigação dos temas, ou análise temática, é rápida e eficaz na condição de se aplicar a discursos diretos (significações manifestas) e simples”. (BARDIN, 2011, p. 201)

Com relação aos procedimentos, o método se estrutura a partir de três (3) etapas, a saber: pré-análise; exploração do material; e tratamento dos resultados e interpretação (BARDIN, 2011).

**Etapa 1 - Pré-análise:** Essa primeira etapa corresponde à organização da análise. Segundo Bardin (2011, p. 125), nela são realizadas: a seleção dos documentos que serão analisados; a “formulação das hipóteses e objetivos”; a “elaboração de indicadores que fundamentem a interpretação final”. Neste momento as atividades realizadas corresponderam à:

Leituras flutuantes: objetivou uma primeira aproximação com os artigos, tendo sido direcionada a todos os artigos publicados em cada um dos eventos selecionados (totalizando 442 comunicações). Teve como objetivo, também, “conhecer o texto deixando-se invadir por impressões e orientações” (BARDIN, 2011, p. 126).

Escolha dos artigos: constitui-se o que Bardin (2011, p. 126) chama de “*corpus*”, ou seja, o conjunto de artigos/documentos que seria submetido a análise. A autora sugere algumas regras, como amparo à escolha dos documentos, dentre as quais adotou-se a “regra de pertinência”. Nessa regra, o material selecionado (artigos/documentos) “devem ser adequados, enquanto fonte de informação, de modo a corresponderem ao objetivo que suscita a análise” (BARDIN, 2011, p. 128). Para atingir o objetivo desta análise utilizou-se como critério a verificação de referência dos autores à **visualização espacial**, conforme entendida pelo conceito introdutoriamente delimitado. A Tabela 3 indica o total de artigos selecionados por ano do evento **Graphica** estudado.

Tabela 3: Quantitativo de artigos selecionados por ano de publicação do Graphica

ANO	PRODUÇÃO TOTAL	ARTIGOS SELECIONADOS
1996	63	12
2011	133	19
2013	162	09
2015	84	15
Total	442	55

Fonte: Autoria própria

Formulação das hipóteses e objetivos: conforme mencionado, entre os objetivos específicos da pesquisa está o reconhecimento das práticas didáticas empregadas pelos docentes para apoiar o desenvolvimento da **visualização espacial**. Entretanto, não foram formuladas hipóteses. Bardin (2011, p. 129) indica que um conjunto de hipóteses não é condição obrigatória para realização de **análise de conteúdo**. Assim, os procedimentos realizados foram de “exploração”. Tais procedimentos, segundo a autora, permitem “apreender as ligações entre as diferentes variáveis, funcionam segundo o processo dedutivo e facilitam a construção de novas hipóteses”. Por conseguinte, essa etapa configurou-se pela confirmação dos objetivos do estudo e da **análise de conteúdo**. O objetivo específico de reconhecimento das práticas didáticas empregadas configura a Parte I deste estudo.

Referenciação dos índices e elaboração de indicadores: nessa etapa, buscou-se identificar indicadores que explicitassem as principais características das práticas e/ou experiências didáticas relatadas nos estudos. Desta forma, definiram-se os “recortes de texto” (BARDIN, 2011, p. 130). Para o registro dos recortes estruturou-se inicialmente um fichamento dos artigos selecionados. Nessas fichas (exemplificadas pelo Apêndice A), os recortes foram organizados em folha A4 juntamente com dados de identificação de cada um dos artigos. Os dados de identificação registrados foram: título do artigo; autores; ano de publicação; instituição de origem dos autores; curso de aplicação da experiência e palavras-chave. Quanto aos recortes identificados nos artigos foram observados: identificação do marco teórico; atividades desenvolvidas; conteúdos explicitados; tecnologias de representação empregadas; resultados apontados; a realização ou não de avaliação da estratégia aplicada; imagens (duas no máximo) e uma

síntese com no máximo 200 palavras. Os espaços para cada item foram limitados de forma a padronizar o fichamento dos artigos. Esta organização se caracterizou como uma espécie de catalogação dos artigos e contribuiu para a confirmação ou não da inclusão de cada um dos estudos pré-selecionados.

Os recortes, juntamente com escolha de regras de contagem e a escolha das categorias, constituem ao que Bardin (2011, p. 133) refere-se como “codificação”. Entretanto, tendendo a organização de categorias, além dos recortes de texto realizados, buscou-se identificar: *o que cada comunicação estava dizendo?* Neste sentido o conceito de “unidade de registro” contribuiu para um melhor delineamento.

“A unidade de registro – é a unidade de significação codificada e corresponde ao segmento de conteúdo considerado unidade de base, visando a categorização e a contagem frequencial”. (BARDIN, 2011, p. 134)

Consideraram-se como unidades de registro as questões centrais comunicadas em cada artigo. Essas questões foram identificadas através de uma ou mais frases para cada um dos artigos. Assim, as categorias foram identificadas a partir do agrupamento de características comuns observadas.

“As categorias são rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elementos (unidades de registro no caso da análise de conteúdo) sob um título genérico, agrupamento esse efetuado em razão das características comuns destes elementos”. (BARDIN, 2011, p. 147)

Segundo Bardin (2011), o critério para organização das categorias pode ser: semântico, sintático, léxico e expressivo. Neste estudo o critério de categorização adotado foi semântico, configurando categorias temáticas.

O processo de categorização, segundo Bardin (2011), pode se dar de duas maneiras. Em uma delas, têm-se categorias pré-definidas e submetem-se os dados à estas categorias. A outra maneira, adotada neste estudo, refere-se ao surgimento das categorias pelo processo de “classificação analógica e progressiva dos elementos”. Dessa maneira, “o título de cada categoria somente é definido no final da operação” (BARDIN, 2011, p. 149).

Quanto às regras de enumeração (contagem) foram adotadas duas regras: a presença (ou ausência) e a frequência. Com relação à análise qualitativa,

Bardin (2011) observa que esta se caracteriza mais pela presença de um índice (que pode ser o tema) do que pela sua frequência de aparição. Entretanto, a frequência é um bom indicador da “importância de uma unidade de registro” (BARDIN, 2011, p. 138). No contexto deste estudo ambas, a presença e ausência, são regras adotadas para a observação do conjunto de artigos. Assim, nas análises, após definidas categorias e subcategorias, no contexto de cada ano das publicações (1996, 2011, 2013 e 2015), individualmente, os dados de frequência e ausência amparam as interpretações. Num sentido global (envolvendo a totalidade de artigos estudados), entretanto, a frequência foi a regra de contagem que amparou estas interpretações. Em ambos os casos, as regras de contagem apoiam interpretações que são prioritariamente qualitativas.

Esta primeira etapa concentra as principais definições da análise, de forma que permeou todo o processo. A definição de categorias se concretizou ao final do estudo a partir das descrições de cada um dos artigos e identificação das unidades de registro de todos os artigos.

**Etapa 2 - Exploração do material:** Definida a organização da análise, esta etapa correspondeu à aplicação das definições estabelecidas na etapa anterior em um processo mecânico e sistemático. A exploração do material compreende o desenvolvimento do estudo e é apresentada no capítulo **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

**Etapa 3 - Tratamento dos resultados e interpretação:** Esta etapa, segundo Bardin (2011, p. 131), compreende o tratamento dos dados de forma a “serem significativos”. Assim, o tratamento compreende a apresentação dos resultados em gráficos, análises e considerações. Resultados obtidos a partir de dados preliminares e que são também instrumento de análise das comunicações são apresentadas no capítulo 3. O capítulo 5 apresenta resultados e análises finais obtidos na Parte I deste estudo.

### 3. DADOS PRELIMINARES E INSTRUMENTO

---

Quantitativo de artigos analisados e categorias de práticas didáticas

Este capítulo apresenta dois resultados preliminares. Um primeiro que se refere ao quantitativo de artigos que revelam a preocupação docente com práticas que apoiem o desenvolvimento da visualização espacial. E o segundo que, assim como na metodologia apresentada por Góes (2012), foi obtido somente ao final do estudo de todos os artigos, porém é também instrumento de análise do conjunto das publicações e, por isso, sua apresentação antecede o desenvolvimento apresentado no capítulo 0.

#### 3.1. Preocupação docente com o desenvolvimento da visualização espacial

A delimitação do *corpus* de artigos que seriam analisados no contexto deste estudo constitui um primeiro dado resultante da pesquisa. Embora a referência a um permanente investimento em estratégias didáticas que apoiem o desenvolvimento da **visualização espacial** tenha sido feita na introdução do Capítulo 2, por meio de referências bibliográficas, o *corpus* de artigos analisados permite demonstração quantitativa desse investimento por parte dos docentes e confirma as impressões iniciais.

No **Graphica** de 1996, o número de artigos selecionados (12) corresponde à 19,05% do total de artigos publicados. Nos eventos mais recentes, esse percentual foi de 14,28% no **Graphica** de 2011 (19 artigos analisados), 5,55% no

Graphica de 2013 (9 artigos analisados) e 17,86% no Graphica de 2015 (15 artigos analisados). Esses valores são melhor visualizados através da **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

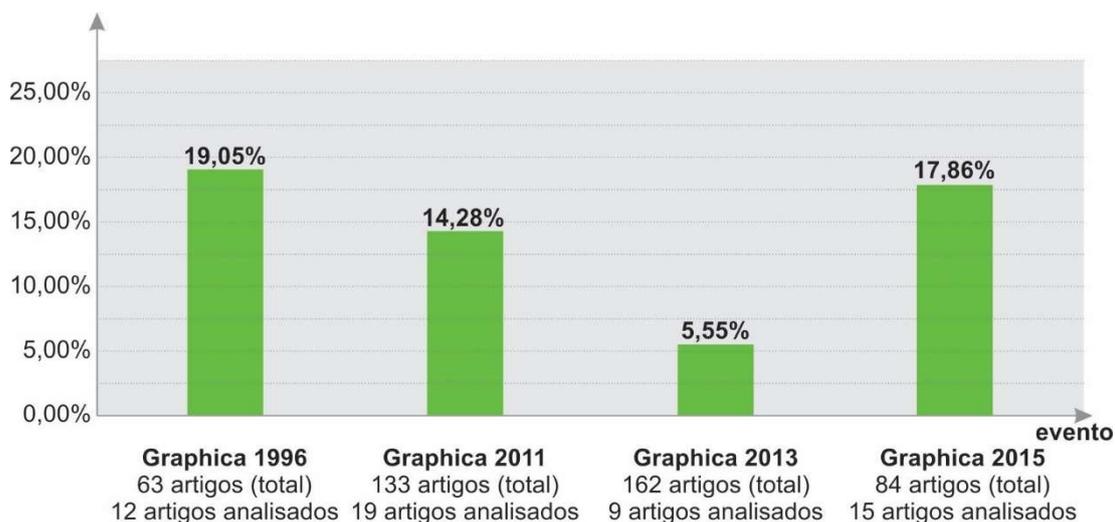


Figura 2: Porcentagem de artigos analisados por evento

Fonte: Autoria própria

A leitura do gráfico da Figura 2 indica que, embora tenha havido um declínio em 2013 no percentual de artigos analisados em relação ao total dos artigos comunicados, se confirma a impressão inicial de manutenção do investimento nas estratégias que apoiem o desenvolvimento da visualização espacial. Entende-se que esta constante experimentação de estratégias significa que não existe entre os docentes o conhecimento de uma prática didática consolidada que possa auxiliar os estudantes a promover o desenvolvimento desta habilidade no contexto atual de ensino de desenho no Brasil. Assim, verificam-se constantes investidas nesse tema nas publicações dos anais dos eventos analisados.

### 3.2. Categorias de práticas didáticas

As categorias de práticas didáticas que são apresentadas neste momento constituem um dado de pesquisa que resulta da aplicação das análises a todos os artigos estudados e que são, portanto, resultados dessa primeira parte (Parte I) do estudo. Entretanto, conforme referido introdutoriamente nesse capítulo, para

análise categorial este dado se configura como instrumento de análise. Nesse sentido, apresentam-se, neste momento, as categorias e subcategorias definidas a partir das unidades de registro (temas identificados através de frases que resumem as ideias principais identificadas em cada um dos artigos). A organização das ideias centrais dos artigos para a definição das categorias se deu a partir do agrupamento progressivo de semelhanças temáticas.

Quanto à estruturação destas categorias se esclarece que, a natureza das comunicações indicou, em muitos casos, mais de um elemento importante entre as questões centrais colocadas. Por exemplo: um autor pode referir-se à importância da contextualização das atividades com a prática profissional dos estudantes e também referir-se às vantagens de emprego de recursos gráfico-computacionais tridimensionais para a visualização do objeto. Assim, frequentemente um artigo enquadra-se em mais de uma categoria. Com relação às subcategorias, semelhante situação se verificou, especialmente no que diz respeito às tecnologias de representação. Assim, um artigo pode revelar mais de uma categoria. Entretanto, manteve-se como rigor o registro dos artigos em categorias e subcategorias sempre que identificadas características relacionadas às questões explicitamente comunicadas pelos autores. As categorias e subcategorias identificadas foram:

Categoria 1 – Reúne estudos cujas abordagens envolvem reflexões acerca da natureza dos processos de desenvolvimento de conceitos no indivíduo (epistemologia), sequências adequadas e momentos ideais de desenvolvimento de conteúdos. Subdivide-se em:

- Estudos que revelam busca pelo conhecimento sobre natureza dos processos de desenvolvimento cognitivo, do raciocínio geométrico e das habilidades espaciais. Envolvem teorias de base epistemológica, psicológica e de neurociências com alusões aos processos de ensino/aprendizagem.
- Estudos que reforçam a importância do desenvolvimento de habilidades espaciais na infância e a crença de que estas habilidades devem acompanhar todo o processo de desenvolvimento do estudante, de

modo lento e sequencial, respeitando momentos adequados para o desenvolvimento dos conceitos.

- Estudos que se baseiam na organização do encadeamento de conteúdos.

Categoria 2 – Reúne estudos cujas abordagens são entendidas como tentativas de redução da abstração. Subdivide-se em:

- Estudos que investem na tentativa de redução da abstração através de reflexões e/ou revisões na abordagem do método Mongeano;
- Estudos que revelam abordagens a partir do objeto no espaço tridimensional inicialmente, inserindo os sistemas de projeção num segundo momento;
- Estudos que fazem referências a abordagens a partir de situações concretas (a partir de um objeto). Pode se distinguir três modos:
  - Abordagem concreta pela construção do objeto no espaço digital;
  - Abordagem concreta no espaço físico, a partir de experiência física e/ou manipulação de objetos;
  - Abordagem concreta por meio de construção de maquetes (ex.: dobraduras de papel (*origami* e *kirigami*), planificação, modelagem física e etc.).
- Estudos que fazem referências a abordagens interdisciplinares e que buscam conexões com o cotidiano do estudante e/ou futura formação profissional.

Categoria 3 – Reúne estudos que revelam reflexões provenientes do desenvolvimento e uso de recursos computacionais. Subdivide-se em:

- Estudos que envolvem reflexões relacionadas ao emprego de recursos tecnológico-computacionais:

- Emprego de recursos tecnológico-computacionais como meio de romper com o ensino clássico/tradicional;
- Emprego de recursos tecnológico-computacionais para atender aos diferentes estilos de aprendizagem;
- Estudos que envolvem reflexões relacionadas ao emprego de recursos gráfico-computacionais:
  - Emprego dos recursos gráfico-computacionais para representações bidimensionais com a característica de substituição de meio de representação e preservação dos processos;
  - Emprego dos recursos gráfico-computacionais para reconstituição das situações do espaço tridimensional com objetivo de visualização: modelagem tridimensional digital;
  - Emprego dos recursos gráfico-computacionais para a automatização dos processos de obtenção de representações bidimensionais;
  - Emprego de recursos digitais para estudo da geometria através de preservação de parâmetros previamente definidos para controle da forma;
  - Estudos que recomendam o ensino de operações matemáticas inerentes ao desenvolvimento/funcionamento de *software* gráfico.
- Estudos que investem no desenvolvimento de tecnologia computacional para resolver problemas de ensino relacionados à representação gráfica. Envolvem:
  - Exploração das potencialidades de processamento computacionais como meio de agilizar e reproduzir os processos descritivos na máquina;

- Exploração de diferentes interfaces de interação homem-máquina.
- Estudos que indicam a importância da alternância entre meios manuais e digitais de representação.

Categoria 4 – Reúne estudos que revelam preservadas características do ensino tradicional/clássico de **Geometria Descritiva**. Revelam-se pela sequência de conteúdos, tópicos abordados, métodos de solução de problemas empregados e tecnologias de representação identificadas.

Categoria 5 - Estudos que envolvem atividades que revelam associações entre a forma e o número.

## 4. DESENVOLVIMENTO

---

Considerações sobre eventos, artigos selecionados e análises descritivas

O desenvolvimento apresentado neste capítulo organiza-se em ordem cronológica a partir do ano em que cada evento foi realizado: **Graphica** de 1996 (item 4.1), **Graphica** de 2011 (item 4.2), **Graphica** de 2013 (item 4.3) e **Graphica** de 2015 (item 4.4).

Para cada um dos eventos apresentam-se: considerações gerais e descrição de título e autores dos artigos que fizeram foram incluídos no *corpus*; e, em um segundo momento, análises sobre o conjunto das publicações do referido ano, tendo como referência o instrumento caracterizado pelo conjunto de categorias de práticas didáticas apresentado no capítulo anterior.

### 4.1. Graphica de 1996

Francisco Fialho (1996), prefaciando os anais do **Graphica** de 1996, revelou a percepção que se tinha naquele momento de que a expressão gráfica se inseria em um contexto de transformações profundas da sociedade em decorrência do desenvolvimento computacional. Segundo ele, o 1º congresso internacional do **Graphica** se caracterizava como espaço ideal de inclusão dessas questões. O tema central desse evento foi “Impacto das novas tecnologias na representação gráfica das ideias”. O **Graphica** de 1996 revelou um total de sessenta e três (63) artigos publicados em quatro (4) subtemas: epistemologia do desenho; teorias gráficas e de geometria aplicada; engenharia gráfica; educação

gráfica. Para o estudo de práticas didáticas sobre o desenvolvimento da habilidade de **visualização espacial** por meio do **raciocínio geométrico projetivo**, selecionaram-se doze (12) artigos. Destes artigos: três (3) foram apresentados no subtema “epistemologia do desenho”; um (1) foi apresentado no subtema “teorias gráficas e de geometria aplicada”; e oito (8) foram apresentados no subtema “educação gráfica”. A Tabela 4 apresenta a lista dos artigos selecionados, em uma organização que busca aproximar-se da sequência de categorias de práticas didáticas descritas no Capítulo 3. Assim, inicia-se a discussão abordando os artigos que revelam características descritas na Categoria 1 (presença de preocupações de natureza epistemológica – abordagens pedagógicas), avançando sucessivamente para os demais.

Tabela 4: Artigos selecionados a partir dos anais do Graphica de 1996

<b>Graphica 1996</b>		
<b>Nº</b>	<b>Título do artigo</b>	<b>Autores</b>
1	A visão espacial no contexto da gráfica	Maria Helena Wyllie Lacerda <b>Rodrigues</b>
2	Desenho e escola	Regina Coeli Moraes <b>Kopke</b>
3	Ensino da Geometria Projetiva através do uso de instrumentos	Silvana Bernardes <b>Rosa</b> , Vania Ribas <b>Ulbricht</b> , Sandra Maria <b>Simioni</b>
4	O uso de instrumentos no ensino de desenho: diferentes atividades e diferentes funções	Silvana Bernardes <b>Rosa</b> , Leila Amaral <b>Gontijo</b>
5	Duas metodologias de desenho que se debatem	I. C. <b>Almeida</b> , Sandra de Souza <b>Melo</b> , Edson Rodrigues de <b>Santana</b> , Gildo <b>Montenegro</b>
6	Metodologia para o ensino de Geometria Descritiva, sob proposta de Gino Lória	Delson <b>Lima Filho</b> , Adriana Alves das <b>Chagas</b>
7	O ensino da Geometria Descritiva, relacionando a instrumentalização com os recursos da informática	Josiane <b>Wanderlinde</b> , Alice Theresinha Cybis <b>Pereira</b>
8	Uma nova abordagem sobre o ensino de desenho e Computação Gráfica: relato crítico sob o ponto de vista do aluno	Edmar Maria Lima <b>Lopes</b> , Odenir <b>Almeida</b>
9	A estratégia do cubo: “a trissecção”	Maria Alzira <b>Loureiro</b>
10	O uso do <i>Cabri-Géomètre</i> no ensino de Desenho Geométrico	Gilson <b>Braviano</b> , Vania Ribas <b>Ulbricht</b> , Milton Luiz Horn <b>Vieira</b>
11	Editor de Geometria Descritiva	Romir <b>Souza Filho</b>
12	Por que introduzir noções de programação específica em disciplinas de desenho	Raquel Terezinha <b>Todeschini</b> , Sergio Murilo <b>Ulbricht</b>

Fonte: Autoria própria

Todos os artigos listados nessa Tabela 4 são descritos individualmente, de forma detalhada, no Apêndice A deste documento.

#### 4.1.1. Análise descritiva

Os estudos comunicados no contexto do **Graphica** de 1996, os quais foram selecionados para este estudo, sob uma visão geral, nem sempre revelaram constituir-se por relatos de práticas didáticas ou estratégias didáticas propriamente. Desde o início desta pesquisa, que busca o reconhecimento de práticas didáticas que pudessem auxiliar o desenvolvimento da **visualização espacial** por meio do **raciocínio geométrico** projetivo, esta percepção inicial gerou questionamentos sobre a inclusão ou não de cada um dos artigos. A leitura mais aprofundada desses estudos revelou, entretanto, reflexões sobre o ensino de desenho que contribuíram para a observação das preocupações que se organizaram, principalmente, em torno das **questões cognitivas** e a investigação das **tecnologias computacionais** como possibilidades de auxílio aos processos de ensino.

Os estudos que apresentaram preocupações relativas ao desenvolvimento cognitivo dos estudantes revelaram questões de natureza epistemológica, a exemplo da abordagem piagetiana encontrada nas reflexões de Rodrigues (1996), que disserta sobre o desenvolvimento de conceitos e, também, o sobre o desenvolvimento das noções espaciais relativas ao espaço projetivo indicado no estudo de Rosa, Ulbricht e Simioni (1996). O estudo de Rodrigues (1996) apontou para a **importância da ação** definida pelo enunciado de um problema enquanto Rosa, Ulbricht e Simioni (1996) apontaram para a importância da **experiência física** como meio de proporcionar ao estudante operar no plano **concreto** com conceitos que ainda não desenvolveu para **posteriormente ser conduzido às abstrações**. Situação essa deve ser auxiliada pela atuação do professor.

Também se preocuparam com as questões cognitivas os autores Almeida et al. (1996) e Wanderlinde e Pereira (1996) que revelaram influências de estudos da área das neurociências nas suas propostas. Para Almeida et al. (1996), o referencial teórico se constituiu, na prática da proposta, mais como uma mudança na abordagem pedagógica. Entretanto, deve-se destacar o apontamento dos

autores aos **diferentes estilos de aprendizagem**. Situação que também se revela pela proposta de Wanderlinde e Pereira (1996) que estruturaram um sistema no formato de hipertexto<sup>1</sup>; tipo de sistema referido por Ledo e Ulbricht (2011) em função da possibilidade de atender aos diferentes estilos de aprendizagem. Wanderlinde e Pereira (1996), porém, não exploram esta possibilidade do sistema hipertexto entre as justificativas para sua implementação como recurso didático. Essas autoras indicaram, especialmente, a tentativa de **romper com o ensino tradicional** devido às insatisfações e dificuldades dos seus estudantes.

Kopke (1996), por outra parte, não buscou romper com o ensino tradicional no seu estudo, mas resgatar no ensino básico os conteúdos que deixaram de ser ensinados, recomendando o desenho manual com instrumentos e o **desenvolvimento de conteúdos de forma lenta e sequencial**. Advinda de um contexto de ensino superior, essa autora entende que se chega à **Geometria Descritiva** mediante um processo evolutivo. Quando este processo não ocorre, os estudantes encontram dificuldades devido ao **nível de abstração elevado**. Ao mesmo tempo que a **GD** promove o desenvolvimento da **visualização espacial** através do **raciocínio geométrico projetivo**, o desenvolvimento desta capacidade é também condição para a sua compreensão. Com relação ao ensino da **geometria descritiva**, Kopke (1996) também se referiu à importância das **experiências concretas**.

Esta ideia de trabalhar com experiências concretas mencionada em Kopke (1996) e apontada por Rosa, Ulbricht e Simioni (1996) e Rosa e Gontijo (1996), entendeu-se como tentativas de **redução da abstração**. Especialmente pelo apontamento explícito de Rosa, Ulbricht e Simioni (1996) sobre operar com conceitos na prática para depois abstraí-los. Rosa e Gontijo (1996) exemplificaram esta possibilidade de operar com conceitos através do uso do perspectógrafo. Através desse aparato (ilustrado pela Figura 3), o estudante consegue representar uma perspectiva sem conhecimentos prévios.

---

<sup>1</sup> Segundo Lévy (1993), o sistema hipertexto permite a organização de dados (imagens, documentos e etc.) em meio digital através de conexões que não-lineares. Se configura por um sistema multimídia interativo que por sua organização não-linear favorece diferentes formas de exploração.

1. Quadro de vidro
2. Ponto de observação
3. Barra para regular a distância
4. Barra para regular a altura
5. Objeto observado

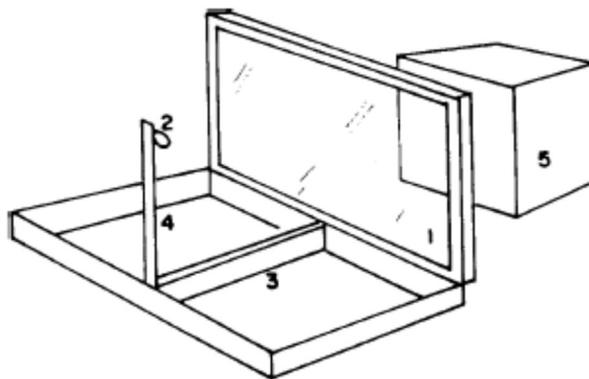


Figura 3: Perspectógrafo didático

Fonte: Eneuzzi, 2009 p. 78

A tentativa de reduzir o elevado grau de abstração necessário para a compreensão das representações bidimensionais foi entendida também a partir da leitura do estudo de Lima Filho e Chagas (1996), os quais revelaram apoiar-se, como estratégia, na proposta de Gino Lória de emprego do **terceiro plano de projeção** para facilitar a compreensão dos objetos tridimensionais. Ao empregar o terceiro plano de projeção, esses autores proporcionam ao estudante mais informação que o sistema de dupla-projeção paralelo ortogonal clássico da geometria descritiva fornece.

A exploração das possibilidades dos recursos tecnológicos foi referida de diferentes maneiras pelos autores das comunicações de 1996. Wanderlinde e Pereira (1996), conforme apontado, buscaram explorar as potencialidades computacionais para a apresentação de conteúdos num sistema mais atrativo, motivando o estudante, facilitando seu estudo e contribuindo para **visualização espacial**. Entretanto, entende-se que a contribuição para a **visualização espacial** na proposta pelas autoras, decorre da possibilidade que o sistema (**Erro! Fonte de referência não encontrada.** Figura 4) oferece de **visualizar** situações em três dimensões (perspectiva) mesmo que de forma estática e com a interatividade limitada a não-linearidade de exibição das telas. Não existia nesta proposta a possibilidade de animação, por exemplo, ou interação do usuário através de recursos de realidade virtual.

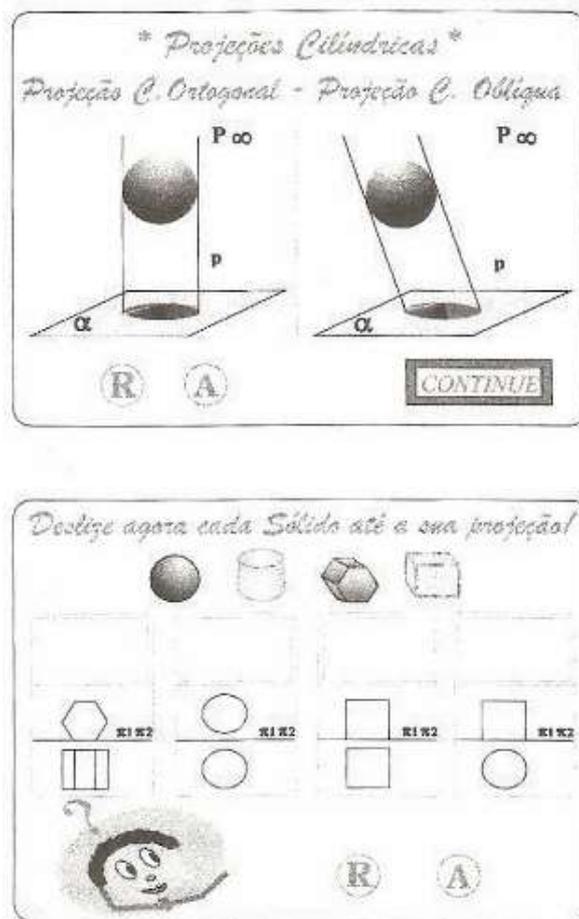


Figura 4: Telas criadas para o sistema hipertexto de Wanderlinde e Pereira (1996)

Fonte: Wanderlinde e Pereira, 1996 p. 506

Outra estratégia que emprega recursos informáticos envolve a possibilidade de construção tridimensional de problemas de **geometria descritiva** pelos estudantes que foi apresentada na experiência didática de Lopes e Almeida (1996). Esses autores relataram a realização de exercícios de **GD** no AutoCAD em 3D, apontando melhoras das questões relativas à **visão espacial**. A ferramenta digital nesta experiência permitiu a reconstituição da situação tridimensional no espaço digital, reduzindo os esforços mentais necessários para resoluções de problemas pelos moldes tradicionais do ensino da **GD**. Essa situação refere-se à mudança de paradigma na área da representação gráfica referida por Soares (2005) e mencionada na introdução desta dissertação (item 1.2.3). A experiência didática de Lopes e Almeida (1996), envolvendo a reconstituição da situação 3D no espaço digital tridimensional, compreende a segunda fase de implementação da computação gráfica de acordo com Soares (2005).

Loureiro (1996) também revelou o emprego de tecnologias gráfico-computacionais de modelagem tridimensional digital, entretanto, observa-se que esta autora apontou como objetivo do uso deste recurso a **investigação da geometria**. Braviano, Ulbricht e Vieira (1996) também se referiram ao **estudo da geometria**, entretanto, a partir de recurso de geometria dinâmica em duas dimensões. Entende-se que o uso de *software* de geometria dinâmica proporciona maior interação quando comparado às manipulações realizadas com AutoCAD porque, segundo Braviano, Ulbricht e Vieira (1996), esse recurso permite a criação da forma pela descrição da geometria e possibilita que ela seja alterada preservando propriedades intrínsecas à geometria definida.

No estudo das relações internas do cubo, Loureiro (1996) também realizou operações preservando propriedades, por exemplo, ao realizar diferentes trisseções do cubo deslocando sobre as suas diagonais o ponto radial de origem da trisseção e preservando áreas e volumes iguais (Figura 5). Entretanto, esta característica está no método que a autora empregou e não na possibilidade da ferramenta digital. Essa autora revelou explicitamente buscar, com o método empregado, o desenvolvimento de conhecimentos de geometria plana, sólida, analítica e descritiva. Entende-se por isso que a proposta de Loureiro investiu nos recursos gráfico-computacionais, mas também no resgate de conhecimentos complementares: geometria analítica e descritiva.

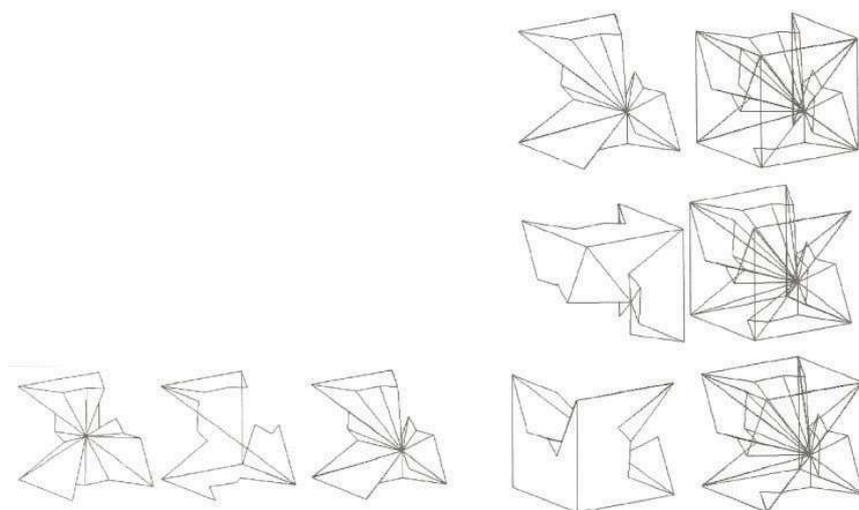


Figura 5: Trisseção do cubo proposta por Loureiro (1996). À esquerda o deslocamento do ponto radial sobre a diagonal do cubo. À direita formas e volumes iguais obtidos.

Fonte: Loureiro, 1996 p. 496

Souza Filho (1996) também explorou as potencialidades do computador para o ensino de **geometria descritiva**, porém através do desenvolvimento de uma ferramenta exclusiva para o desenvolvimento de épuras. Esse autor enfatizou a **indissociabilidade** entre a **geometria descritiva** e a **geometria analítica**. Embora a ferramenta desenvolvida não solicite do usuário que atue com ambos os conhecimentos, o autor identificou a relevância destas conexões pelo próprio processo de desenvolvimento do *software*, pela necessidade de transpor para o computador as situações gráficas. Apresentando reflexões que contribuem para esse apontamento, Todeschini e Ulbricht (1996), referiram-se à necessidade de ensino das **noções** de **programação**, entendendo que tais noções contribuiriam para o pleno desenvolvimento cognitivo do estudante através do domínio das operações inerentes ao funcionamento do *software*.

#### 4.2. Graphica de 2011

O **Graphica** de 2011, nono evento internacional desde 1996, se caracterizou, conforme indicado na apresentação dos anais do evento pela observação do amplo espectro de aplicação das linguagens gráficas, especialmente a partir da evolução dos recursos tecnológico-computacionais. O tema central “Expressão gráfica: conexões entre ciência, arte e tecnologia” revela essa situação. Objetivou-se com este tema evidenciar a integração de conhecimentos, o estímulo à criatividade e o emprego de tecnologias avançadas (CARVALHO, 2011). O conjunto das publicações desse ano de 2011 revela um total de 133 artigos organizados nos subtemas: epistemologia e rumos da expressão gráfica; expressão gráfica na educação; tecnologias gráficas; e aplicações gráficas. Para o estudo de práticas didáticas sobre o desenvolvimento da habilidade de **visualização espacial** por meio do **raciocínio geométrico projetivo** selecionaram-se dezenove (19) artigos. Desses artigos: treze (13) foram apresentados no subtema “expressão gráfica na educação”; cinco (5) no subtema “tecnologias gráficas”; um (1) no subtema “aplicações gráficas”. A lista dos artigos é apresentada na Tabela 5, e sua organização segue a lógica empregada para o **Graphica** de 1996. Busca-se abordar, inicialmente, àqueles

que apresentam características de práticas didáticas apontados na Categoria 1, avançando sucessivamente para as demais.

Tabela 5: Artigos selecionados a partir dos anais do Graphica de 2011

<b>Graphica 2011</b>		
<b>Nº</b>	<b>Título do artigo</b>	<b>Autores</b>
1	Desenvolvendo a inteligência viso-espacial nos alunos de engenharia da UFPE	Daniilo Candido <b>Pereira</b> , Maria Eduarda Rabelo <b>Duarte</b> , Andiará Valentiva de Freitas e <b>Lopes</b>
2	Um estudo gestaltista para o ensino do desenho e da arte	Márcio Santos <b>Lima</b>
3	A possibilidade de uso de hipervídeos em ambientes hipermídia de geometria descritiva	Rafael Zanelato <b>Ledo</b> , Vânia Ribas <b>Ulbricht</b>
4	Construção do conhecimento de geometria: utilização de materiais manipulativos	George Rocha <b>Silva</b> , Marcelo João Alves da <b>Silva</b> , Robérico Celso Gomes dos <b>Santos</b>
5	A geometria por meio de dobraduras na construção do Tangram	Luciane Souza de Jesus <b>Telles</b> , Heliza Colaço <b>Góes</b> , Anderson Roges Teixeira <b>Góes</b>
6	Modelagem no ensino da Geometria Descritiva	Marcelo João Alves da <b>Silva</b> , Maria da Conceição Amaral <b>Alves</b> , Ricardo Vaz <b>Sampaio</b>
7	Educação do olhar: a representação da forma arquitetônica na Geometria Descritiva	Cristina Cerqueira <b>Buery</b> , Leonardo Costa <b>Bueno</b> , Mara <b>Martins</b> , Maria Angela <b>Dias</b>
8	Modelando coberturas no <i>SketchUp</i> – uma experiência didática	Adriana <b>Vaz</b> , Andrea Faria <b>Andrade</b> , Rossano <b>Silva</b>
9	Projeções cotadas e a representação de coberturas: novas práticas didáticas	Luciano <b>Vasconcellos</b> , Adriane <b>Borda</b>
10	Trajetórias de geometria na arquitetura	Janice de Freitas <b>Pires</b> , Cristiane dos Santos <b>Nunes</b> , Tássia de <b>Vasconcelos</b> , Adriane <b>Borda</b> Almeida da Silva
11	A compatibilização do ensino tradicional de desenho com as novas tecnologias	Silvana Rocha Brandão <b>Machado</b>
12	Diretrizes construtivas para o <i>origami</i> arquitetônico de 90 graus	Thais Regina <b>Ueno</b>
13	Brincando com a geometria	Daniel Wyllie Lacerda <b>Rodrigues</b> , Maria Helena Wyllie Lacerda <b>Rodrigues</b> , Madalena Grimaldi de <b>Carvalho</b>
14	A geometria descritiva e a tecnologia computacional	Maria da Conceição Amaral <b>Alves</b> , Ivoneide de França <b>Costa</b> , Christina Araújo Paim <b>Cardoso</b>

Fonte: Autoria própria

Tabela 5: Artigos selecionados a partir dos anais do Graphica de 2011 (continuação)

N°	Título do artigo	Autores
15	Tecnologia da informática no ensino da geometria	Mônica Maria Fernandes de <b>Lima</b> , Sheila Oliveira de <b>Carvalho</b> , Júlio César de Araújo <b>Bezerra</b>
16	A informatização da geometria e a modelagem através de planos seriados	Mônica Maria Fernandes de <b>Lima</b> , Sheila Oliveira de <b>Carvalho</b> , Jesonias da Silva <b>Oliveira</b>
17	Contribuições da modelagem virtual 3D para o ensino de geometria descritiva	Cláudio César Pinto <b>Soares</b> , Álvaro José Rodrigues de <b>Lima</b>
18	Modelando sólidos platônicos no AutoCAD	Claudio Cesar Pinto <b>Soares</b>
19	Transformações de visualização: geração de imagens em software CAD 3D	Jovani <b>Castelan</b> , Daniel <b>Fritzen</b>

Fonte: Autoria própria

Todos os artigos listados na Tabela 5 são descritos individualmente e de forma detalhada no Apêndice A deste documento.

#### 4.2.1. Análise descritiva

O conjunto das comunicações de 2011, observado a partir das categorias identificadas e comparativamente aos estudos de 1996, revelou as questões relacionadas ao **desenvolvimento cognitivo** novamente presentes. Entretanto, assumem destaque as práticas que buscam **reduzir a abstração** por proporcionarem atividades mais **concretas, contextualizadas** à formação profissional, com a **manipulação física** e a **construção de maquetes**, além das **construções tridimensionais no ambiente digital**.

Pereira, Duarte e Lopes (2011) referiram-se à referenciais também abordados pelos autores dos artigos publicados em 1996, tais como Piaget e Howard Gardner. Esses autores conduziram um estudo essencialmente **teórico** sobre as **origens das dificuldades de percepção viso-espacial** dos estudantes e contribuíram, principalmente, através da indicação do **desenvolvimento de habilidades espaciais** em relação aos estágios do desenvolvimento cognitivo de Piaget. Entretanto, enquanto prática didática, os autores limitaram-se à recomendação de atividades envolvendo rotações mentais (Figura 6), por

exemplo, apresentadas como questões de múltipla escolha. Para amparar a solução de tais atividades, os autores consideraram sobre a possibilidade do uso **materiais manipuláveis**.

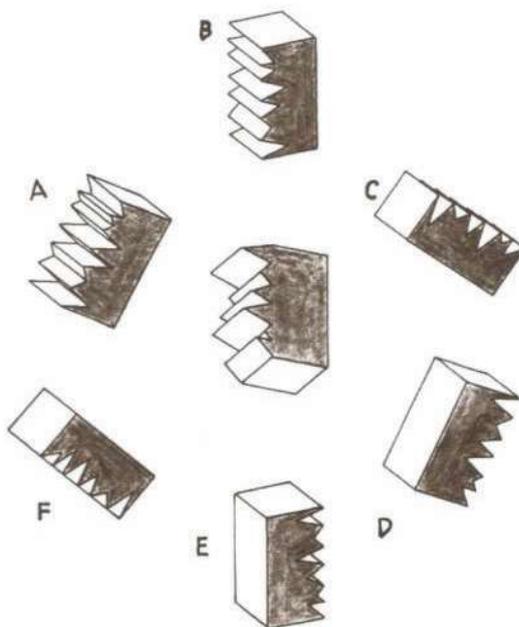


Figura 6: Exemplo de exercício de rotação mental referido por Pereira, Duarte e Lopes (2011)

Fonte: Pereira, Duarte e Lopes, 2011 p. 8

Os **materiais manipuláveis** foram a questão central do estudo de Silva, Silva e Santos (2011), os quais apontaram para a importância de **contextualização das atividades com o cotidiano** do estudante e da **experiência física** no âmbito da matemática no ensino básico; e de Telles, Góes e Góes (2011), no qual identifica-se acrescido ao **material manipulável**, a característica de **construção por dobraduras**. Ueno (2011) também se referiu ao uso de dobraduras através da técnica do *kirigami* 3D (ou Origami Arquitetônico). Essa técnica, segundo a autora, tem origem japonesa e reúne dobraduras e cortes em uma folha de papel com o objetivo de construções tridimensionais (Figura 7). No estudo publicado, Ueno (2011) comparou a construção dessas estruturas com a **GD**.

A leitura do estudo de Ueno (2011) permite identificar que não há uma correspondência direta entre a **GD** e a técnica referida. A estrutura foi comparada ao primeiro diedro do sistema Mongeano e revelou que os afastamentos e cotas da **GD** visualizados em *épura*, não podem ser reproduzidos quando se projeta

uma estrutura do tipo do Origami Arquitetônico de 90 graus. Entretanto, neste momento, a autora não relata experiência didática com o emprego deste tipo de recurso.

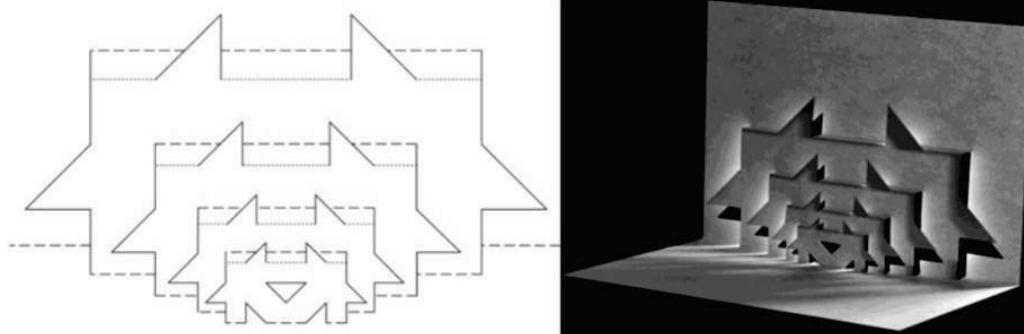


Figura 7: Exemplo de *kirigami*.

Fonte: Ueno, 2011 p. 10

Silva, Silva e Santos (2011) e Telles, Góes e Góes (2011) fizeram considerações semelhantes às de Rosa, Ulbricht e Simioni (1996) e Rosa e Gontijo (1996), os quais apontaram para a possibilidade de **operar com os conceitos** antes de **abstrai-los**. Estratégias que se referem ao emprego de **materiais manipuláveis** e construção de **maquetes** também foram referidas por Silva, Alves e Sampaio (2011), Rodrigues, Rodrigues e Carvalho (2011), Vasconcellos, Borda e Panisson (2011) e Lima, Carvalho e Oliveira (2011).

Observa-se nos apontamentos de Silva, Alves e Sampaio (2011) que a **modelagem física** (na experiência realizada com sabão - Figura 8) contribui para **antecipar a situação tridimensional** auxiliando os estudantes na construção de vistas ortográficas, além de agregar caráter **lúdico** à atividade.

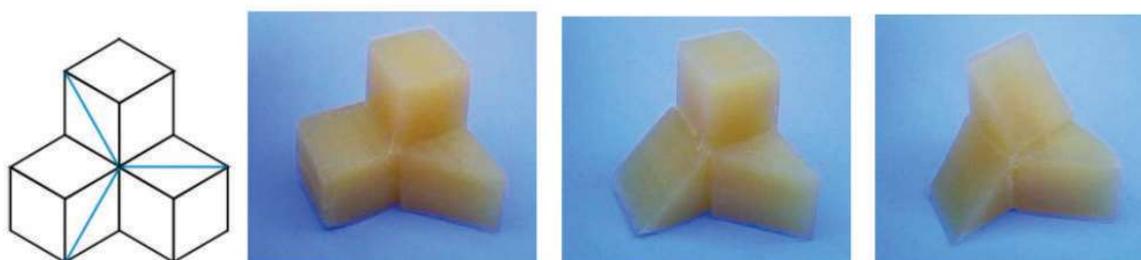


Figura 8: Modelagem física com sabão referida por Silva, Alves e Sampaio (2011)

Fonte: Silva, Alves e Sampaio, 2011 p. 7

O auxílio à **visualização espacial** também foi referido pela construção **tridimensional no ambiente digital**, como no exemplo de Vasconcellos, Borda e Panisson (2011), que empregaram tanto **maquetes** quanto **modelagem digital** e representação manual durante toda a atividade que foi **contextualizada à formação profissional** do arquiteto através do tema de coberturas (Figura 9). Entende-se que este recurso de construção tridimensional no espaço digital também busca **antecipar a visualização da situação do espaço** de forma a **reduzir a abstração** e agregar **concretude** à proposta ao operar em 3D e com objetos contextualizados.

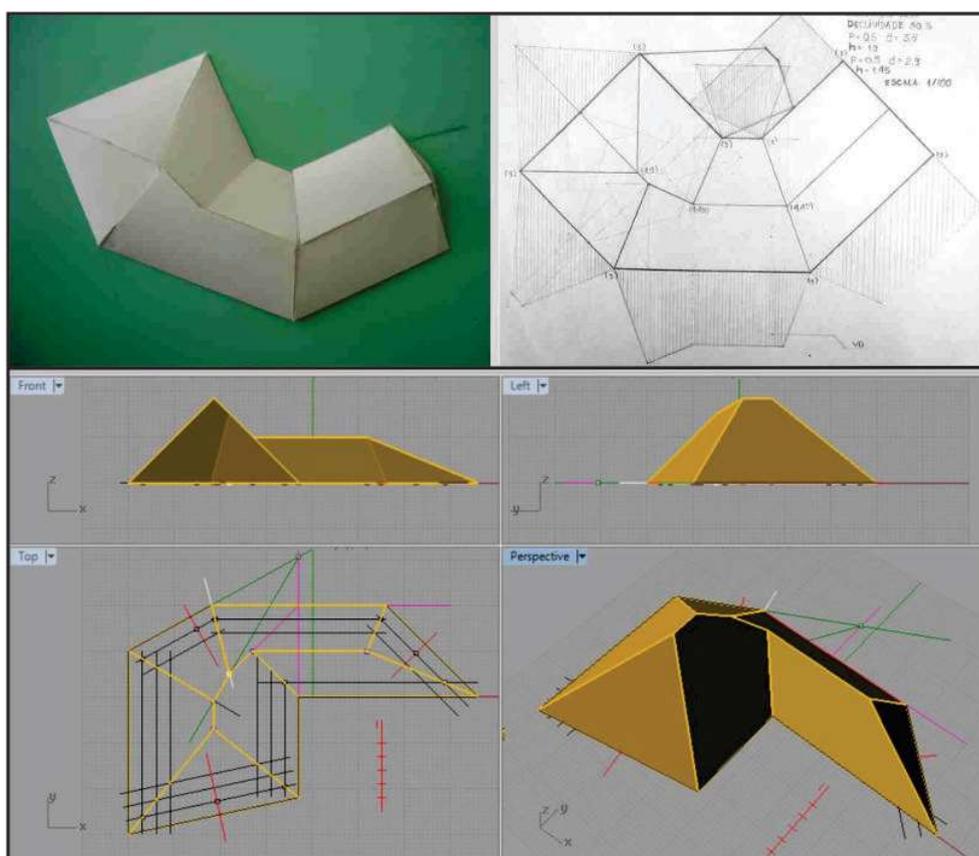


Figura 9: Registros das atividades realizadas por Vasconcellos, Borda e Panisson (2011)

Fonte: Vasconcellos, Borda e Panisson, 2011 p. 5 e 8

Vaz, Andrade e Silva (2011) realizaram semelhante atividade, na qual propuseram o estudo de projeções cotadas **contextualizado** à solução de coberturas. Entretanto, na experiência desses autores, foi realizado, em um momento, a solução manual clássica pela interseção de planos e, e em outro momento, a modelagem digital, caracterizando, assim, duas fases distintas. Nesse sentido, a construção da solução em *SketchUp* auxiliou na melhor

compreensão dos conceitos e das intersecções, tal como apontaram os autores, mas, porém, somente após o exercício ter sido solucionado.

Pires et al. (2011) também utilizaram a **modelagem tridimensional digital** para auxiliar na compreensão da **visualização espacial**, ao proporcionar um meio mais ágil para a construção de superfícies curvas. Assim como nos estudos de Vasconcellos, Borda e Panisson (2011) e Vaz, Andrade e Silva (2011), Pires et al. (2011) **contextualizaram as atividades** com a formação profissional buscando representar superfícies curvas de projetos arquitetônicos (Figura 10).

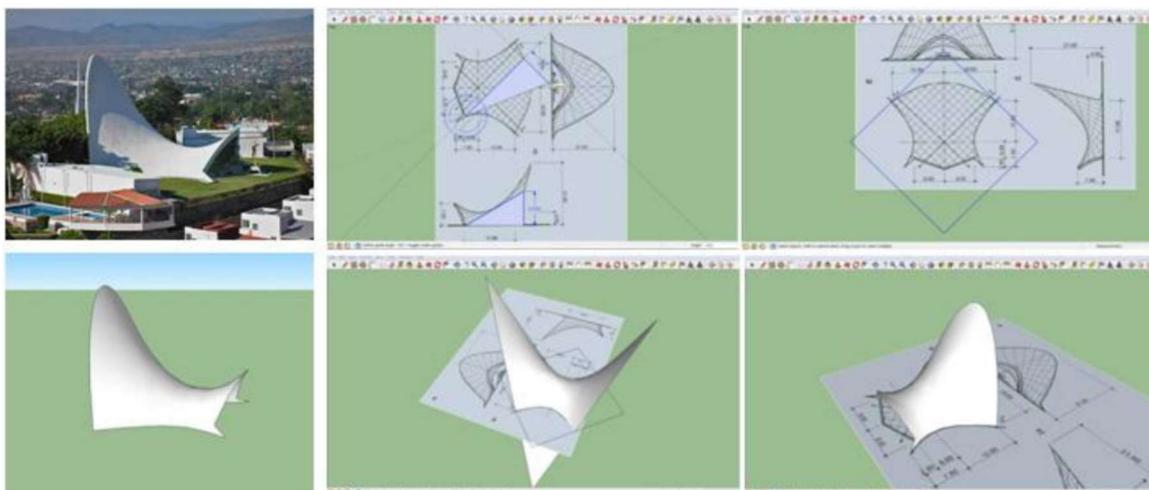


Figura 10: Fotografia do projeto arquitetônico e etapas de modelagem da superfície curva realizada em *SketchUp*. Registro de Pires et al. (2011)

Fonte: Pires et al., 2011 p. 8

Lima, Carvalho e Oliveira (2011) também buscam essa aproximação, entretanto a atividade realizada por estes autores envolveu a **construção de maquetes** através de planos seriados<sup>2</sup> com auxílio de **geometria** dinâmica como ilustra a Figura 11.

Os autores relataram que recursos tecnológico-computacionais já vinham sendo empregados na disciplina, porém, observaram que os estudantes não compreendiam a aplicabilidade do emprego do “desenho geométrico e das construções fundamentais” (LIMA, CARVALHO e OLIVEIRA, 2011, p. 5). Como

<sup>2</sup> Segundo os autores, “uma composição volumétrica feita através de planos seriados ocorre com a repetição de vários planos dispostos adequadamente com ordenação. Pode-se compor volumes com uma grande variedade de formas utilizando-se técnicas de repetição e gradação” (LIMA, CARVALHO e OLIVEIRA, 2011, p. 3).

resposta a este contexto, os autores relataram a atividade envolvendo a criação de composições volumétricas mediante a construção de planos seriados, técnica que, segundo eles, proporciona ao estudante de arquitetura a “oportunidade de analisar as formas tridimensionais, levando em consideração os conceitos de equilíbrio, ritmo, proporção e harmonia; além de estudar a relação entre cheios e os vazios das formas no espaço tridimensional” (LIMA, CARVALHO e OLIVEIRA, 2011, p. 3). Essa ideia, segundo os autores também contribui para uma melhor **visão espacial** e interdisciplinaridade.

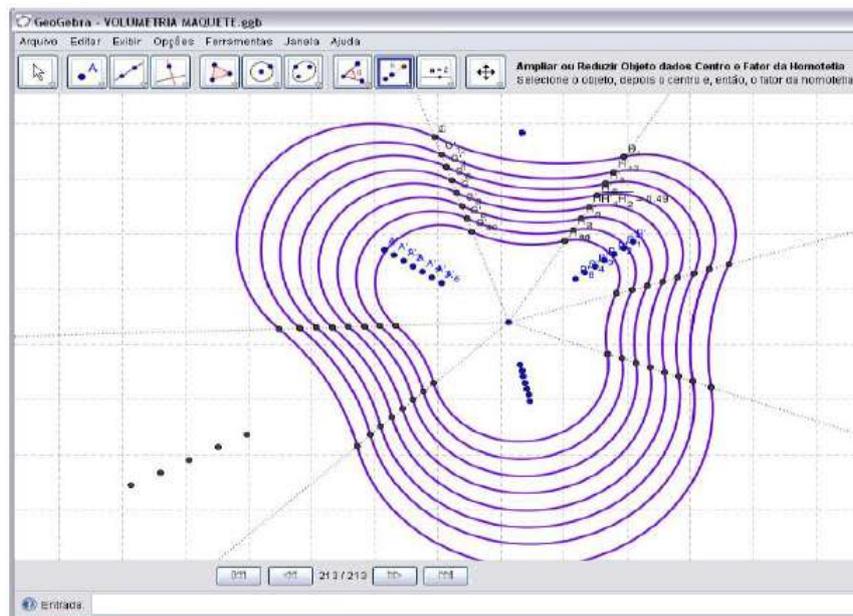


Figura 11: Registro de atividade proposta por Lima, Carvalho e Oliveira (2011): homotetias em ambiente de geometria dinâmica para criação de planos seriados.

Fonte: Lima, Carvalho e Oliveira, 2011 p. 6

Ao associar as atividades com a formação profissional e o cotidiano do estudante, Lima (2011) referiu sobre a possibilidade de **agregar maior significado ao ensino**. As reflexões deste autor tiveram como referencial a teoria da *Gestalt* (da psicologia) indicando principalmente a **contextualização das atividades**, mas também a importância da **interdisciplinaridade** e o estudo do objeto de forma total, antes de suas partes.

Em Buery et al (2011), observaram-se preservadas **atividades clássicas** como a representação de épuras com instrumentos, entretanto **contextualizadas a um contexto urbano**, através de maquetes com geometria simplificada das edificações.

Rodrigues, Rodrigues e Carvalho (2011) por outra parte, buscaram conectar as disciplinas técnicas em que atuam com a formação dos seus estudantes em arte e utilizaram recursos manipuláveis de jogos de quebra-cabeças de matemática recreativa, em postura semelhante a de Telles, Góes e Góes (2011) que se referiram ao emprego do Tangram<sup>3</sup> (Figura 12) em um contexto, porém, de ensino de geometria para o nível fundamental do ensino básico. Segundo esses autores, Piaget indica que o emprego de materiais manipuláveis contribui para o sucesso do ensino de ambos, geometria e aritmética, porque, ao manipular o objeto, se está trabalhando com “números e superfícies para depois abstraí-los” (TELLES, GÓES e GÓES, 2011, p. 2). Nesta experiência nota-se a construção do Tangram através da técnica de dobraduras que, segundo os autores, foi inaugurada no ensino de geometria por Friedrich Fröbel<sup>4</sup>. Evidencia-se, nesse estudo, que se atua diante de um contexto identificado pela necessidade de repensar o ensino de geometria e que destaca a importância desse conhecimento para o desenvolvimento do estudante. Segundo os referidos autores, os Parâmetros Curriculares Nacionais apontam esse ramo da matemática com destaque em função do desenvolvimento do **pensamento espacial**.

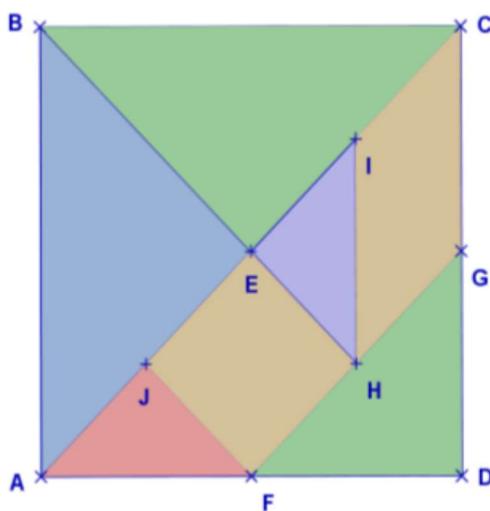


Figura 12: Tangram

Fonte: Telles, Góes e Góes, 2011 p. 8

<sup>3</sup> O Tangram é um tipo de quebra-cabeças de origem chinesa composto por 7 peças: 5 triângulos; 1 quadrado; e 1 paralelogramo. (SILVA, SILVA e SANTOS, 2011)

<sup>4</sup> Educador alemão conhecido pelo emprego de dobraduras no ensino infantil.

Sob a ótica das **tecnologias de representação**, observou-se no estudo de Machado (2011) que na proposta de integração de desenho manual e digital, o ambiente digital é empregado para representações bidimensionais. Assim, do ponto de vista das colocações de Soares (2005) sobre as fases de implementação da computação gráfica (item 1.2.3), este estudo corresponderia à fase 1, em que **alterna-se o meio de representação, mas mantêm-se os processos**. Observa-se que, entre os artigos selecionados para fazer parte deste estudo, em 1996 os autores exploraram o ambiente digital para reconstituir situações do espaço e para estudar a geometria. Ou seja, parecem explorar o uso dos recursos tecnológico-computacionais para ir além, não somente como mudança de meio. No estudo de Machado (2011) entende-se que a fusão entre as duas tecnologias de representação em uma única disciplina se deu por questões de espaço, num momento de exclusão de pranchetas. A autora entendia que os recursos gráfico-computacionais não seriam os solucionadores das dificuldades dos estudantes e buscou preservar características da representação à mão livre empregando malhas como apoio (Figura 13).

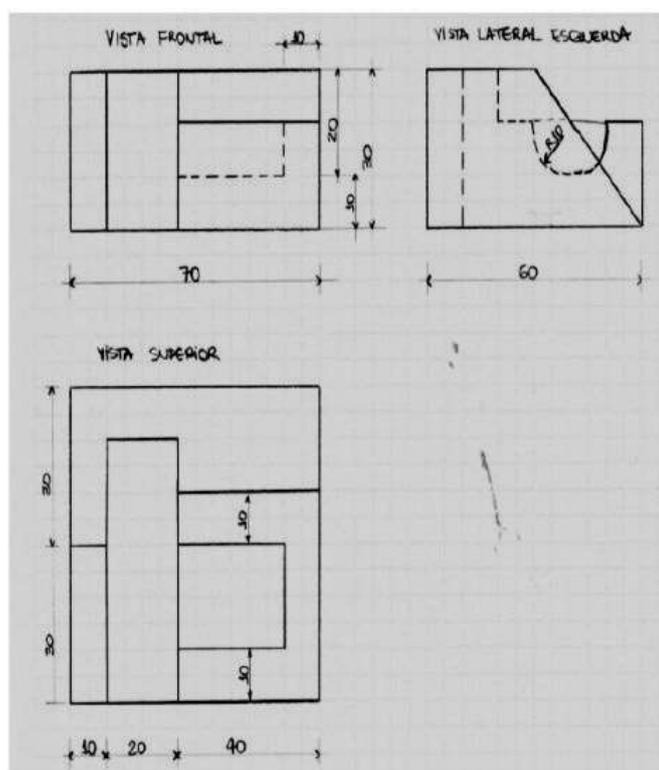


Figura 13: Registro de atividade referida por Machado (2011): exercício de vistas ortográficas na malha ortogonal.

Fonte: Machado, 2011 p. 6

As experiências de Vasconcellos, Borda e Panisson (2011), Vaz, Andrade e Silva (2011), Pires et al. (2011) e Machado (2011) revelam a **presença de ambas as tecnologias de representação manual e digital**, apontando para **diferentes potencialidades** dos recursos, como apoio ao ensino, e preservando características tradicionais do ensino de geometria descritiva/desenho técnico.

Sobre a **modelagem tridimensional digital**, além das experiências de Vaz, Andrade e Silva (2011), Vasconcellos, Borda e Panisson (2011) e Pires et al. (2011) outros dois estudos foram identificados, visando contribuir para o ensino de **GD** apoiado por essas ferramentas. Soares e Lima (2011) compararam soluções de seções cônicas pelo método tradicional e com o uso de *software* de modelagem tridimensional, explorando não somente a **visualização**, mas também a possibilidade de **geração automática de vistas** (Figura 14). Esse autor indicou que, com o uso do *software*, é possível concentrar os esforços no “evento geométrico” e não nos procedimentos da **GD**.

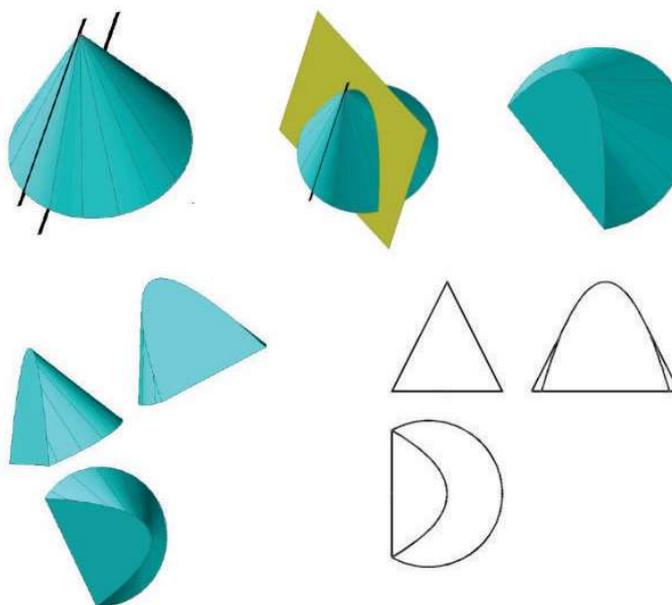


Figura 14: Construção da parábola e obtenção automática de vistas referidos no estudo de Soares e Lima (2011)

Fonte: Soares e Lima, 2011 p. 7

Em outro estudo, Soares (2011) buscou construir sólidos platônicos sem recorrer a outras ferramentas com primitivas de programas prontos, mas modelando tridimensionalmente em processo análogo ao de planificação. Neste sentido, o autor buscou associar as duas formas de construção (modelagem física

e modelagem digital) e apontou que a construção no espaço digital não requer tanto conhecimento de processos da **geometria descritiva** quanto a respeito do objeto geométrico, dos movimentos necessários e da **percepção visual**.

Os procedimentos da **GD** requerem **alto grau de abstração** (PEREIRA, DUARTE e LOPES, 2011) e, por isso, entende-se que muitas vezes as estratégias se baseiam em tentativas de redução dessa abstração. Esse elevado grau de abstração fez com que o ensino da disciplina se concentrasse nos procedimentos e não na geometria, embora o estudo da geometria através de representações no plano tenha sido o motivo de sistematização da **GD** por Monge (SOARES, 2005), com a modelagem tridimensional da informática, entende-se que se pode concentrar na geometria novamente. Entretanto, como a **GD** se consolidou pelos procedimentos protocolados e complexos, diante da possibilidade de construção tridimensional digital, passaram a surgir os questionamentos sobre a manutenção ou não da **geometria descritiva** como disciplina.

Vasconcellos, Borda e Panisson (2011) acreditavam que o estudante que possui bases sólidas de **geometria plana e descritiva** possivelmente opera melhor com essas ferramentas. Soares (2011), por outra parte, apontou não para a exclusão, mas para a necessidade de revisões profundas no ensino de geometria no sentido de deixar de priorizar as construções. Nesse sentido, observa-se também que, ao **contextualizar** as **atividades** com a **formação profissional**, os docentes buscam evidenciar a importância desses conhecimentos, além de proporcionar uma **aprendizagem mais significativa**. Aparentemente, os estudos de 2011 são mais contextualizados com a atividade profissional e com o cotidiano do estudante do que em 1996 quando parecem deter-se na geometria projetiva/descritiva.

Ainda com respeito aos recursos tecnológico-computacionais, no âmbito das comunicações de 1996, uma proposta de construção de sistema hipermídia para ensino de **GD** foi relatada por Wanderlinde e Pereira (1996). Em 2011, através dos estudos de Alves, Costa e Cardoso (2011) e Lima, Carvalho e Bezerra (2011), observa-se que outros pesquisadores também se dedicaram a desenvolver recursos dessa natureza, empregando, além de imagens estáticas,

animações e realidade virtual, ampliando as possibilidades de interação do usuário. A contribuição dessas ferramentas para os **diferentes estilos de aprendizagem** foi indicada por Ledo e Ulbricht (2011), que buscaram ampliar as possibilidades do vídeo, através da estruturação de hipervídeos. Entretanto, os autores Lima, Carvalho e Bezerra (2011) se referiram ainda à classe de ferramentas de **geometria dinâmica**, desenvolvidas com o propósito de aplicação no ensino. Essas ferramentas foram destacadas pelas características principais de **dinamicidade e interação** que contribuem para a compreensão de conceitos porque os estudantes identificam que “as transformações ocorridas não modificam as relações geométricas que caracterizam a situação” (LIMA, CARVALHO e BEZERRA, 2011, p. 3). Em 1996, Braviano, Ulbricht e Vieira (1996) já se referiram às potencialidades das ferramentas de **geometria dinâmica**, que também foram empregadas por Lima, Carvalho e Oliveira (2011) e Rodrigues, Rodrigues e Carvalho (2011).

Por fim, ainda se mantêm, no âmbito das comunicações de 2011, a ideia de que é necessário **conectar representação gráfica e algébrica**. Tais considerações são feitas de forma explícita por Castelan e Fritzen (2011), que realizaram cálculos manuais de transformações de visualização. Entende-se essa preocupação também pela experiência de Rodrigues, Rodrigues e Carvalho (2011) que, ao trabalhar com geometria plana, solicitam soluções de montagem do quebra-cabeças de livre composição a partir de um enunciado matemático dado (Figura 15).

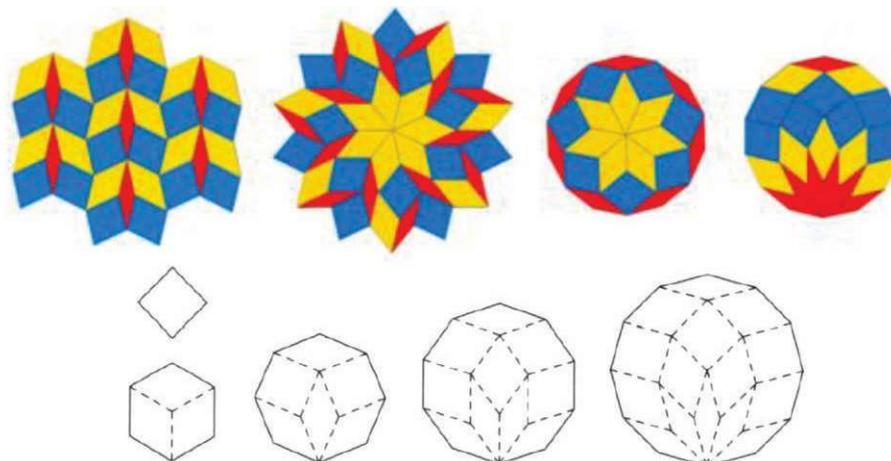


Figura 15: Composições com o quebra-cabeças *Fractiles* referido por Rodrigues, Rodrigues e Carvalho (2011)

Fonte: Rodrigues, Rodrigues e Carvalho, 2011 p. 7 e 8

A proposta de Castelan e Fritzen (2011) resgata semelhança com a ideia de ensino de noções de programação apontada por Todeschini e Ulbricht (1996), e propõe o ensino dos cálculos matemáticos de transformações de visualização que são realizados automaticamente pelos *softwares*. A proposta de atividade foi concebida a partir da crença de que as dificuldades de “interpretação e visualização de objetos tridimensionais” poderia estar relacionada ao desconhecimento de processos inerentes ao funcionamento de *software* de desenho (CASTELAN e FRITZEN, 2011, p. 2).

### 4.3. **Graphica de 2013**

Na ocasião do **Graphica** de 2013 o tema central foi “Tecnologia e arte para inovação” e o total de artigos publicados foi ainda maior comparado com os eventos de 1996 e 2011. No total foram cento e sessenta e dois (162) artigos comunicados em quatro subtemas: expressão gráfica como linguagem; ensino da expressão gráfica; tecnologias gráficas e inovação; arte, *design* e expressão gráfica. Para o estudo de práticas didáticas sobre o desenvolvimento da habilidade de **visualização espacial** por meio do **raciocínio geométrico projetivo** selecionaram-se nove (9) artigos. Destes artigos, oito (8) foram apresentados no subtema “ensino da expressão gráfica” e um (1) no subtema “tecnologias gráficas e inovação”.

A Tabela 6 apresenta lista dos artigos selecionados. Novamente, sua organização segue a lógica empregada para os eventos **Graphica** anteriormente apresentados. Busca-se abordar, inicialmente, àqueles que apresentam características de ‘tipos’ de práticas didáticas apontados na Categoria 1, avançando sucessivamente para as demais.

Todos os artigos listados na Tabela 6 são descritos individualmente, de forma detalhada, no Apêndice D deste documento.

Tabela 6: Artigos selecionados a partir dos anais do Graphica de 2013

<b>Graphica 2013</b>		
<b>N°</b>	<b>Título do artigo</b>	<b>Autores</b>
1	Dificuldades de visualização espacial em alunos do ensino fundamental I e II	Cesário Antônio <b>Neves Júnior</b> , Flavia Araújo <b>Evangelista</b> , Emanuella Martins de <b>França</b> , Taira Moura e <b>Silva</b> , Rute Cristina Barbosa dos <b>Santos</b> , Andiara Valentina de Freitas <b>Lopes</b>
2	Desafiando o pensamento geométrico	Daniel Wyllie Lacerda <b>Rodrigues</b> , Maria Helena Wyllie Lacerda <b>Rodrigues</b>
3	A evolução na aprendizagem de geometria gráfica	Rannieri de Jesus <b>Soares</b> , Maria Madalena dos Santos <b>Patek</b>
4	A reestruturação da disciplina de Desenho Técnico e Arquitetônico 1 na UFPel	Luisa Félix <b>Dalla Vecchia</b> , Ana Paula de Andrea <b>Dametto</b> , Luciano <b>Vasconcellos</b>
5	Geometria descritiva: aplicação de exercício usando o hexaedro	Marcia de Andrade Sena <b>Souza</b>
6	Novos experimentos no ensino da geometria descritiva usando os meios digitais de representação como referência	Pedro <b>Eymar</b> , Neliza <b>Romcy</b> , Ianna <b>Brandão</b> , Daniel <b>Cardoso</b>
7	<i>HyperCAL<sup>3D</sup></i> , um sistema inovador para auxílio no processo de ensino de Geometria Descritiva	Fábio Gonçalves <b>Teixeira</b> , Sérgio Leandro dos <b>Santos</b>
8	<i>I love edros</i> – Um game educacional para o ensino de geometria	Daniilo Candido <b>Pereira</b> , João Vítor Lins <b>Pinheiro</b> , Carlos Eduardo Verzola <b>Vaz</b>
9	Parametrismo e ensino de geometria – as superfícies de Félix Candela	Natália Silva <b>Pereira</b> , Carlos Eduardo Verzola <b>Vaz</b>

Fonte: Autoria própria

#### 4.3.1. Análise descritiva

No contexto das publicações de 2013, o estudo de Neves Júnior et al. (2013) revelou uma proposta que se aproxima da experiência de Kopke (1996), porque a partir da identificação das dificuldades dos estudantes, esses autores buscaram atuar junto ao ensino básico. Entretanto, os autores realizaram investigação sobre a presença das **habilidades espaciais** e não atuaram em reformulações de ensino como fez Kokpe (1996). Este artigo se agrega aos demais estudos de natureza epistemológica de **desenvolvimento cognitivo** e do **raciocínio geométrico**, a partir de um referencial que indica os conteúdos/atividades adequados para o desenvolvimento de cada um dos níveis do pensamento geométrico. Com esse referencial, os autores identificaram que os

seus estudantes de nível superior, muitas vezes, não estavam no nível adequado para os estudos de **desenho técnico e geométrico**.

No conjunto das publicações de 2013, entretanto, a explicitação de referenciais teóricos de desenvolvimento cognitivo como questão principal para o desenvolvimento do artigo restringe-se especialmente ao estudo de Neves Júnior et al. (2013). Por outra parte, sem se referir às teorias de desenvolvimento cognitivo e atuando no ensino superior, Soares e Patek (2013) apresentaram no seu estudo estruturação de disciplina a partir do **encadeamento lógico de conteúdos**: homologia-axonometria-sistema diédrico. Observa-se, nesse caso, como os autores preservaram **características tradicionais** do ensino de **geometria descritiva** como a **sequência ponto-reta-plano-sólido** e as representações manuais com instrumentos. Na sequência proposta, os estudos são, em um primeiro momento, realizados a partir da representação dos entes primitivos em isometria. Essa representação que, por ser em perspectiva, configura-se por ser de mais fácil compreensão.

Para além desses dois estudos, entretanto, destaca-se, no conjunto dos artigos de 2013, que os estudos em sua maioria se mostram permeados pelas **tecnologias computacionais**. O artigo de Rodrigues e Rodrigues (2013) se refere à estruturação de atividades em disciplinas de especialização a partir da ideia do **desenvolvimento de competências**, relatando atividades que se caracterizam como **desafios-jogos-problemas** de forma que os estudantes precisam mobilizar conhecimentos para realizar tarefas (Figura 16). Nesse contexto, observa-se como os autores referem-se aos **instrumentos como meios** de contribuir para o desenvolvimento do estudante. Esses autores indicaram explicitamente que, no seu entendimento, a **operação com recursos tecnológico-computacionais tão somente** não sustenta um **desenvolvimento pleno** do “raciocinar e visualizar” (RODRIGUES e RODRIGUES, 2013, p. 2). No ano de 2011, os autores já vinham empregando ferramentas de **geometria dinâmica, jogo e recursos físicos**, entretanto, o instrumental utilizado já se caracterizava por não ser o foco das atividades que poderiam ou não ser realizadas com recursos digitais.

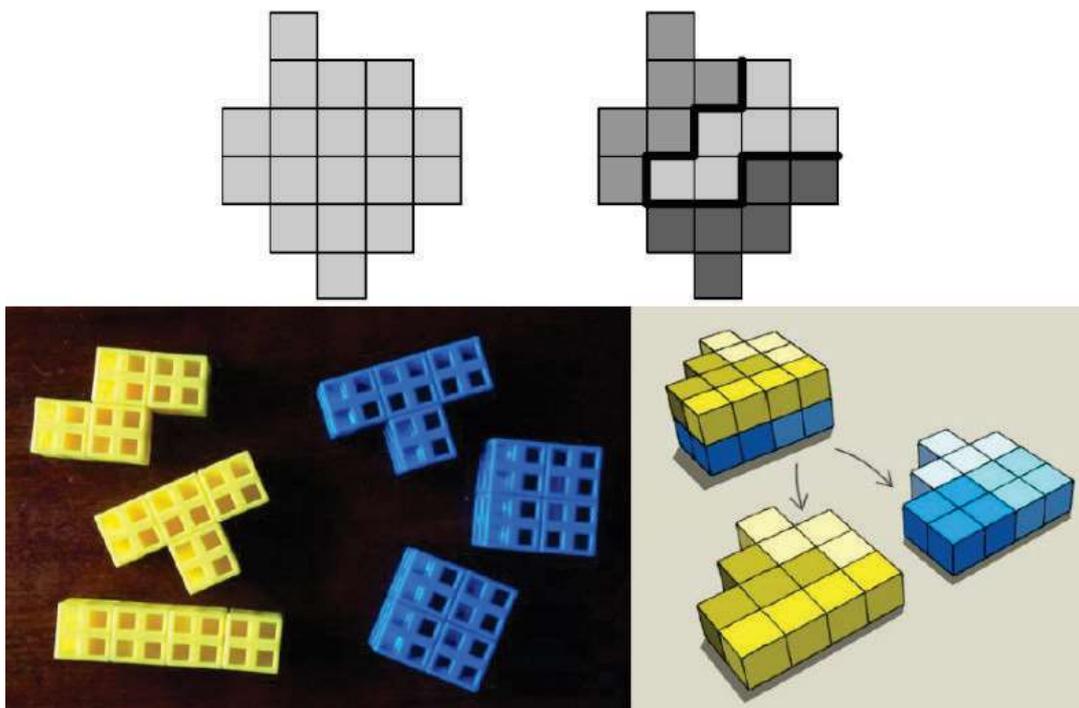


Figura 16: Exemplos de desafios-jogos-problemas registrados por Rodrigues e Rodrigues (2013). Acima exercício que propõe a divisão do bloco em partes congruentes. Abaixo criação de formas idênticas para compor prisma reto a partir de blocos dados diferentes.

Fonte: Rodrigues e Rodrigues, 2013 p. 10

Dalla Vecchia, Dametto e Vasconcellos (2013) também discutiram sobre o emprego das ferramentas computacionais no ensino, compartilhando de impressões semelhantes às de Rodrigues e Rodrigues (2013), ao relatarem dificuldades dos estudantes na **compreensão do objeto** arquitetônico em função da incorporação do desenho auxiliado por computador para representações bidimensionais de projetos arquitetônicos. Nesse sentido, esses autores buscaram como estratégia, resgatar o **desenho manual** e inseriram técnicas de levantamento arquitetônico (que se caracterizam pela **experiência física**) como meio de proporcionar **concretude** às atividades de representação.

A importância da **alternância entre meios**, em semelhante contexto, foi referida no **Graphica** de 2011 por Machado (2011). Comparativamente, essas duas propostas referem-se à **representação gráfica bidimensional digital**, caracterizando-se, principalmente, pela **mudança de meio**, embora Machado (2011) mantenha o desenho à mão livre apoiado por malhas e Dalla Vecchia, Dametto e Vasconcellos (2013) preservem atividades manuais com instrumentos,

definidas em função das etapas projetuais mais adequadas para o emprego desta tecnologia de representação.

Trabalhar a partir de uma **situação concreta** também foi a ideia de Souza (2013) ao deparar-se com as dificuldades dos estudantes com o ensino tradicional de **geometria descritiva**. Nesse caso, a autora buscou desenvolver os conteúdos a partir de uma forma conhecida pelos estudantes, modelando **tridimensionalmente no ambiente digital** e, desenvolvendo o estudo de pontos, retas e planos a partir deste sólido (hexaedro). Assim, inicialmente, os estudantes poderiam compreender a situação no espaço tridimensional, deixando a **abstração das representações bidimensionais** para outro momento. Para o desenvolvimento do conteúdo nesta abordagem, Souza (2013) empregou o *software SketchUp*. O estudo do objeto se deu no espaço tridimensional digital, no diedro, observando as coordenadas dos vértices do objeto, porém, sem se preocupar e sequer mencionar a *épura* em um primeiro momento.

Eymar et al. (2013) também revelaram o emprego de **modelagem tridimensional digital**, entretanto, nesta experiência os estudantes utilizam o computador, não somente assistem às construções projetadas no quadro branco. Observando o uso extensivo das ferramentas de modelagem tridimensional, esses autores buscaram revisar o ensino de **GD** de forma a aproximar dos sistemas gráfico-computacionais. Atividades envolvendo **objetos reais físicos** também fazem parte da proposta relatada que indicou buscar se **aproximar da formação** do *designer*. Apesar das modificações propostas, essa experiência revelou preservar as **sequências tradicionais** de estudo dos entes primitivos a partir de figuras tridimensionais no espaço digital. Ao iniciar os estudos pelo espaço **tridimensional digital**, os autores Souza (2013) e Eymar et al (2013) proporcionam que os estudantes possam antecipar a **visualização** de objetos que teriam que ser mentalmente concebidos e, assim, **reduzem a abstração** necessária para a compreensão. Comparando esses dois estudos, entende-se que Eymar et al. (2013) vão além, a partir da **revisão da GD** em relação ao *software* de modelagem tridimensional, propondo a substituição dos planos ortogonais pela tríпода (x, y, z) e do diedro por três (3) vistas que se inter-relacionam (Figura 17) e que podem ser visualizadas simultaneamente no

ambiente digital. Essa atitude também visou **reduzir o grau de complexidade** do ensino de **geometria descritiva**.

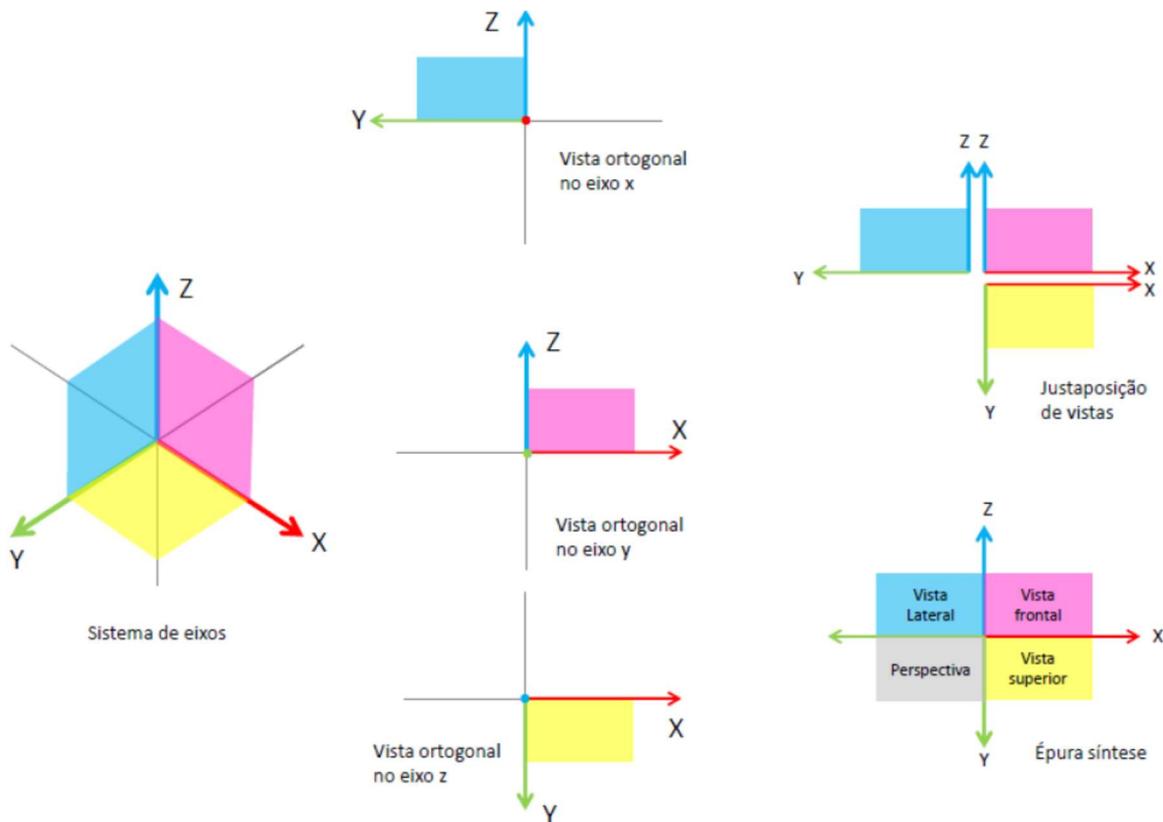


Figura 17: Esquema de construção de épura proposto por Eymar et al. (2013)

Fonte: Eymar et al., 2013 p. 6

Diferente possibilidade de emprego de recursos gráfico-digitais foi estudada por Pereira e Vaz (2013), que investigaram sobre as possibilidades de uso de ferramentas de **desenho paramétrico** no ensino de **GD** na formação de arquitetos. Esse estudo revela a **aproximação** com a **formação profissional** do arquiteto, pois os experimentos (Figura 18) se baseiam na identificação de princípios geradores da forma a partir do estudo de obras de referência. Esse estudo também explicita as associações entre a **forma** e o **número**, a partir de um recurso que permite a concepção da geometria através de definição algorítmica.

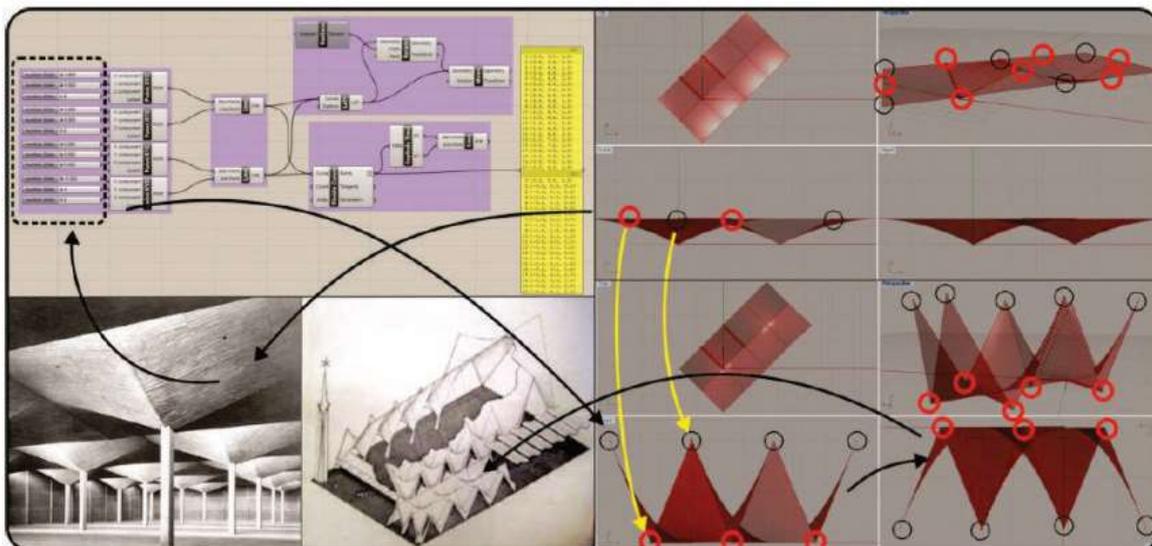


Figura 18: Comparação entre dois modelos a partir de manipulação de parâmetros. Obras de referência Félix Candela.

Fonte: Pereira e Vaz, 2013 p. 7

Sobre os recursos tecnológicos, ainda se evidenciam os estudos de Teixeira e Santos (2013) e Pereira, Pinheiro e Vaz (2013), que se referem ao **desenvolvimento de software** para o ensino de geometria. Teixeira e Santos (2013) apresentaram os avanços no desenvolvimento de um *software* para o ensino de **GD** que busca **analogias** com os **processos descritivos** (Figura 19), enquanto Pereira, Pinheiro e Vaz (2013) revelaram o emprego de interface gestual (*Kinect*) para proporcionar melhor **compreensão espacial** no estudo de simetrias e dualidade de poliedros.

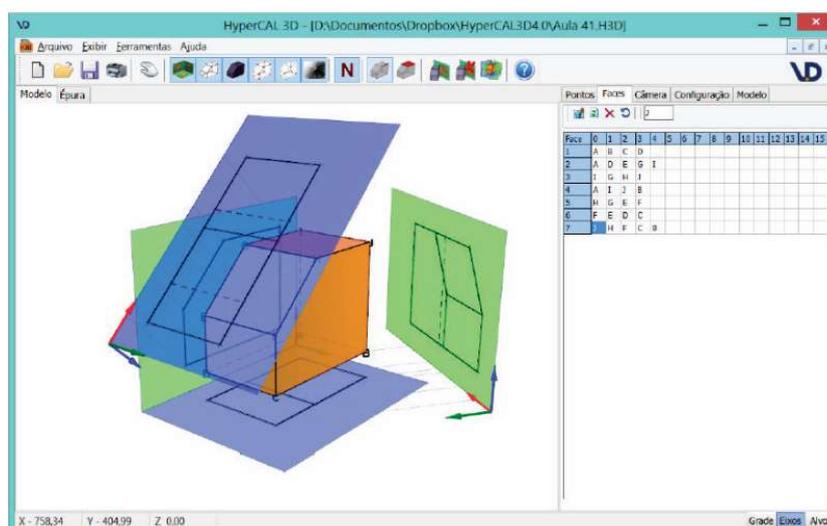


Figura 19: Interface software HyperCAL<sup>3D</sup>

Fonte: Teixeira e Santos, 2013 p. 5

Com relação ao sistema desenvolvido por Teixeira e Santos (2013), observa-se semelhante investimento ao de Souza Filho (1996), o qual investiu na **capacidade de cálculo do computador para resolver problemas de geometria descritiva**. Essas ferramentas diferem das ferramentas de modelagem tridimensional digital porque são desenvolvidas exclusivamente para o **ensino de geometria descritiva**. Entende-se que, por esse motivo, concentram-se nos processos descritivos, enquanto que as ferramentas de **modelagem tridimensional digital** se concentram nas **possibilidades de construção e visualização da forma**.

#### 4.4. Graphica de 2015

O evento de 2015 se caracterizou pela reunião de dois acontecimentos: o **Graphica** de 2015, *XI International Conference on Graphics Engineering for Artes and Design* organizado pela ABEG e a III Conferência Internacional da Associação de Professores de Desenho e Geometria Descritiva (APROGED). Nessa ocasião, o tema central “Tendência do pensamento gráfico” e a organização de apresentação dos artigos se deu por aproximação dos temas, não se identificando subtemas nos anais desse evento (VIANA, 2016). O total de artigos comunicados foi oitenta e quatro (84), e, para o estudo de práticas didáticas sobre o desenvolvimento da habilidade de **visualização espacial** por meio do **raciocínio geométrico projetivo** selecionaram-se treze (13) artigos.

A Tabela 7 apresenta lista dos artigos selecionados. A sua organização segue a lógica empregada para os eventos **Graphica** anteriormente apresentados. Busca-se abordar, inicialmente, àqueles que apresentam características de ‘tipos’ de práticas didáticas apontados na Categoria 1, avançando, sucessivamente, para as demais.

Todos os artigos listados na Tabela 7 são descritos individualmente, de forma detalhada, no Apêndice E deste documento.

Tabela 7: Artigos selecionados a partir dos anais do Graphica de 2015

<b>Graphica 2015</b>		
<b>N°</b>	<b>Título do artigo</b>	<b>Autores</b>
1	Mapeando dificuldades no processo de ensino-aprendizagem do Desenho Técnico nos alunos de Engenharia	Andiara <b>Lopes</b> , Maximiliano <b>Carneiro-da-Cunha</b> , Mariana Buarque <b>Gusmão</b>
2	A passagem da situação real ao modelo geométrico em exercícios de Geometria Gráfica Tridimensional 1	Sandra de Souza <b>Melo</b> , Héryka Thuanny Alves Nunes <b>Barreto</b> , Kali Alves da <b>Silva</b>
3	As lições de Monge a arte de resolver problemas	Danusa Chini <b>Gani</b>
4	O uso do <i>kirigami</i> 3D na disciplina de Geometria Descritiva	Thaís R. Ueno <b>Yamada</b>
5	Desenho Manual: uma experiência didática	Chrystianne Goulart <b>Ivanóski</b>
6	Trabalhando com as transformações pontuais na educação básica	Berta López <b>Toste</b> , Soraya <b>Izar</b> , Maria Begoña <b>Noval</b> , Sonia Sá <b>Vianna</b>
7	Tarefas em ambiente de Geometria Dinâmica	Ana Sofia <b>Rézio</b>
8	Uso de imagens contextualizadas para a poiar a compreensão conceitual dos lugares geométricos	Gilson <b>Braviano</b> , Raquel <b>Martinelli</b>
9	O processo didático na disciplina de representação gráfica na graduação de <i>Design</i> de Interiores no Brasil	Silvana Rocha Brandão <b>Machado</b> , Nara <b>Iwata</b>
10	Modelagem geométrica 3D como instrumento para percepção visuoespacial, análise e projeção de áreas urbanas: uma experiência didático-pedagógica	Rejane de Moraes <b>Rêgo</b> , Patrícia Porto <b>Carreiro</b>
11	O lugar da geometria descritiva no ensino de estudo da forma para arquitetura e urbanismo	Juliane <b>Fonseca</b> , Antônio <b>Colchete Filho</b> , Frederico <b>Braida</b>
12	Un proyecto de innovación docente para la Geometría Descriptiva	Antonio Álvaro <b>Tordesillas</b> , Marta A. <b>Rodríguez</b> , Noelia Galván <b>Desvaux</b>
13	Experiências inovadoras em ensino e pesquisa da Geometria Descritiva	Fábio <b>Teixeira</b> , Tânia da <b>Silva</b> , Régio da <b>Silva</b> , Fernando <b>Bruno</b>
14	<i>HyperCAL</i> <sup>3D</sup> : aplicações no ensino de Geometria Descritiva	Fábio <b>Teixeira</b> , Sérgio dos <b>Santos</b>
15	O agir na urgência e o decidir na incerteza: entre métodos e tecnologias de representação gráfica	Tatiane <b>Nogueira</b> , Adriane <b>Borda</b> , Luísa <b>Félix</b> , Tássia <b>Vasconcelos</b>

Fonte: Autoria própria

#### 4.4.1. Análise descritiva

No contexto das publicações de 2015, a abordagem sob aspectos teóricos do **desenvolvimento cognitivo** realizada pelos autores Lopes, Carneiro-da-

cunha e Gusmão (2015) contribuiu para a compreensão das componentes que envolvem o processo de representação gráfica (conceitual e figural) e sobre os **conflitos que surgem** no ato de **representação** em função de incidir sobre esta imagem mental, um sistema de representação modificando as propriedades do objeto. A fundamentação teórica do estudo apresentado refere-se à teoria dos Conceitos Figurais de Efraim Fischbein<sup>5</sup>. Segundo os autores, de acordo com essa abordagem, “um objeto geométrico é constituído de duas componentes: a conceitual e a figural”. A primeira corresponderia a uma representação axiomática, enquanto a segunda corresponderia à “imagem mental que o indivíduo tem sobre esse objeto” (LOPES, CARNEIRO-DA-CUNHA e GUSMÃO, 2015, p. 241). Entende-se que essa fundamentação teórica auxilia na compreensão dos conflitos resultantes do ato de representar.

As questões de ordem psico-cognitivas, entretanto, são pouco referidas no **Graphica** de 2015.

Ao referir-se ao *kirigami* 3D, a autora Yamada (2015), que em 2011 estudou a técnica comparativamente à **geometria descritiva**, relatou resultados positivos no emprego desse tipo de recurso para trabalhar com conceitos geométricos e o desenvolvimento da **visualização espacial**. Referiu-se às fases de aprendizado de Van Hiele<sup>6</sup>, entendendo essa referência adequada às abordagens pedagógicas que investem no **caráter ativo do estudante**. Essa característica também foi apontada por Rodrigues (1996) ao estudar os processos cognitivos e destacar a **importância da ação** para a construção de conceitos.

Um estudo que se distancia dos demais foi referido por Ivanóski (2015), que associou o desenvolvimento da **percepção visual** ao **desenho de observação**. Essa autora se referiu à Betty Edwards, referencial teórico também indicado por Wanderlinde e Pereira (1996), que destacaram as observações desta autora sobre diferenças de raciocínio entre os hemisférios direito e esquerdo do cérebro; uma abordagem advinda de pesquisas da neurociências.

---

<sup>5</sup> Fischbein, E. (1993). The theory of figural concepts. *Educational Studies in Mathematics*, 24 (2), 139-162.

<sup>6</sup> Dos estudos de doutorado realizados na década de 50 pelo casal holandês Dina Van Hiele-Geoldof e Pierre Marie Van Hiele, é proveniente o método de Desenvolvimento do Pensamento Geométrico. (SILVA, SILVA e SANTOS, 2011)

Tentativas de **redução de abstração** foram identificadas nos estudos de: Melo, Barreto e Silva (2015), que buscaram associar **elementos reais** a partir dos quais o estudante identifica a geometria e define os processos descritivos necessários para a sua representação; Rêgo e Carreiro (2015), os quais indicaram uma inversão na sequência usual de ensino de representações bidimensionais para as representações tridimensionais e **contextualizaram a modelagem digital tridimensional** com a **formação profissional** através de representação de um contexto urbano; Fonseca, Colchete Filho e Braida (2015), que relataram a **construção de estruturas com planos seriados** em uma disciplina que incorporou a **GD** ao estudo da forma, entendendo este conteúdo como apoio para construção de repertório geométrico; Tordesillas, Rodríguez e Desvaux (2015) que, empregando **modelagem tridimensional digital**, revelaram reduzir a complexidade e dedicaram-se mais à geometria; Teixeira et al. (2015), os quais relataram um conjunto de estratégias envolvendo **bloco físicos e modelagem tridimensional digital**; e em Nogueira et al. (2015), que revelaram também estruturar atividades a partir de um conjunto de estratégias que envolvem **materiais manipuláveis, maquetes, modelagem digital tridimensional e a contextualização** das atividades com a **formação profissional** através do estudo de coberturas.

A **modelagem tridimensional digital** foi referida por Tordesillas, Rodríguez e Desvaux (2015), indicando que a partir do emprego de tais recursos as **formas de ensinar devem ser repensadas** e que o **foco deve voltar-se ao objeto** através do estudo de **suas relações internas** e com outros objetos, ao contrário de deter-se nos sistemas de projeção. Esses autores apontaram que “não é a peça que se introduz em um sistema de referência, mas este que se introduz no espaço onde se encontra a peça” (TORDESILLAS, RODRÍGUEZ e DESVAUX, 2015, p. 194, tradução da autora). Os autores relataram que trabalhar com os recursos de modelagem tridimensional como o *SketchUp*, os permitiu avançar mais rápido em alguns conteúdos devido à **redução da complexidade** que exigia o desenho manual. Assim, revelaram avançar para outros conteúdos que antes não podiam ser ensinados e, dessa forma, aproximar mais a geometria da arquitetura.

Gani (2015) observou, através do estudo de Monge, que esse aplicava procedimentos heurísticos para a resolução de problemas, não se limitando a uma técnica de representação e, nesse sentido, também indicou que a **geometria descritiva** deve ser **revista** em função dos meios digitais de representação. Assim, reforça as considerações de Soares (2011), no contexto do **Graphica** de 2011.

Com relação aos recursos tecnológico-computacionais, além da modelagem tridimensional digital, verificou-se a permanência da **representação gráfica bidimensional** relatada novamente por Machado e Iwata (2015), associada ao uso de malhas em semelhante proposta à relatada no **Graphica** de 2011.

As ferramentas de **geometria dinâmica** também foram novamente referidas, porém, em um contexto de ensino básico em uma escola que preserva o ensino de desenho mesmo com as reformas curriculares nacionais e em atividade que **associa desenho e arte** (TOSTE, NOVAL, *et al.*, 2015), como ilustra a Figura 20.

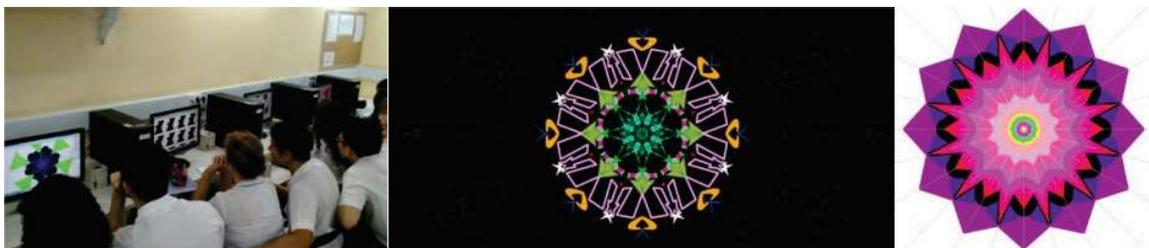


Figura 20: Exemplo de atividade desenvolvida com software de geometria dinâmica.

Fonte: Toste et al., 2015 p. 129

Observa-se nos estudos de Teixeira et al. (2015) e Nogueira et al. (2015) como os docentes **vêm atuando** com **diversas técnicas**, envolvendo as **representações manuais**, a construção de **maquetes**, os recursos **tridimensionais digitais** que permitem **visualizar a forma**, além de ambientes virtuais de aprendizagem, ampliando a interação aluno-professor e a disponibilização/registro de materiais didáticos, além de melhor atingir aos diferentes estilos de aprendizagem.

Teixeira et al. (2015) referem-se no artigo ao *software* HyperCAL<sup>3D</sup> que é melhor apresentado em Teixeira e Santos (2015) e que também foi relatado no **Graphica** de 2013 como um recurso desenvolvido exclusivamente para o **ensino de GD** e que busca de certa forma reproduzir os processos da **geometria descritiva** no computador. Na proposta destes autores a modelagem (etapa 1, auxiliada pelos apoios empírico-concretos) é ponto inicial da etapa de projeto, seguidas de representação (etapa 2), alteração (etapa 3) e planificação (etapa 4), tendo a etapa final caracterizada pela prototipagem (etapa 5) (Figura 21).

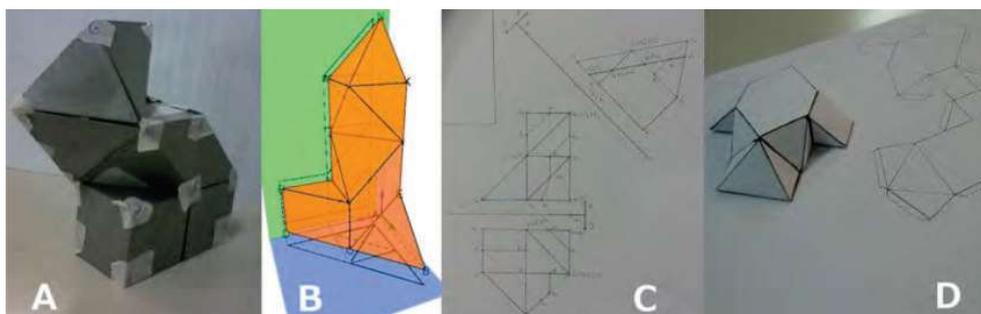


Figura 21: Registro de Teixeira et al. (2015): etapas de desenvolvimento de projeto.

Fonte: Teixeira et al., 2015 p. 274

Nogueira et al. (2015) empregaram ainda como recurso gráfico-digital o **desenho paramétrico** referido por Pereira e Vaz (2013). Porém estas autoras associam o digital com dobraduras, relacionando o **físico** com o **virtual** (Figura 22). Ambos os estudos se referem à contextos de formação em arquitetura, em atitudes que parecem buscar contribuir para ampliar o domínio sobre geração e controle da forma.

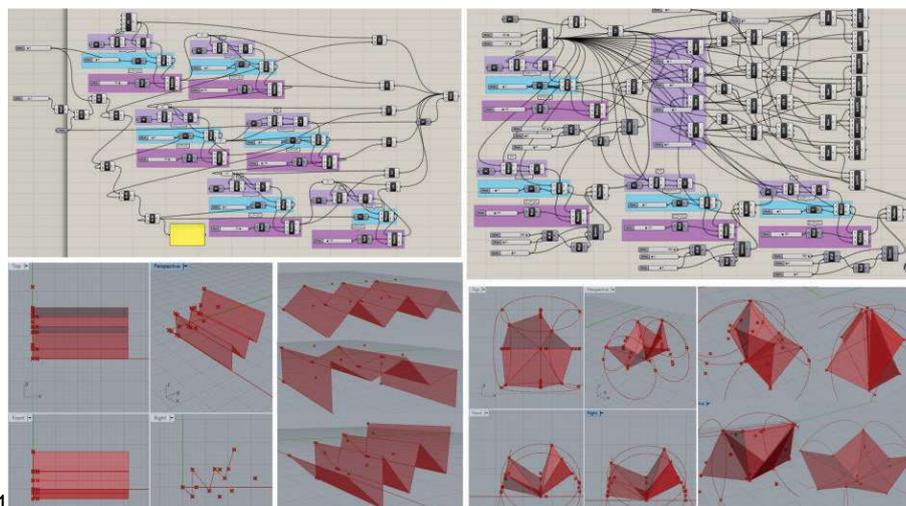


Figura 22: Registro de atividade com manipulação de desenho paramétrico

Fonte: Nogueira et al., 2015 p. 315

#### 4.5. Considerações

O conjunto das comunicações de 1996, 2011, 2013 e 2015 que foram selecionadas para este estudo conduzem à percepção de que entre as principais questões presentes nas práticas didáticas e/ou reflexões dos docentes estão as tentativas de **redução da abstração** e as investidas nas diversas possibilidades dos **recursos tecnológico-computacionais**. Entretanto, mesmo com o desenvolvimento de ferramentas que ampliem as possibilidades pela capacidade de cálculo, em diversas situações explicitamente revelam-se preservadas características do **ensino clássico/tradicional** de desenho e geometria. A importância de **preservar** o ensino de **geometria descritiva** foi referida em diversas situações, da mesma forma, a necessidade de **revisar profundamente essa disciplina**.

Apesar de alguns apontamentos desde 1996 com relação às **associações** entre a **forma** e o **número** (e até mesmo enfatizando sobre a necessidade de conhecimentos de programação) como necessários ao pleno desenvolvimento do estudante, ao longo de quase vinte anos, estas questões não se revelam muito ampliadas nas práticas docentes. As ferramentas de geometria dinâmica que já existiam em 1996 e que permitem esta conexão seguem sendo aplicadas para situações de geometria plana. O surgimento de ferramenta de desenho paramétrico contribuiu para essa associação ao reunir em um único ambiente a representação tridimensional digital, dinâmica e controlada pelos parâmetros descritos algebricamente. Entretanto, observa-se como o uso destas ferramentas, neste momento, aparece relacionado a contextos de formação em arquitetura, em que o repertório de geometria e as possibilidades de exploração da forma ganham destaque.

Nesses contextos, também se destaca como a **geometria descritiva** não somente busca contextualizar-se com a formação profissional, mas também inserir-se cada vez mais aos contextos de desenvolvimento de projetos. Ao ensino de desenho e geometria, entende-se que os docentes vêm buscando enfatizar a importância desses conteúdos e agregar significado principalmente pelas associações com a formação profissional.

## **5. RESULTADOS (parte I)**

---

'Tipos' de práticas didáticas, combinações e multiestratégias

Procede-se, neste capítulo, à apresentação de análises realizadas a partir do enquadramento dos artigos em relação ao conjunto de categorias explicitado no capítulo 3. Estes dados foram tabulados em um quadro (Apêndice F) que relaciona os artigos (através da citação de autoria em cada ano do evento) com as categorias e subcategorias de 'tipos' de práticas didáticas identificadas.

### **5.1. Categorias: 'tipos' de práticas didáticas identificados**

Entende-se que as 'macro' categorias de 'tipos' de práticas ou estratégias didáticas identificadas neste estudo (relacionadas por cores na Figura 23) representam, respectivamente, o investimento docente: 1) para compreender os processos de desenvolvimento cognitivo; 2) no emprego de atividades com situações mais concretas e contextualizadas; 3) na exploração das potencialidades das tecnologias informáticas como recurso de apoio às práticas didáticas; 4) no conhecimento construído consolidado, valorizando e preservando o ensino tradicional de desenho e geometria; e 5) no resgate da complementaridade entre forma e número buscando associar soluções através de representações gráficas e algébricas.



Figura 23: 'Macro' categorias identificadas

Fonte: Autoria própria

Uma leitura inicial que se faz é dirigida ao conjunto dessas categorias (análise ilustrada pela Figura 24).

O investimento docente para compreender os processos de desenvolvimento cognitivo, momentos e sequências de conteúdos adequados, indica, através dos referenciais teóricos empregados nestes estudos, que o processo de desenvolvimento da habilidade de visualização espacial é complexo e necessita de tempo. Ou seja, **deve preferencialmente acontecer de modo lento e sequencial.**

Diante do contexto nacional, apontado introdutoriamente (item 1.2), observa-se que as mudanças curriculares contribuíram para a quase inexistência do ensino de desenho na formação básica e para uma formação em geometria quase que exclusivamente apoiada pela representação algébrica (KOPKE, 2009) (BUENO, 2015). Assim, diante do ineditismo de conteúdos e carência de conhecimentos básicos de geometria, entende-se que o investimento em tentativas de reduzir a abstração e no uso dos recursos informáticos se dá na **busca por acelerar um processo que não ocorreu na formação básica do estudante.**

As **ferramentas informáticas**, permitindo avançar em complexidade e possibilitando rápidas construções tridimensionais digitais, permitem antecipar o

3D e **contribuem para a redução do esforço de construção mental de um objeto a partir de suas representações paralelo-ortogonais** obtidas no plano.

As facilidades de obtenção automáticas de vistas e a inversão da sequência 2D→3D para 3D→2D abriram espaço para questionamento sobre a manutenção da **GD**, tal como apontou Soares (2005), referido no capítulo introdutório deste estudo. Entretanto, a necessidade de conhecimentos de geometria plana e espacial, além da habilidade de **visualização espacial**, são necessários para operar com estas ferramentas de acordo com as impressões de Vasconcelos, Borda e Panisson (2011) e Soares e Lima (2011). Assim, entende-se que, por si só, estas ferramentas não se confirmaram como solução para o problema do ensino de representação gráfica. As potencialidades destes recursos são diversas, porém, segundo Soares e Lima (2011) e Gani (2015), devem estar associadas a revisões profundas no ensino de **GD**.

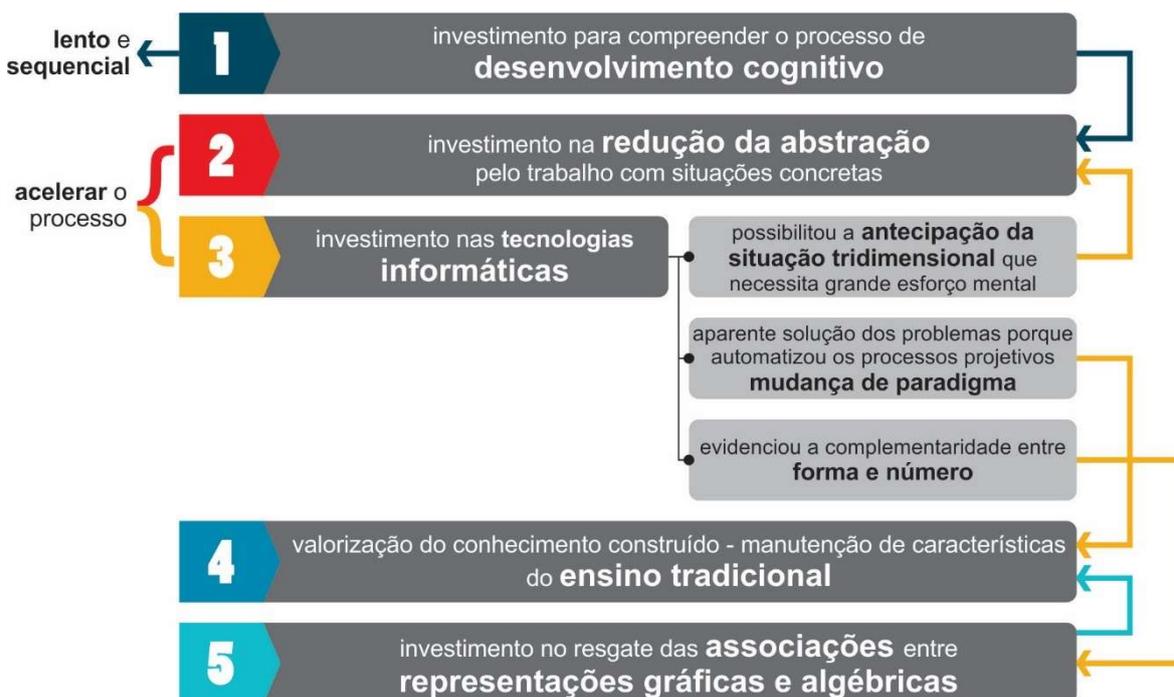


Figura 24: Análise do conjunto de categorias

Fonte: Autoria própria

Ainda, entende-se importante a contribuição do investimento nas tecnologias informáticas a partir do qual deriva impressões sobre a necessidade de resgate da **associação entre representação gráfica e algébrica** evidenciada a partir destas ferramentas.

Dessa forma, observa-se como estes recursos inovadores também contribuem para a valorização do conhecimento construído de geometria, pois revelam a estreita associação entre geometria descritiva e álgebra que, segundo Gani (2005, p. 6), deveriam caminhar juntas na perspectiva de Monge.

## 5.2. Categorias x análise dos artigos

Os ‘tipos’ de práticas didáticas (categorias) identificados em cada um dos artigos são ilustrados pela Figura 25. Na horizontal, as linhas numeradas representam esses artigos. Esta numeração espelha àquela indicada nas Tabelas 4, 5, 6 e 7 apresentadas no capítulo 4. Os quadrados coloridos indicam as categorias que foram identificadas para esses artigos e apresentam-se a partir do alinhamento vertical, que refere as categorias também a partir do número.

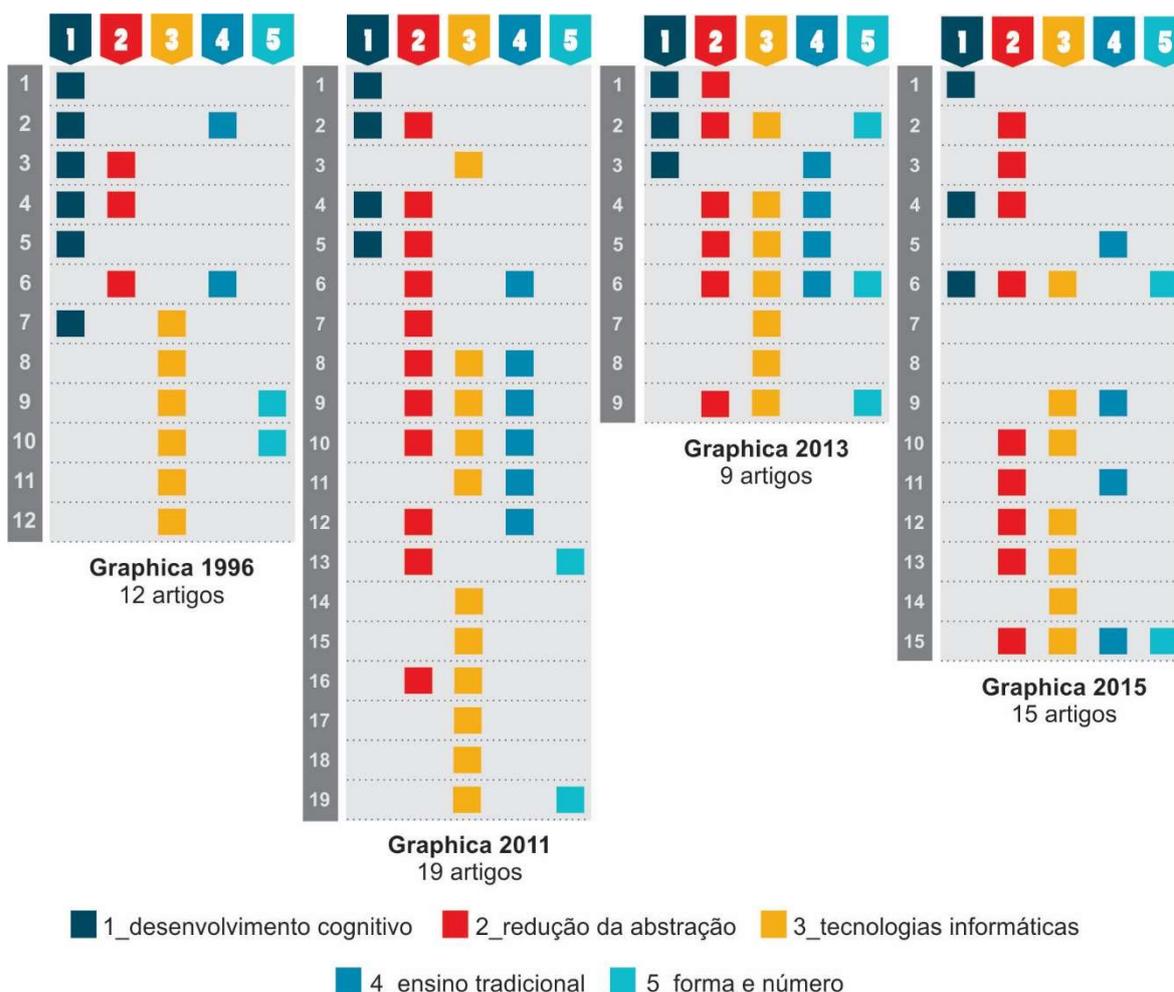


Figura 25: Presença de categorias identificadas (estratégias) por artigo analisado

Fonte: Autoria própria

Preliminarmente, essa figura dá pistas sobre algumas leituras que podem ser feitas. A Figura 26, apresentada na sequência, revela os mesmos dados da Figura 26, porém organizados de forma distinta. As categorias de ‘tipos’ de práticas são referidas por cor nas “barras” horizontais que representam cada um dos 55 artigos analisados, ilustrando de forma mais evidente as diferentes combinações de ‘estratégias’ utilizadas pelos docentes.

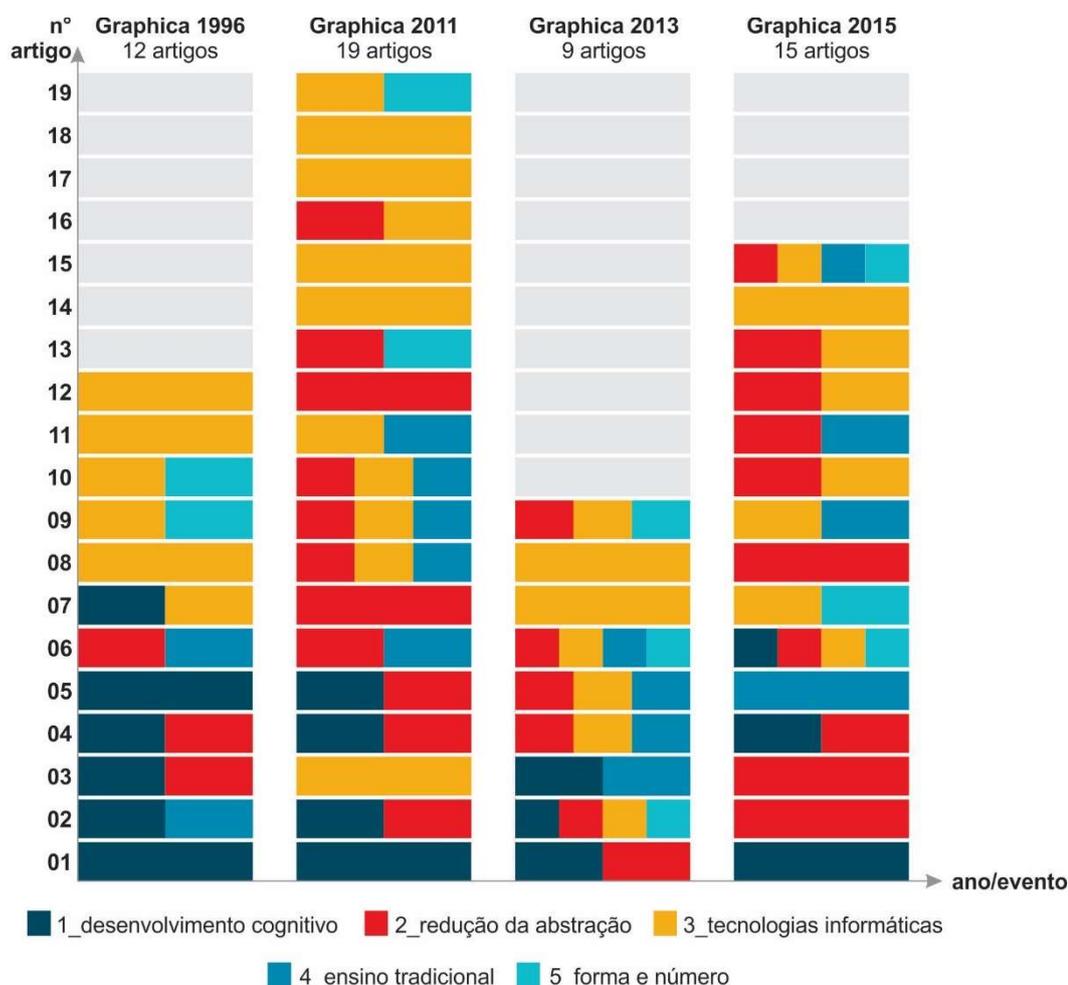


Figura 26: Estratégia(as) identificada(s) por cor(es) para cada artigo.

Fonte: Autoria própria

Uma percepção inicial decorrente da leitura dessa figura compreende a observação da redução do investimento na Categoria 1 (desenvolvimento cognitivo) entre os eventos mais recentemente realizados (eventos **Graphica** de 2011, 2013 e 2015). Também se percebe, através desses dados, que, nos últimos eventos realizados, parece haver uma tendência para o emprego de mais ‘estratégias’ de forma combinada.

Para a verificação destas percepções iniciais, esses dados base foram organizados em alguns gráficos apresentados na sequência.

### 5.2.1. Presença de categorias de 'tipos' de práticas didáticas por evento

A

Figura 27 confirma (numericamente) a percepção de que os artigos analisados no **Graphica** de 1996 em comparação aos artigos analisados que foram comunicados nos eventos **Graphica** mais recentes (2011, 2013 e 2015) apresentam divergência entre as categorias de práticas didáticas que se destacam.

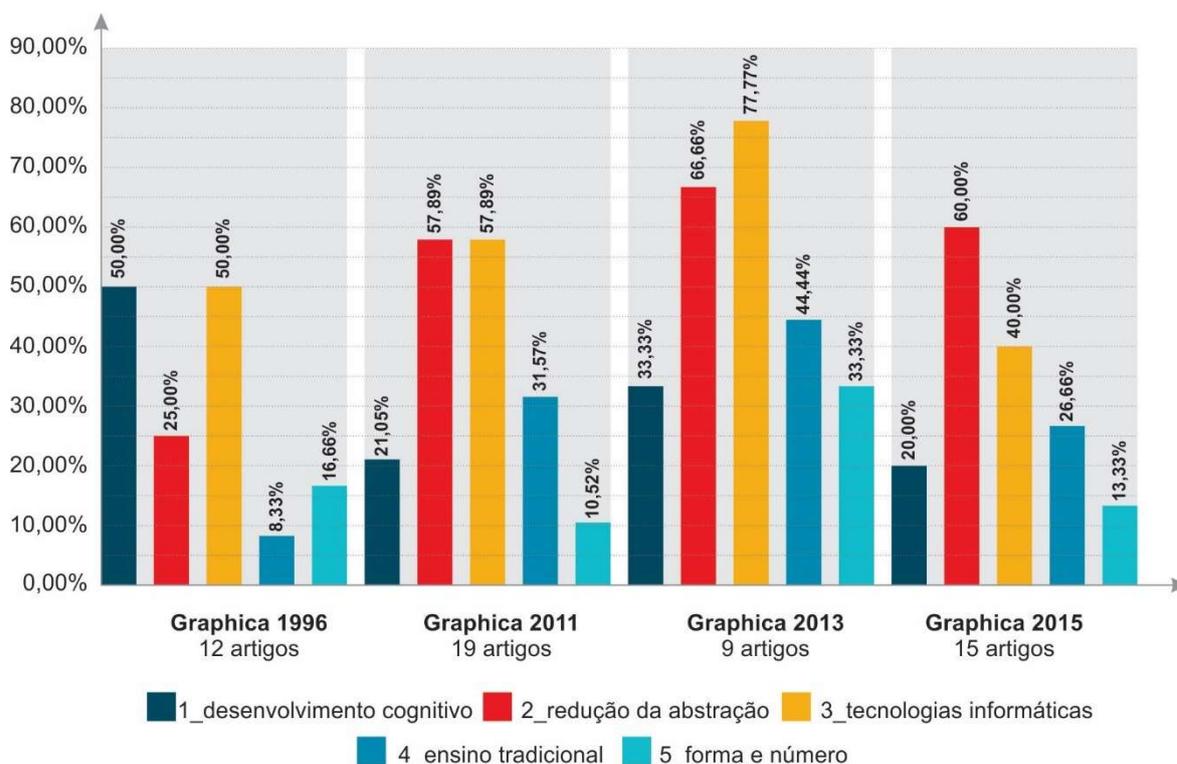


Figura 27: Percentual de presença de categorias por evento Graphica estudado

Fonte: Autoria própria

Observa-se como em 1996 destacam-se as investidas para a compreensão dos processos de desenvolvimento cognitivo (categoria 1) assim como para a exploração das possibilidades dos recursos computacionais (categoria 3). Esta situação nos anos de 2011, 2013 e 2015 se modifica. As investidas mais frequentes se mantêm nas tecnologias informáticas (categoria 3), assim como em

1996, porém destaca-se as frequentes investidas em estratégias que buscam reduzir o grau de abstração (categoria 2) através de atividades contextualizadas ao cotidiano dos estudantes e desenvolvidas a partir de objetos tridimensionais físicos ou no espaço digital.

A partir dos eventos mais recentes, vislumbra-se também um aumento das estratégias que revelam características tradicionais do ensino de desenho e geometria (categoria 4). É uma situação que se entende a partir da compreensão dos docentes de que a tecnologia de representação tão somente não promove o almejado desenvolvimento e que os conhecimentos de geometria plana, espacial e descritiva são necessários para operar com estas ferramentas.

Outro dado que se destaca a partir desta leitura é a presença das estratégias que buscam associar representação gráfica e algébrica (categoria 5). Os recursos informáticos, conforme já mencionado, contribuíram para que se evidenciasse a necessidade de compreensão da complementaridade entre forma e número. Entretanto, essa percepção, já apontada em 1996, mesmo com o avanço dos recursos gráfico-computacionais que permitem essa associação de maneira mais acessível a exemplo dos recursos de geometria dinâmica e modelagem paramétrica, não resultou em significativos avanços no resgate destas associações nas práticas didáticas explicitadas pelos autores. Entende-se que isso pode ter como motivo a própria formação dos atuais docentes, pois os professores de desenho não tiveram experiências semelhantes em seu processo de formação.

### 5.2.2. Frequência de combinações de 'estratégias'

Em razão da observação de que os autores utilizavam frequentemente mais de uma 'estratégia' na estruturação das atividades relatadas, outra análise que se faz se dirigiu às combinações de categorias de 'tipos' de práticas. A

Figura 28 ilustra quais as combinações de estratégias que foram mais frequentes. Este dado está organizado a partir do número de estratégias identificada em um mesmo artigo.

Com relação aos artigos que explicitamente revelam o investimento em apenas uma categoria, destaca-se o investimento nas experimentações apoiadas

por recursos computacionais explorando as diversas possibilidades desses como apoio para as atividades didáticas que têm entre seus objetivos contribuir para a visualização espacial.

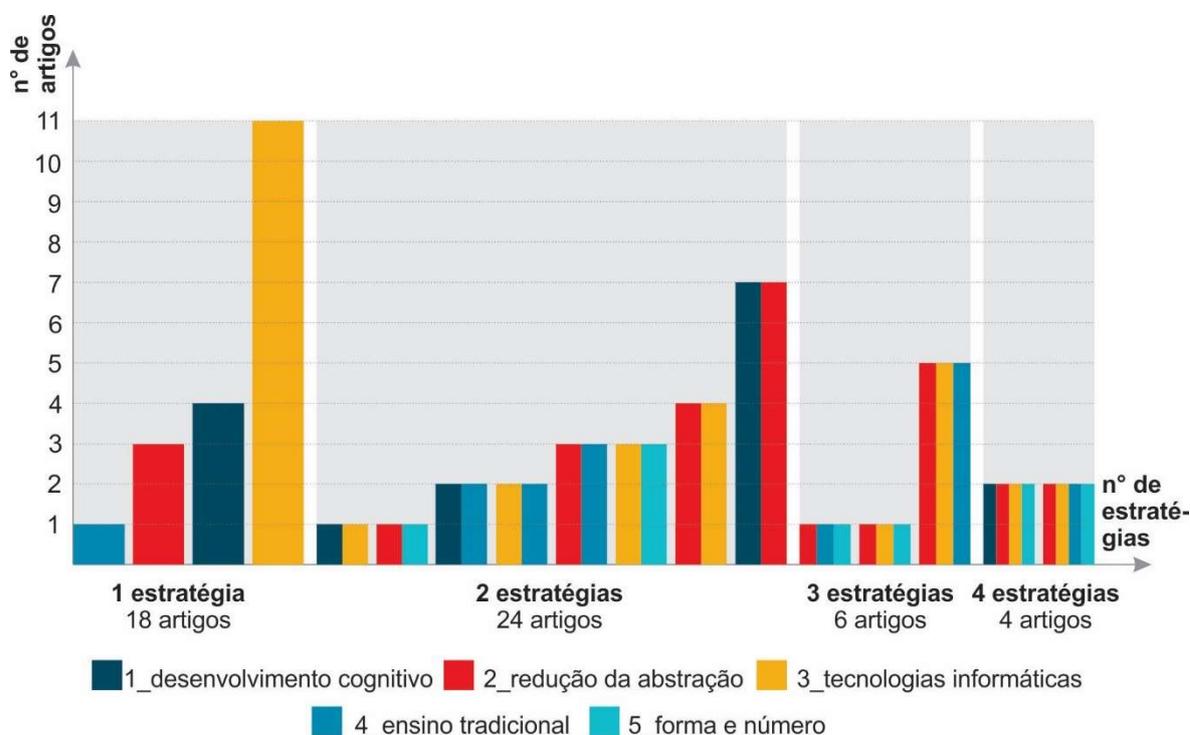


Figura 28: Frequência de combinações por número de estratégias

Fonte: Autoria própria

Através desta leitura, observa-se também como, entre os artigos nos quais identificaram-se duas estratégias, destacam-se àqueles que associam teorias de desenvolvimento cognitivo às investidas nas experiências mais concretas. Entende-se esta associação, pelos próprios referenciais teóricos identificados na categoria 1 que apontam para a importância da ação, da experiência física e da possibilidade de operar com os conceitos antes de abstraí-los.

São frequentes entre os artigos que revelam o emprego de três ‘tipos’ de estratégias, a utilização dos recursos digitais para antecipar a visualização tridimensional e associadas à formação profissional do estudante preservando, porém, características do ensino tradicional de geometria descritiva. São exemplos dessa atuação os estudos de Vasconcellos, Borda e Panisson (2011) e Vaz, Andrade e Silva (2011). Esses estudos, publicados nos anais do Graphica

2011, associam atividades tradicionais contextualizadas à formação em arquitetura e exploram os meios digitais para auxiliar a compreensão do objeto.

### 5.2.3. O uso da multiestratégia

Por fim, a última análise que se direciona ao final da parte I deste estudo, refere-se ao emprego da multiestratégia. A Figura 29 apresenta este dado a partir da indicação de presença (em cada ano dos eventos **Graphica** analisados) do número de ‘estratégias’ empregadas em um mesmo artigo: uma, duas, três, quatro ou cinco.

Inicialmente, observa-se que em nenhum dos artigos estudados identificaram-se características das cinco (5) categorias de ‘tipos’ de práticas identificadas. Destaca-se, porém, que todos os dados de identificação dessas categorias referem-se a informações explicitamente apontadas pelos autores dos artigos.

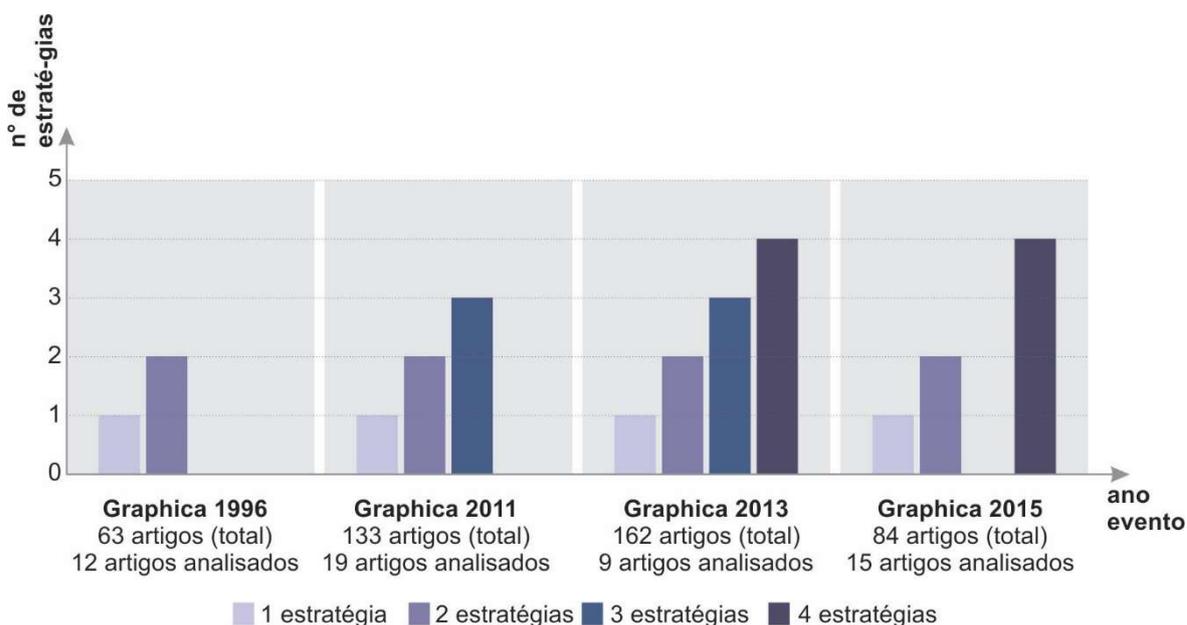


Figura 29: Número de estratégias identificados em um mesmo artigo. Presença por evento Graphica analisado

Fonte: Autoria própria

A percepção sobre o aumento do número de categorias identificadas em um mesmo artigo se confirma através dessa ilustração. Entende-se que indica

uma possível intensificação do uso da multiestratégia, revelando que os docentes, cada vez mais, diversificam sua prática no intuito de melhor apoiar o desenvolvimento da visualização espacial.

A

Figura 30, apresentada a seguir, complementa esse dado; ilustra a presença do número de estratégias em um mesmo artigo, indicando, também, os valores percentuais em que foram encontrados o uso de cada número de combinações em relação à cada um dos eventos **Graphica**.

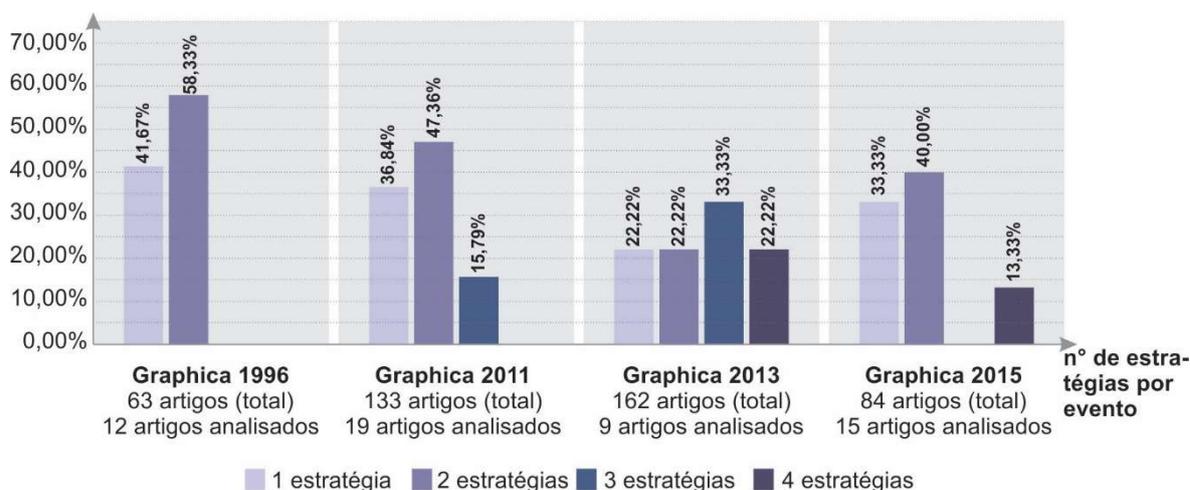


Figura 30: Percentual em que o número de estratégias combinadas foi verificada em cada evento **Graphica** analisado

Fonte: Autoria própria

\* \* \* \*

Finaliza-se, com essa última análise, as leituras que foram feitas a partir dos dados resultantes da primeira fase deste estudo: revisão de práticas didáticas de outros autores a partir dos eventos **Graphica** de 1996, 2011, 2013 e 2015. Estes dados são referências para o segundo momento deste estudo (parte II) que é apresentado na sequência. Auxilia a análise retrospectiva das experiências prévias da autora a partir das categorias de 'estratégias' didáticas identificadas e também contribui para a contextualização destas experiências em relação aos relatos encontrados na produção acadêmica do **Graphica** que foi incluída neste estudo.

## **Parte II**

Contextualização de experiências prévias da autora

## 6. CONTEXTUALIZAÇÃO DE EXPERIÊNCIAS PRÉVIAS

---

Relato de experiências discente, docente e como pesquisadora

Até o momento, foi identificado um conjunto de ‘tipos’ de práticas didáticas que os docentes revelaram empregar no ensino de representação gráfica para apoiar o desenvolvimento da habilidade de **visualização espacial** através do **raciocínio geométrico projetivo**.

Em função de uma motivação inicial, advinda de um contexto de atuação docente, naturalmente o estudo das práticas de outros autores também se configura pelo interesse de revisar as práticas da autora em futuras experiências no contexto de atuação docente do IFSul. Para tanto, apresenta-se, neste capítulo, um segundo momento do estudo que compreende a revisão das experiências prévias da autora como discente, docente e pesquisadora buscando contextualizar essas experiências e verificar como se espelham ou não as categorias identificadas através do estudo da produção acadêmica da área.

As experiências prévias da autora foram identificadas a partir de cinco (5) momentos: formação técnica de nível médio em Desenho Industrial; formação superior em Arquitetura e Urbanismo; atuação docente no ensino técnico de nível médio em Edificações; atuação docente no ensino superior em Engenharia Química; e atuação como pesquisadora durante o estágio docência realizado no contexto do PROGRAU. A descrição dessas experiências é acompanhada da reflexão em relação às práticas didáticas estudadas e categorias identificadas.

### 6.1. Formação técnica de nível médio em Desenho Industrial

A primeira experiência, formação técnica em Desenho Industrial, aconteceu entre os anos de 2000 e 2001 e, portanto, em relação à revisão de práticas didáticas realizada no primeiro momento desta dissertação, situa-se no intervalo entre os eventos **Graphica** de 1996 e 2011.

A reflexão sobre as atividades de geometria descritiva/desenho técnico essencialmente **descontextualizadas** em relação à profissão e baseadas em uma sequência que partia do **mais abstrato** (estudo do ponto) até avançar para o concreto (sólidos), contribui para o entendimento de que, naquele contexto, os docentes provavelmente não conheciam ou **pouco utilizavam** estratégias didáticas pensadas a partir do estudo de **teorias de desenvolvimento cognitivo (Categoria 1)**. Tais abordagens, nos estudos analisados, contribuem para a proposição de práticas que ampliam o envolvimento do estudante no seu processo de formação, valorizando a ação através da manipulação de conceitos antes de abstraí-los e a experiência física, além de se configurarem como aporte para a compreensão dos processos mentais que envolvem a visualização espacial.

Por outra parte, embora pouco se identifiquem características que remetam às abordagens de desenvolvimento cognitivo, algumas atividades com **manipulação de objetos e construção de maquetes** (também identificadas pela tentativa de redução da abstração e por proporcionar maior concretude) eram realizadas no contexto do ensino de desenho técnico, envolvendo atividades com sólidos em madeira e modelagem com sabão (**Categoria 2**). Estes momentos, entretanto, foram pontuais e os únicos que evidenciam tentativas de reduzir a abstração no contexto dessa experiência. Comparativamente aos estudos do **Graphica**, tais recursos didáticos tiveram destaque a partir dos artigos mais recentes (2011, 2013 e 2015), ficando restritas em 1996 à indicação da importância do uso de instrumentos em estudos de cunho mais reflexivo que não apresentaram relatos de experiências didáticas.

As **tecnologias gráfico-computacionais** estiveram presentes nessa primeira experiência, porém não como meio de auxiliar o desenvolvimento da

visualização espacial (**Categoria 3**) junto à geometria descritiva e/ou desenho técnico. Seu uso restringiu-se às disciplinas de Computação Gráfica, com aparente intenção de **instrumentar para uso destas ferramentas**, desde a representação bidimensional até a modelagem tridimensional e a obtenção de vistas automáticas, porém como meio de produção de documentação após um projeto pronto. Nesse sentido, a adoção desses recursos evidencia-se **desconectado do ensino de GD**, diferentemente de estudos que indicavam, desde 1996, estudar as possibilidades da visualização e modelagem tridimensional digital para apoiar a reconstituição das situações espaciais e o estudo da geometria. Como tecnologias de representação, o ensino de geometria descritiva/desenho técnico empregou, nessa experiência, **exclusivamente os meios tradicionais (Categoria 4)**. Preservava-se o **rigor técnico** do ensino clássico de desenho, assim como a **sequência de conteúdos** (do **abstrato para o concreto**) e a **dedicação aos processos descritivos**. Ainda há que se observar que não fizeram parte desta experiência atividades que evidenciassem as conexões entre a forma e o número (**Categoria 5**).

Assim, essa experiência, contextualizada às categorias identificadas no Capítulo 3, revela duas características principais: tentativas de explorar recursos didáticos manipuláveis para **reduzir a abstração** em atividades pontuais (**Categoria 2**); e o **predomínio** de um ensino **tradicional/clássico** quanto às tecnologias de representação empregadas, sequência de conteúdos e métodos de resolução de problemas empregados (**Categoria 4**).

## **6.2. Formação superior em Arquitetura e Urbanismo**

A segunda experiência, que aconteceu entre 2002 e 2007, também se situa no intervalo entre o **Graphica** de 1996 e 2011. Assemelha-se sob diversos aspectos em relação à experiência anterior.

O contexto de atuação didática que não requer formação pedagógica é possivelmente um dos fatores que contribuiu para outra experiência que também **não revela**, através de reflexões sobre as atividades realizadas, **características provenientes** do estudo de **teorias de desenvolvimento cognitivo (Categoria**

1). Assim, desde os primeiros momentos, esta experiência se caracterizou também pelo **elevado grau de abstração** necessário para a compreensão dos conteúdos e a carência de estratégias para atuar neste sentido. Além de não empregar a manipulação física, a contextualização de atividades com a formação profissional pouco ocorreu (**Categoria 2**). Identificou-se como **tentativa de facilitar a compreensão e ampliar o significado do ensino da GD**, uma atividade de estudo de superfícies curvas associadas à referenciais de arquitetura. Entretanto, a forma de **visualização** era através de **imagens estáticas** (fotografias) destas obras e a atividade foi pontual. O estudante não tinha a possibilidade de manipular nem fisicamente, nem no espaço digital estas formas para melhor compreensão das relações geométricas.

As tecnologias computacionais (**Categoria 3**) nos estágios iniciais da formação restringiram-se à disponibilização de material didático através de ambiente virtual de aprendizagem, que, no momento, não explorava possibilidades tais como a ampliação da comunicação professor-aluno, por exemplo. A relação com os **recursos gráfico-computacionais** aproximou-se da experiência anterior (formação técnica), sendo realizada em **estágios intermediários** através de **disciplinas específicas de informática aplicada** e configurando um ensino para **instrumentação com software** para representações bidimensionais e tridimensionais, respectivamente, porém como um meio de **produção de documentação**. Explorar a modelagem tridimensional com *SketchUp*, como auxílio para a visualização da geometria em situações de concepção de projeto, foi iniciada pelos estudantes no momento em que eu já estava nos estágios finais do curso, revelando a ansiedade por explorar estas ferramentas de forma mais extensiva e apoiar o processo projetual. O **contexto de formação**, naquela época, **explicitamente evitava os recursos digitais nos estágios iniciais**, não explorando estes recursos como meios de potencializar o raciocínio geométrico ao facilitar a construção e visualização de geometrias mais complexas, por exemplo. Se conscientemente explorados, estes recursos podem permitir ir além nos estudos de geometria e contribuir para a formação de repertório geométrico por possibilitar deter-se ao estudo da forma e não nos processos descritivos e, assim, também contribuir para reformular o ensino de geometria descritiva num contexto de formação em arquitetura.

Como característica principal desta experiência, assim como na experiência anterior, está o **predomínio** das características de **ensino tradicional** de **GD (Categoria 4)**, através de exercícios clássicos e também por concentrar-se em um passo-a-passo para a resolução de problemas.

As associações entre as representações gráficas e algébricas (**Categoria 5**) também não foram identificadas nesta experiência. A própria fragmentação do ensino de geometria, relatada introdutoriamente no contexto da problemática que envolve este estudo, provavelmente contribuiu (e segue contribuindo) para que estas conexões não fossem realizadas e sejam ainda pouco exploradas.

Embora a tentativa de aproximação com a formação em arquitetura tenha sido mínima no contexto da geometria descritiva nesta experiência, entende-se que diante das categorias de práticas didáticas identificadas, este momento replica a experiência anterior caracterizando-se por: alguma tentativa de redução da abstração por meio de **contextualização** de **atividades** (Categoria 2), e por um grande **predomínio** do ensino **tradicional/clássico** evidenciado pela sequência de conteúdos e métodos de resolução de problemas (Categoria 4). Com relação às tecnologias de representação, embora preservado o desenho à mão, diminuía-se o rigor técnico do uso de instrumentos.

### **6.3. Atuação docente no ensino técnico de nível médio em Edificações**

A primeira experiência com atuação docente ocorreu entre 2012 e 2014 e foi contemporânea aos eventos **Graphica** de 2011 e 2013.

Mais uma vez, observou-se um contexto em que as teorias de desenvolvimento cognitivo sob a ótica da visualização espacial não são reconhecidas nas atividades didáticas (**Categoria 1**). Entretanto, as atividades realizadas no âmbito da Edificações são bastante **contextualizadas com a formação profissional dos estudantes** porque se trabalha na maior parte da carga horária a partir de projeto arquitetônico (**Categoria 2**). Porém, apesar dessa estratégia proporcionar maior concretude, o tempo dedicado aos fundamentos da geometria projetiva é bastante reduzido e recursos manipuláveis são muito pouco

presentes, ficando restritos aos sólidos geométricos característicos do ensino de desenho técnico e empregados somente nas primeiras semanas de aula. Também, com relação aos recursos gráfico-computacionais (**Categoria 3**), mais uma vez replica-se um modelo que, embora considere a informática como **sequência na formação do estudante visando capacitá-los para a compreensão do objeto a partir das representações bidimensionais**, basicamente constitui-se como instrumentação para **produção de documentação** com *software* em duas e três dimensões. A **reprodução de plantas** é técnica empregada no primeiro semestre, através do uso de instrumentos tradicionais e, também, no segundo semestre ao iniciar os estudos no contexto da informática. Entretanto, esse processo se caracteriza por ser mecânico e os estudantes replicam plantas sem compreender plenamente o que estão representando. No espaço digital, revelam **significativas dificuldades** relativas às operações no *software* que requerem **conhecimentos de geometria plana**. Além dessas dificuldades, a própria compreensão do projeto arquitetônico evidencia as barreiras dos estudantes com as **construções mentais** necessárias, a partir das **representações bidimensionais**. Assim, observa-se como a questão, neste modelo, não reside na exploração dos recursos, mas, sim, em como utilizá-los. Tanto com recursos manuais quanto com recursos digitais, a estratégia de reprodução de plantas não contribui para o desenvolvimento da visualização espacial porque exclui do estudante justamente o raciocínio geométrico projetivo que se quer proporcionar.

A respeito de características do ensino tradicional de desenho e geometria descritiva (**Categoria 4**), observa-se como mantêm-se essencialmente o desenho manual com instrumentos, visto que a própria **GD** foi excluída do currículo do técnico em Edificações, limitando-se à algumas aulas introdutórias antes da abordagem de desenho arquitetônico. Assim, entende-se que devem ser resgatados conteúdos que conhecidamente contribuem para o desenvolvimento da visualização espacial. Não se acredita que devem ser retomados os moldes tradicionais em sua totalidade, mas, sim, deve-se resgatar o raciocínio geométrico projetivo que se perdeu. A experiência com a oficina de geometria descritiva relatada introdutoriamente, teve resultados positivos identificados através de depoimentos dos próprios estudantes. Naquele momento a configuração de uma

atividade extracurricular contribuiu para que não se tivesse o rigor das representações com instrumentos e muitas atividades se desenvolvessem quase como jogos, também motivando os estudantes. Embora as percepções sobre as dificuldades dos estudantes e o entendimento de que a fragmentação do ensino de geometria contribuiu para tais dificuldades, ainda não se fizeram presentes, nessa experiência, tentativas que investissem nas associações entre representações gráficas e algébricas (**Categoria 5**).

Sendo assim, essa experiência apresenta como principal característica o emprego de **atividades contextualizadas (Categoria 2)**, embora a reprodução de plantas acabe por excluir um raciocínio que é necessário para esta formação. No âmbito da disciplina introdutória de desenho, a qual contempla os fundamentos do desenho técnico e sistemas projetivos, o ensino aproxima-se também do tradicional de desenho técnico (**Categoria 4**), tendo como base o sistema projetivo da geometria descritiva e também empregando atividades com sólidos manipuláveis para representações de vistas ortográficas.

#### **6.4. Atuação docente no ensino superior em Engenharia Química**

A segunda experiência didática ocorreu entre 2013 e 2014 com uma única disciplina de Desenho Técnico e se desenvolveu simultaneamente à experiência anterior, além de ter sido contemporânea aos estudos do **Graphica** de 2013.

Nessa experiência, ainda não fizeram parte da estruturação das atividades, as observações de aspectos referentes ao desenvolvimento cognitivo da visualização espacial (**Categoria 1**). Entretanto, investidas na utilização de **apoios concretos** foram experimentados como meios de facilitar a compreensão dos estudantes por reduzir a abstração e esforço mental necessários para a elaboração das representações de vistas ortográficas já nos primeiros momentos (**Categoria 2**). Os apoios concretos eram conhecidos da autora em experiências prévias como os sólidos de madeira, a modelagem com sabão e a reconstituição física do diedro construído em papel. Também buscou-se **aproximar** a disciplina

da **formação profissional** dos estudantes através de uma atividade de representação de uma planta química<sup>1</sup>.

Os recursos gráfico-computacionais (**Categoria 3**) estão previstos desde a descrição desta disciplina permeando todos os conteúdos que são introduzidos pelas representações bidimensionais e avançam, na segunda metade do semestre, para o estudo de perspectivas e modelagem tridimensional digital. Observa-se como esta estrutura, de certa forma, restringe as possibilidades de aplicação destes recursos que poderiam ser explorados como meio de proporcionar o desenvolvimento dos estudantes e não com o objetivo final de **produção de documentação**. O próprio *software* adotado (AutoCAD) contribuiu para as dificuldades dos estudantes em função dos comandos necessários para realizar as operações de construção do desenho, pela linguagem do *software* (em versão inglês) e pelo próprio conhecimento de geometria plana que essa ferramenta requer. No momento de **modelagem digital 3D** de peças mecânicas, as dificuldades referiram-se à: definição de quais primitivas de programa empregar para obter a forma final da peça dada; quais operações booleanas realizar; às rotações no espaço tridimensional, nas quais os estudantes poucas vezes conseguiam identificar eixo e sentido de rotação corretos. Com a intenção de ilustrar as possibilidades desta ferramenta de **modelagem tridimensional digital**, realizei uma atividade em que as vistas ortográficas da peça foram **obtidas automaticamente**. Embora entusiasmados com a possibilidade de obter automaticamente o que na primeira etapa foi realizado através da reprodução dos processos manuais no espaço digital, estes estudantes revelaram, mais uma vez, dificuldades de compreensão dos fundamentos do desenho. Em diversas situações, as vistas não se relacionavam quanto ao posicionamento relativo e escala. Assim, também se observa como a construção tridimensional e obtenção automática de vistas, por si só, não proporciona o desenvolvimento almejado, pois os estudantes não compreendem as representações obtidas e as necessárias conexões entre essas vistas para comunicar um objeto de forma inequívoca.

Relativamente aos procedimentos clássicos (**Categoria 4**), nessa experiência mantém-se principalmente a abordagem 2D-3D e a relação dos

---

<sup>1</sup> Fluxuograma de processos industriais que apresenta as interligações entre as etapas do processo desde a matéria-prima até o produto final. (TEIXEIRA, FONSECA e MANSUR, 1996)

objetos em relação aos planos de projeção sistematizados na GD e que é base do Desenho Técnico. As representações manuais restringiram-se aos esboços, muitas vezes evitados pelos estudantes, os quais mostram as preferências pelo ambiente digital, apesar das dificuldades e da evidente carência de base para operar com a geometria. Associações entre as representações gráficas e algébricas (**Categoria 5**) não foram experimentadas como recurso didático de desenvolvimento do raciocínio geométrico.

Essa experiência revela, além das tentativas de **redução da abstração** (**Categoria 2**), o emprego dos **recursos gráfico-computacionais** associado à disciplina (**Categoria 3**) e a sequência de ensino a partir do estudo no espaço bidimensional (mais complexo) para o tridimensional (menos complexo), preservando a sequência usual de desenho técnico (**Categoria 4**).

#### **6.5. Atuação como pesquisadora no estágio docência realizado no PROGRAU**

A terceira experiência docente ocorreu já no âmbito do mestrado, quando tive a oportunidade de participar, em caráter de estágio de docência, da disciplina de Geometria Gráfica e Digital II (antiga GDIII) na mesma instituição de minha formação. Esta experiência foi relatada no **Graphica** de 2015 (NOGUEIRA, BORDA, *et al.*, 2015), revelando o **conjunto de estratégias** que vêm sendo adotados por aquele grupo de professores no ensino de **geometria descritiva** para arquitetos.

Estudos sobre abordagens de desenvolvimento cognitivo (**Categoria 1**) não eram explicitamente presentes nestas estratégias que, entretanto, revelam a **participação mais extensiva dos recursos manipuláveis** (**Categoria 2**), proporcionando ao estudante operar com a geometria no espaço físico e também envolver-se mais no seu processo de formação através da ação na construção de maquetes **contextualizadas** com problemas de arquitetura e que estão presentes ao longo de todo o semestre.

Os recursos **gráfico-computacionais (Categoria 3)**, nessa experiência, foram inseridos como meio de auxiliar o desenvolvimento do raciocínio geométrico projetivo por proporcionar a **visualização** das situações espaciais. Como meio de ampliar o desenvolvimento do estudante, a estratégia de **desenho paramétrico** foi inserida de forma **associada a modelos físicos**, explorando o estudo da geometria através de manipulação de parâmetros e visualizando a **associação entre representação gráfica e algébrica (Categoria 5)**. O caráter dos recursos gráfico-computacionais nessa estratégia é, portanto, diverso das experiências anteriores. Seus potenciais são explorados **como meio e não como fim** (característico do emprego de recursos gráfico-digitais para a produção de documentação). Nesse sentido, as tecnologias de representação não são o foco das atividades, porém, permeiam o processo e são importantes por proporcionarem diferenciais ao modelo didático. A importância de **alternância entre os dois meios** (manual e digital) é ressaltada para os estudantes durante as atividades para que evidenciem o potencial de cada um dos recursos. Ainda como recursos tecnológico-computacionais, essa experiência revelou o emprego de AVA durante toda a disciplina, registrando as atividades e ampliando ainda mais a participação do estudante e do professor.

Essa experiência revelou, ainda, que se preservaram também características do ensino tradicional de GD (**Categoria 4**) na realização de exercícios clássicos. A geometria descritiva e a geometria cotada são ensinadas em paralelo e o estudante se vale destes sistemas e dos meios digitais para representar o objeto.

Assim, essa experiência revelou um conjunto ainda maior de estratégias envolvendo: a manipulação física, a construção de maquetes e a contextualização de atividades (**Categoria 2**); o emprego dos recursos gráfico-computacionais para visualização e estudo da geometria (**Categoria 3**); a associação entre representação gráfica e algébrica através do recurso de desenho paramétrico (**Categoria 5**); a preservação de exercícios tradicionais de geometria descritiva (**Categoria 4**).

## 7. RESULTADOS (parte II)

---

### Contextualização de 'tipos' de práticas didáticas e multiestratégias

As experiências prévias da autora relatadas no capítulo anterior foram contextualizadas em relação aos dados obtidos na primeira parte do estudo. Esses dados foram inseridos no quadro apresentado no Apêndice F, resultando, porém, em um novo quadro (Apêndice G) que sobrepõe esses dados e relaciona cada uma dessas experiências com as categorias e subcategorias de 'tipos' de práticas didáticas identificadas.

#### 7.1. Categorias x análise de experiências prévias da autora

A

Figura 31 apresenta esses dados graficamente. Nessa figura, as experiências prévias da autora se organizam em cinco (5) linhas. As combinações de 'estratégias' que foram identificadas a partir de cada uma dessas experiências são apresentadas em cores, conforme indica a legenda no inferior da figura. Os anos são indicados a partir da vertical. Inicia-se em 1996 (ano do primeiro **Graphica** analisado) e se avança até 2015 (último **Graphica** analisado). As experiências prévias ocorridas entre os anos 2000 e 2014 inserem-se neste intervalo. Essas experiências são identificadas pelas barras coloridas que percorrem o intervalo de anos em que cada uma delas ocorreu.

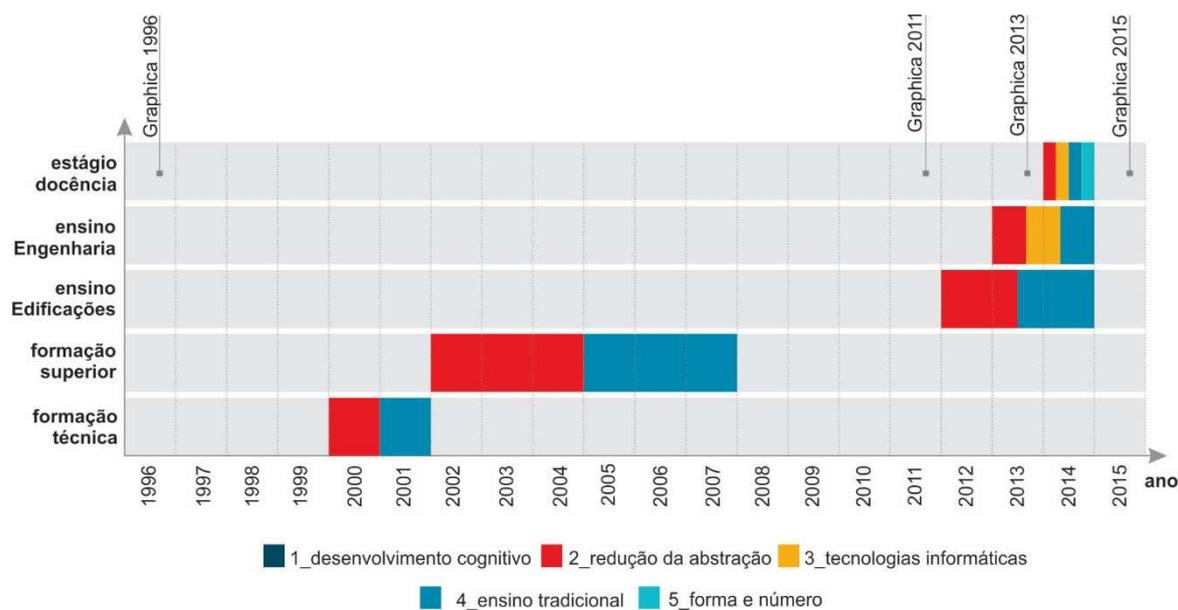


Figura 31: Contextualização de experiências prévias da autora

Fonte: Autoria própria

A leitura desse dado apresentado pela

Figura 31 permite uma reflexão a respeito de três questões.

#### 7.1.1. Emprego de tecnologias informáticas

Comparativamente ao Graphica de 1996, as experiências prévias relatadas que iniciam em 2000 indicam certo atraso com relação ao emprego das tecnologias informáticas para apoio ao desenvolvimento da visualização espacial.

Conforme indicado no capítulo 6, nas experiências de formação técnica em Desenho Industrial e superior em Arquitetura e Urbanismo, tais ferramentas estiveram presentes, porém, com a característica de instrumentar para seu uso especialmente para fins de substituição de tecnologia de representação, preservando, entretanto, os processos projetivos.

Esse dado, entretanto, deve ser interpretado também tendo em vista que os resultados da parte I do estudo se referem à produção acadêmica, ou seja, não espelham necessariamente a realidade do ensino de desenho. Assim, o que se observa é que aqueles preocupados em pesquisar sobre o ensino de desenho na área da representação gráfica no Brasil (especialmente diante do contexto de

transformações pelas tecnologias e dificuldades dos estudantes com a visualização espacial) investiram em investigações que exploram as possibilidades destes recursos desde, pelo menos, 1996. Enquanto que, esses recursos na prática, na experiência relatada pela autora, não foram explorados para apoiar a visualização espacial.

Na experiência docente no ensino técnico em Edificações, nos estágios iniciais, essas ferramentas também não são exploradas, embora, conforme relatado introdutoriamente neste estudo (capítulo 1), as professoras que vêm atuando nesse contexto já tenham se instrumentado em relação às tecnologias computacionais.

#### 7.1.2. Investimento para compreender os processos de desenvolvimento cognitivo

Outra consideração que se faz refere-se ao não aparecimento da categoria 1 na análise de experiências prévias. Entende-se que é difícil precisar o quanto que os docentes conheciam ou buscaram empregar teorias de desenvolvimento cognitivo nas suas práticas didáticas nas duas experiências discentes que foram relatadas: formação técnica em Desenho Industrial e formação superior em Arquitetura e Urbanismo. Entretanto, a leitura dos artigos realizada na parte I do estudo contribui para a observação de quetais teorias não foram (ou pouco foram) utilizadas para a estruturação das atividades relatadas nessas experiências.

Da mesma forma, nas experiências em que a autora relata atuar como docente (no contexto do IFSul) e como pesquisadora (no estágio docência), também não se verifica o emprego das teorias de desenvolvimento cognitivo na estruturação das atividades. Situação essa motivou o estudo que busca respaldo teórico para o apoio da prática docente de desenho de atividades didáticas que buscam o desenvolvimento da habilidade de visualização espacial diante de um contexto que revela dificuldades com este processo.

### 7.1.3. O uso da multiestratégia

Por fim, a leitura da Figura 31 permite observar que se espelha a tendência ao uso da multiestratégia. A experiência docente no contexto do ensino superior em Engenharia Química que foi relatada revela uma disciplina que envolve a associação do desenvolvimento de estágios iniciais de desenho em paralelo ao uso das tecnologias informáticas que, por sua vez, foram exploradas em alguns momentos para auxiliar na compreensão do objeto no espaço tridimensional digital.

Na experiência do estágio de docência, o uso da multiestratégia se intensifica ainda mais. O contexto da disciplina relatada refere-se a um grupo de estudos GEGRADI que vêm experimentando diversas estratégias para apoiar o ensino através do desenvolvimento de atividades didáticas que exploram os recursos informáticos nas suas diversas potencialidades, inclusive associando representação gráfica e numérica. Preservam atividades clássicas de GD e empregam também apoio concretos para a estruturação destas atividades.

## 8. DISCUSSÃO

---

Conclusivamente, observa-se que o estudo de práticas didáticas que versam sobre o **desenvolvimento da visualização espacial por meio do raciocínio geométrico projetivo**, realizado através das publicações do **Graphica** de 1996, 2011, 2013 e 2015 e a contextualização das experiências prévias em relação às categorias de práticas didáticas identificadas neste estudo contribuiu para algumas reflexões sobre o ensino de desenho e geometria.

Uma das principais questões que se observa refere-se ao olhar a partir das **teorias de desenvolvimento cognitivo**. A contribuição que podem oferecer tais teorias, por permitirem a compreensão dos processos mentais que envolvem a visualização espacial, entende-se que deveria ser amplamente explorada. Elas permitem identificar em que estágio se encontra o estudante, além de desvelarem que o grau de dificuldade na compreensão da geometria descritiva reside no entendimento de um objeto em uma construção mental a partir de representações bidimensionais paralelo-ortogonais e que isto requer do estudante um desenvolvimento próprio do estágio de desenvolvimento cognitivo mais avançado.

As **tentativas de redução da abstração**, nesse sentido, devem ser empregadas vislumbrando possibilitar aos estudantes operar com os conceitos e conduzi-los posteriormente à abstração, visto a importância da ação nos processos de desenvolvimento cognitivo. Nesse sentido entende-se que **os**

**recursos gráfico-computacionais** muito têm a contribuir também. Eles permitem concretizar as situações no espaço digital e a construção de geometrias mais complexas que são difíceis e demoradas com maquetes. Entretanto, permitem avançar ainda mais no estudo da própria geometria, solucionando os problemas de forma tridimensional no espaço digital. Tal situação, porém, não descarta a geometria descritiva, porque a **leitura e interpretação das representações bidimensionais, que ainda são a base da documentação de projetos, requer este raciocínio geométrico projetivo.**

Ainda deve-se observar que **a geometria descritiva sistematizada por Monge é indissociável de sua representação algébrica.** Aqueles que se dedicaram à estruturação de *software* revelaram a percepção do conhecimento que foi perdido ao concentrar a geometria descritiva nas soluções gráficas somente. Associar a representação gráfica e algébrica requer ainda maior grau de abstração, porém, podem contribuir para promover o desenvolvimento nos mais altos níveis de raciocínio geométrico, o que amplia as possibilidades do estudante. No espaço tridimensional, realizar esta conexão se tornou mais viável através das ferramentas de desenho paramétrico. Nesse sentido, explorá-las pode ser um avanço no resgate de conhecimentos que se perderam, além de contribuir para a plena formação do estudante. A importância de dedicar-se ao estudo da geometria preservando propriedades da forma (situação que é possível com ferramentas de geometria dinâmica e desenho paramétrico) é apontada desde 1996 e ainda pouco se evidencia nas práticas didáticas.

Observando as práticas didáticas no contexto dos eventos Graphica estudados e nas experiências relatadas no capítulo anterior, observa-se como cada vez mais **os docentes vêm utilizando estratégias didáticas diversificadas**, revelando permanentes tentativas de contribuir para a mitigação do problema de **ensino de geometria que não está solucionado** e que envolve o desenvolvimento da visualização espacial, habilidade essencial para a atuação profissional.

Essa diversidade de práticas didáticas identificadas contribui para a **identificação de um repertório** de possibilidades que podem servir de base para experiências futuras de estruturação de atividades igualmente didáticas. Ademais,

este conjunto de ‘tipos’ de práticas didáticas se revela como um **repertório que um professor de desenho deve conhecer para atuar com o ensino de representação gráfica**. Entretanto há que se observar que os atuais docentes se formaram em um modelo de ensino fragmentado e, assim, compreende-se porque as associações entre forma e número são ainda pouco exploradas, apesar de diversas vezes apontadas pelos autores. Portanto, entende-se necessário **investir em formação docente** já que a formação prévia desses professores não se configura como respaldo para atuar com as necessidades que a área requer.

Entende-se, também, que o ensino de matemática na formação básica deveria ser repensado, resgatando a geometria na sua totalidade (representação gráfica e algébrica) de forma a paulatinamente mitigar os problemas que se evidenciam no ensino profissionalizante e que acabam alijando a própria formação do estudante além de depositar no ensino superior a difícil tarefa de promover, em um curto espaço de tempo, o desenvolvimento do raciocínio geométrico que deveria ter ocorrido desde a infância. A **complementaridade entre forma e número deve ser resgatada desde o ensino básico** para que nos níveis superiores o estudante consiga atingir os mais elevados graus de abstração característicos dos níveis avançados de desenvolvimento cognitivo.

### **8.1. Recomendações futuras**

Este estudo realizado revela a realidade relatada através de pesquisas acadêmicas no âmbito nacional para um recorte específico. Como recomendações futuras, este estudo de revisão pode ser ampliado incluindo o intervalo compreendido entre 1996 e 2011, e, também mais referências internacionais de atividades que apoiam o desenvolvimento da visualização espacial.

No entanto, recomenda-se, sobretudo, a estruturação de atividades didáticas (para experimentação e avaliação de resultados) relacionando as possibilidades de estratégias identificadas e empregando como referência especialmente as teorias de desenvolvimento cognitivo; aporte teórico que se buscou como objetivo para realização deste estudo. Para a estruturação de

futuras atividades de experimentação didática, entende-se que muito contribuem a realização de uma análise de contextualização das experiências prévias a partir do estudo de revisão realizado.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

ABEG. Associação Brasileira de Expressão Gráfica. Disponível em: <[http://www.abeg.org.br/abeg\\_s.htm](http://www.abeg.org.br/abeg_s.htm)>. Acesso em: 23 fevereiro 2015.

ALMEIDA, I. C.; MELO, S. S.; SANTANA, E. R.; MONTENEGRO, G. A. Duas metodologias de desenho que se debatem. In: I Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 12º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 1996, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC. 1996. p. 424-431.

ALVES, M. C. A.; COSTA, I. F.; CARDOSO, C. A. P. A tecnologia computacional no ensino da geometria descritiva. In: VIII International Conference on Graphics Engineering of Arts and Design e XIX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 2009, Bauru. **Anais eletrônicos...** Bauru: UNESP. 2009. p. 634-645.

ALVES, M. C. A.; COSTA, I. F.; CARDOSO, C. A. P. A geometria descritiva e a tecnologia computacional. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução de Luís Antero RETO e Augusto PINHEIRO. São Paulo: Edições 70, 2011.

BORDA, A. A atividade docente de produção de materiais didáticos relativos à representação gráfica digital. In: 16º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico e V International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2003, Santa Cruz do Sul. **Anais eletrônicos...** Santa Cruz do Sul: UNISC. 2003.

BRAVIANO, G.; MARTINELLI, R. Uso de imagens contextualizadas para apoiar a compreensão conceitual dos lugares geométricos. In: III APROGED'S

International Conference [e] XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Porto: APROGED. 2015. p. 103-112.

BRAVIANO, G.; ULBRICHT, R.; VIEIRA, M. L. H. O uso do Cabri-Géomètre no Ensino de Desenho Geométrico. In: I Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 12º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 1996, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC. 1996. p. 508-517.

BUENO, M. S. Quem, afinal, nas escolas brasileiras, promove o desenvolvimento das competências gráficas? In: III APROGED'S International Conference [e] XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Porto: APROGED. 2015. p. 477-487.

BUERY, C.; BUENO, L. C.; MARTINS, M.; DIAS, M. A. Educação do olhar: a representação da forma arquitetônica na Geometria Descritiva. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

CARVALHO, M. G. (coordenação). Graphica 2011: expressão gráfica: conexões entre ciência, arte e tecnologia. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

CASTELAN, J.; FRITZEN, D. Transformações de visualização: geração de imagens em software CAD 3D. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

COUTINHO, H. J. S.; PETRY, A.; CARDOSO, F. C. Avaliação da utilização de técnicas de estereoscopia para apresentação de conceitos de geometria descritiva. In: VII International Conference on Graphics Engineering of Arts and Design e XVIII Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 2007, Curitiba. **Anais eletrônicos...** Curitiba - PR: UFPR. 2007.

CUNHA, M. I. **O bom professor e sua prática**. 20ª Edição. 2008. ed. Campinas, SP: Papyrus, 1989.

DALLA VECCHIA, L. F.; DAMETTO, A. P. A.; VASCONCELLOS, L. A. Reestruturação da disciplina de Desenho Técnico e Arquitetônico 1 na UFPel. In: XXI Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico e X International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2013, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: CCE-UFSC. 2013.

EYMAR, P; ROMCY, N.; BRANDÃO, I.; CARDOSO, D. Novos experimentos no ensino da geometria descritiva usando os meios digitais de representação como referência. 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: CCE-UFSC. 2013.

FIALHO, F. A. P. Prefácio. In: I Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 12º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 1996, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis: UFSC. 1996.

FONSECA, J.; COLCHETE FILHO, A.; BRAIDA, F. O lugar da geometria descritiva no ensino de estudo da forma para arquitetura e urbanismo. In: III APROGED'S International Conference [e] XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos**... Porto: APROGED. 2015. p. 209-220.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 33. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2006.

GANI, D. C. Geometria Descritiva: um contraste entre as lições de Monge e o livro por F.I.C. In: XVII Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico e VI Internacional Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2005, Recife. **Anais eletrônicos**... Recife: FASA. 2005.

GANI, D. C. As lições de Monge a a arte de resolver problemas. In: III APROGED'S International Conference [e] XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos**... Porto: APROGED. 2015. p. 91-102.

GÓES, H. C. **Expressão Gráfica: esboço de conceituação**. Curitiba: Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática) - Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, 2012.

HARRIS, A. L. N. D. C. Aplicação e resultados iniciais de uma nova didática de ensino para a disciplina de Desenho Técnico no curso de Engenharia Civil da FEC - UNICAMP. In: 5º Encontro Regional de Expressão Gráfica. 2006, Salvador. **Anais eletrônicos**... Salvador: EDUFBA. 2006.

IVANÓSKI, G. Desenho manual: uma experiência didática. In: III APROGED'S International Conference [e] XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos**... Porto: APROGED. 2015. p. 329-336.

KOPKE, R. C. M. Desenho e escola. In: I Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 12º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva

e Desenho Técnico. 1996, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC. 1996. p. 83-89.

KOPKE, R. C. M. Objetos esculpidos e a visão espacial. VIII International Conference on Graphics Engineering of Arts and Design e XIX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 2009, Bauru. **Anais eletrônicos...** Bauru: UNESP. 2009. p. 869-881.

LEDO, R. Z.; ULBRICHT, V. R. A possibilidade de uso de hipervídeos em ambientes hiperfídea de geometria descritiva. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

LIMA FILHO, D.; CHAGAS, A. A. Metodologia para o ensino de Geometria Descritiva, sob a proposta de Gino Lória. In: I Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 12º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 1996, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC. 1996. p. 44-50.

LIMA, A. J. R.; HAGUENAUER, C. J.; CUNHA, G. G. A Realidade Aumentada no ensino da Geometria Descritiva. In: VII International Conference on Graphics Engineering of Arts and Design e XVIII Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 2007, Curitiba. **Anais eletrônicos...** Curitiba: UFPR. 2007.

LIMA, M. M. F.; CARVALHO, S. O.; BEZERRA, J. C. A. Tecnologia da informática no ensino da geometria. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

LIMA, M. M. F.; CARVALHO, S. O.; OLIVEIRA, J. S. A informatização da geometria e a modelagem através de planos seriados. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

LIMA, S. Um estudo gestaltista para o ensino do desenho e da arte. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

LOPES, A. V. F. E.; CARNEIRO-DA-CUNHA, M.; GUSMÃO, M. B. R. Mapeando dificuldades de ensino-aprendizagem do desenho técnico nos alunos de Engenharia. In: III APROGED'S International Conference [e] XI International

Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Porto: APROGED. 2015. p. 239-246.

LOPES, A. V. F.; CARNEIRO-DA-CUNHA, M.; GUSMÃO, M. B. R. Mapeando dificuldades de ensino-aprendizagem do desenho técnico nos alunos de Engenharia. III APROGED'S International Conference [e] International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Porto: APROGED. 2015. p. 239-246.

LOPES, E. M. ; ALMEIDA, O. Uma nova abordagem sobre o ensino de Desenho e Computação Gráfica: relato crítico sob o ponto de vista do aluno. In: I Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 12º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 1996, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC. 1996. p. 446-445.

LOUREIRO, M. A. A estratégia do cubo: "a trissecção". In: I Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 12º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 1996, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC. 1996. p. 491-500.

MACHADO, S. R. B. A compatibilização do ensino tradicional de desenho com as novas tecnologias. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

MACHADO, S. R. B.; IWATA, N. O processo didático na disciplina de representação gráfica na graduação de Design de Interiores no Brasil. In: III APROGED'S International Conference [e] XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Porto: APROGED. 2015. p. 321-328.

MELO, S. S.; BARRETO, H. T. N.; SILVA, K. A. A passagem da situação real ao modelo geométrico em exercícios de Geometria Gráfica Tridimensional 1. In: III APROGED'S International Conference [e] XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Porto: APROGED. 2015. p. 299-308.

MORELLI, R. D. Aplicaciones didácticas de modelado de sólidos y vistas automáticas con AutoCAD. In: VII International Conference on Graphics Engineering of Arts and Design e XVIII Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 2007, Curitiba. **Anais eletrônicos...** Curitiba: UFPR. 2007.

MORELLI, R. D. Prototipos rápidos y reflexión crítica como herramientas para enseñar el diseño CAD 3D-2D. VIII International Conference on Graphics Engineering of Arts and Design e XIX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva

e Desenho Técnico. 2009, Bauru. **Anais eletrônicos...** Bauru: UNESP. 2009. p. 909-921.

NEVES JÚNIOR, C. A.; EVANGELISTA, F. A.; FRANÇA, E. M.; SILVA, T. M.; SANTOS, R. C. B.; LOPES, A. V. F. Dificuldades de visualização espacial em alunos do Ensino fundamental I e II. 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: CCE-UFSC. 2013.

NOGUEIRA, T.; BORDA, A.; FÉLIX, L.; VASCONSELOS, T. O agir na urgência e o decidir na incerteza: entre métodos e tecnologias de representação gráfica. In: III APROGED'S International Conference [e] XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Porto: APROGED. 2015. p. 307-317.

PANISSON, E. **Gaspard Monge e a sistematização da representação na arquitetura.** Porto Alegre: Tese (doutorado em arquitetura). Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura. UFRGS, 2007.

PEREIRA, D. C.; DUARTE, M. E. R.; LOPES, A. V. F. Desenvolvendo a inteligência visioespacial nos alunos de engenharia da UFPE. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

PEREIRA, D. C.; PINHEIRO, J. V. L.; VAZ, C. E. V. I love Edros - Um game educacional para o ensino da geometria. 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: CCE-UFSC. 2013.

PEREIRA, N. S.; VAZ, C. E. V. Parametrismo 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: CCE-UFSC. 2013.

PIRES, J. F.; NUNES, C. S.; VASCONSELOS, T.; BORDA, A. Trajetórias de geometria na arquitetura. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

PRATINI, E. Experiências de apoio ao ensino de desenho técnico e à visualização: uma avaliação. In: XVII Simpósio Nacional de Geometria Descritiva

e Desenho Técnico e VI Internacional Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2005, Recife. **Anais eletrônicos...** Recife - PE: FASA. 2005.

PRATINI, E. Experiências de apoio ao ensino de desenho técnico e à visualização: uma avaliação. In: XVII Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico e VI Internacional Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2005, Recife. **Anais eletrônicos...** Recife: FASA. 2005.

PRENSKY, M. Digital Natives, Digital Immigrants. **On the Horizon**, v. 9, n. 5, out 2001. Disponível em: <<http://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>>. Acesso em: 09 junho 2016.

RÊGO, R. M.; CARREIRO, P. P. Modelagem geométrica 3D como instrumento para percepção visuoespacial, análise e projeção de áreas urbanas: uma experiência didático-pedagógica. In: III APROGED'S International Conference [e] XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Porto: APROGED. 2015. p. 113-122.

RÉZIO, A. S. Tarefas em ambiente de geometria dinâmica. In: III APROGED'S International Conference [e] XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Porto: APROGED. 2015. p. 65-75.

RIMKUS, C. M. F. Multimídia no contexto do Ensino/Aprendizagem do Desenho Técnico. In: 5º Encontro Regional de Expressão Gráfica. 2006, Salvador. **Anais eletrônicos...** Salvador: EDUFBA. 2006.

RODRIGUES, D. W. L.; RODRIGUES, M. H. W. L. Desafiando o pensamento geométrico. 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, SC: CCE-UFSC. 2013.

RODRIGUES, D. W. L.; RODRIGUES, M. H. W. L.; CARVALHO, M. G. Brincando com a geometria. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

RODRIGUES, M. H. W. A visão espacial no contexto da "gráfica". In: I Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 12º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 1996, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC. 1996. p. 26-34.

RODRIGUES, M. H. W. L.; SOARES, C. C. P.; TRAPANO, P.; BUENO, M. S. Curso de especialização em técnicas de representação gráfica: um ambiente de

aprendizagem transformativa. In: 5° Encontro Regional de Expressão Gráfica. 2006, Salvador. **Anais eletrônicos...** Salvador: EDUFBA. 2006.

ROSA, S. B.; GONTIJO, A. O uso de instrumentos no ensino de desenho: diferentes atividades e diferentes funções. In: I Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 12° Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 1996, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC. 1996. p. 390-397.

ROSA, S. B.; ULBRICHT, V. R.; GONTIJO, L. A. A informática desenhando, da análise da atividade às competências requeridas. In: I Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 12° Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 1996, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC. 1996. p. 478-483.

ROSA, S. B.; ULBRICHT, V. R.; SIMIONI, S. M. Ensino da geometria projetiva através do uso de instrumentos. In: I Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 12° Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 1996, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC. 1996. p. 195-201.

ROSA, S. B.; ULBRICHT, V. R.; SIMIONI, S. M. Ensino da Geometria Projetiva através do uso de instrumentos. In: I Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 12° Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 1996, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC. 1996. p. 195-201.

SEABRA, R. D.; SANTOS, E. T. Análise de requisitos de uma ferramenta 3D para desenvolvimento da cognição espacial. In: XVII Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico e VI Internacional Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2005, Recife. **Anais eletrônicos...** Recife: FASA. 2005.

SEABRA, R. D.; SANTOS, E. T. GD@RV: Uma ferramenta em Realidade Virtual para o ensino de Geometria Descritiva. VIII International Conference on Graphics Engineering of Arts and Design e XIX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 2009, Bauru. **Anais eletrônicos...** Bauru: UNESP. 2009. p. 492-507.

SILVA, G. R.; SILVA, M. J. A.; SANTOS, R. C. G. Construção do conhecimento de geometria: utilização de materiais manipulativos. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

SILVA, J. C.; FIALHO, F. A. P. O estado da arte no ensino do desenho técnico auxiliado por computador. In: II Congresso Internacional de Engenharia Gráfica

nas Artes e no Desenho e 13° Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 1998, Feira de Santana. **Anais...** Feira de Santana: UEFS. 1998. p. 233-242.

SILVA, M. J. A.; ALVES, M. C. A.; SAMPAIO, R. V. Modelagem no ensino da geometria descritiva. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

SILVA, R. P.; TEIXEIRA, F. G.; SILVA, T. L. K.; BARCIA, R. M. A aplicação de estratégias pedagógicas não presenciais no processo de ensinagem da Geometria Descritiva. In: 16° 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 eletrônicos...** Santa Cruz do Sul - RS.: UNISC. 2003.

SILVA, T. L. K.; BARCIA, R. M.; SCHMITT, C. M. Uma proposta de ambiente computacional para o ensino e aprendizagem de Geometria Descritiva. In: IV Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 15° Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 2001, São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: [s.n.]. 2001. p. 900-909.

SOARES, C. C. P. Computação gráfica: uma mudança nos paradigmas das técnicas de representação? In: XVII Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico e VI Internacional Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2005, Recife. **Anais eletrônicos...** 2005, Recife. Anais eletrônicos. Recife: FASA. 2005.

SOARES, C. C. P. Modelando sólidos platônicos no AutoCAD. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

SOARES, C. C. P.; LIMA, Á. J. R. Contribuições da modelagem virtual 3D para o ensino de geometria descritiva. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

SOARES, R. J.; PATEK, M. M. S. A evolução na aprendizagem de geometria gráfica. 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: CCE-UFSC. 2013.

SOUZA FILHO, R. Editor de geometria descritiva. In: I Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 12° Simpósio Nacional de

Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 1996, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC. 1996. p. 383-389.

SOUZA, M. A. S. Geometria Descritiva: aplicação de exercício usando o hexaedro. 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: CCE-UFSC. 2013.

TEIXEIRA, F.; SILVA, T.; SILVA, R.; BRUNO, F. Experiências inovadoras em ensino e pesquisa da Geometria Descritiva. In: III APROGED'S International Conference [e] XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Porto: APROGED. 2015. p. 465-475.

TEIXEIRA, F. G.; SANTOS, S. L. HyperCAL3D: Aplicações no ensino de Geometria Descritiva. In: III APROGED'S International Conference [e] XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Porto: APROGED. 2015. p. 453-463.

TEIXEIRA, F. G.; SANTOS, S. L. S. HyperCAL3D, um sistema inovador para auxílio ao processo de ensino de geometria descritiva. In: XXI Simpósio de Geometria Descritiva e Desenho Técnico e X Internacional Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2013, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: CCE-UFSC. 2013.

TELLES, L. S. J.; GÓES, H. C.; GÓES, A. R. T. A geometria por meio de dobraduras na construção do Tangram. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

TODESCHINI, R. T.; ULBRICHT, S. M. Porque introduzir noções de programação específica em disciplinas de desenho. In: I Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 12º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 1996, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC. 1996. p. 470-477.

TORDESILLAS, A. Á.; RODRÍGUEZ, M. A.; DESVAUX, N. G. Un proyecto de innovación docente para la geometría descriptiva. In: III APROGED'S International Conference [e] XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Porto: APROGED. 2015. p. 189-198.

TOSTE, B. L.; NOVAL, M. B. S.; VIANNA, S. S.; IZAR, S. B. Trabalhando com as transformações pontuais na educação básica. In: III APROGED'S International Conference [e] XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Porto: APROGED. 2015. p. 123-131.

UENO, T. R. Diretrizes construtivas para origami arquitetônico de 90 graus. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos**... Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

VASCONCELLOS, L.; BORDA, A.; PANISSON, E. Projeções cotadas e a representação de coberturas: novas práticas didáticas. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos**... Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

VASCONCELOS, Â. P. Um olhar no futuro. In: I Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 12º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 1996, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis: UFSC. 1996. p. 398-406.

VAZ, A.; ANDRADE, A. F.; SILVA, R. Modelando coberturas no SketchUp - uma experiência didática. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos**... Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

VELASCO, A. D.; ADÁNEZ, G. P. Exercícios informatizados para auxílio no desenvolvimento da visualização espacial. In: VII International Conference on Graphics Engineering of Arts and Design e XVIII Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 2007, Curitiba. **Anais eletrônicos**... Curitiba - PR: UFPR. 2007.

VELASCO, A. D.; ADÁNEZ, G. P. Exercícios informatizados de desenho técnico básico para melhorar a visualização espacial. In: VIII International Conference on Graphics Engineering of Arts and Design e XIX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 2009, Bauru. **Anais eletrônicos**... Bauru - SP: UNESP. 2009. p. 753-762.

VIANA, V. E. A. (coordenação). Geometrias & Graphica 2015 Proceedings. Universidade Lusíada de Lisboa. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos**... Porto: Aproved. 2016.

WANDERLINDE, J.; PEREIRA, A. T. C. O ensino da geometria descritiva, relacionando a instrumentalização tradicional com os recursos da informática. In: I Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 12º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 1996, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis: UFSC. 1996. p. 501-507.

YAMADA, T. R. U. O uso do Kirigami 3D na disciplina de Geometria Descritiva. In: III APROGED'S International Conference [e] XI International Conference on

Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos...**  
Porto: APROGED. 2015. p. 441-452.

## **APÊNDICES**

## Apêndice A

IDENTIFICAÇÃO						
título	DESAFIANDO O PENSAMENTO GEOMÉTRICO				ano	2013
					n°	2
autores	1	RODRIGUES, Daniel Wyllie Lacerda	5	-		
	2	RODRIGUES, Maria Helena Wyllie Lacerda	6	-		
	3	-	7	-		
	4	-	8	-		
instituição	UFRJ		curso	Especialização em Técnicas de Representação Gráfica		
palavras-chave	educação gráfica		raciocínio espacial	jogos e desafios	geom. dinâmica	
	-		-	-	-	
RECORTE						
síntese (máximo 200 palavras)	<p>A partir da observação sobre diversas metodologias propostas que usam ambientes computacionais e que vêm sendo comunicadas, os autores observam que nem sempre esses recursos "vem contribuindo para o seu desempenho satisfatório nas atividades que lhe exigem raciocinar e visualizar" e questionam o que poderia ser feito para auxiliar os alunos com estas dificuldades. Os autores fazem reflexões sobre a questão didática e discorrem sobre duas matérias do curso. São feitas reflexões sobre: a ideia de "facilitar" o aprendizado que, ao tentar tornar mais fácil, pode minizar ou impedir o aprendizado e para a qual os autores propõem o uso da expressão "favorecer a aprendizagem"; e, através de Perrenoud, a ideia de que "para desenvolver competências é preciso (...) trabalhar por problemas (...) propor tarefas complexas e desafios que incitem os alunos a mobilizar seus conhecimentos e, em certa medida, completá-los". O conceito de competência é referido a partir de Rodrigues (2003) como "(...) o ato de saber mobilizar recursos cognitivos para agir com eficiência em situações-problema". As disciplinas apresentadas são Geometrografia Dinâmica e Aprendizagem por meio de Jogos e Desafios. Os alunos realizaram avaliações das disciplinas. Tais avaliações são apresentadas no artigo e evidenciam, de acordo com os autores, "o sucesso das abordagens empregadas".</p>					
marco teórico	Perrenoud: "trabalhar por problemas", "desafios que incitem os alunos a mobilizar seus conhecimentos".					
atividades identificadas	<p><b>Geometrografia Dinâmica:</b> é apresentado exemplo de atividade "problema-desafio", organizado a partir de software de geometria dinâmica. (Figura 1). <b>Aprendizagem por meio de Jogos e Desafios:</b> são realizadas atividades de: quebra-cabeças de lógica, jogos de tabuleiro ou brinquedos de construção (ver exemplo na Figura 2). Todos com diferentes problemas e níveis de dificuldade. As atividades são distribuídas em 10 etapas e totalizam cerca de 180 atividades/semestre.</p>					
conteúdos e/ou ementa identificados	<p><b>Geometrografia Dinâmica</b> (ementa): geometria plana e projetiva, conceitos elementos, traçados básicos, lugares geométricos, transformações pontuais e respectivas aplicações; o racional, o lúdico e o criativo na "arte" das construções geométricas exploradas em ambiente dinâmico. <b>Aprendizagem por meio de Jogos e Desafios</b> (ementa): percepção visual e criatividade na resolução de problemas, pensamento vertical, lateral e produtivo, graus de dificuldade, problemas auxiliares e outros provenientes da matemática recreativa.</p>					
recursos	software de geom. dinâmica	vídeos		objetos físicos	ferramentas digitais gráficas	
	-	-		-	-	
resultados e/ou conclusões apontados (as)	Com base nas leituras das avaliações dos alunos, nos adjetivos utilizados para qualificar as disciplinas, os autores entendem que as mesmas corresponderam às expectativas destes alunos. Nas avaliações os alunos também destacam os benefícios que observam através da realização dos desafios propostos como: "desenvolvimento da percepção, visão espacial, raciocínio lógico, momentos de reflexão e trabalho mental; compreensão dos conteúdos e resolução de problemas."					
avaliação	sim	<input checked="" type="checkbox"/>	não	descrição	avaliações feitas pelos alunos são apresentadas em recorte no artigo.	
imagens						
	Figura 1			Figura 2		
observações	Os autores citam, como exemplo, apenas alguns recursos utilizados na disciplina Aprendizagem por meio de Jogos e Desafios e comentam que tais recursos são "diversos".					

## Apêndice B

### Graphica de 1996: Descrição dos artigos estudados

#### Artigo 1

Título: A visão espacial no contexto da gráfica

Autores: Maria Helena Wyllie Lacerda Rodrigues

---

Este estudo de Rodrigues (1996) foi um dos artigos comunicados junto ao subtema “epistemologia do desenho”. Como questão central esta autora dedicou-se à compreensão do ato mental de **visualizar**. Para tanto voltou-se à gênese do desenvolvimento da capacidade de **visão espacial**. Rodrigues (1996) revelou uma preocupação inicial sobre a **visão espacial**: a possibilidade desta capacidade ser (ou não) resultante de um processo de aprendizagem. Esta resposta (referida no Capítulo 1) foi encontrada pela autora nos estudos de Piaget, para quem o conhecimento resulta de interações entre o sujeito e o objeto. Baseando-se nisto a autora apontou para o caráter ativo do indivíduo nos processos que envolvem a **percepção visual**. Rodrigues (1996) apontou através das teorias de Piaget que um conhecimento é adquirido mediante processos de assimilação que permitem sua incorporação às estruturas prévias. Estes processos de assimilação é que conferem “significação”. Assim, “conhecer um objeto implica em incorporá-lo a esquemas de ação, ou seja, agir sobre ele” (RODRIGUES, 1996, p. 30). Relacionando à Representação Gráfica, a autora observou como é mais fácil a compreensão, pelos estudantes, de um enunciado que se caracteriza pela ação. A autora exemplificou esta questão através da sua experiência docente. Indicou como os estudantes têm mais facilidade no estudo de planos tangentes a um cone, quando esta tangência é demonstrada pela observação da incidência de luz sobre tal superfície. Dois enunciados diferentes para o mesmo exercício foram apresentados neste exemplo:

“1. Representar, por seus traços, os planos tangentes ao cone, que contêm o ponto (P) e 2. Determinar a sombra projetada pelo cone nos planos de projeção, sendo (P) o foco de luz”. (RODRIGUES, 1996, p. 31)

Segundo a autora, o segundo enunciado “sugere claramente as ações projetar e interceptar” e por isso é mais facilmente compreendido (RODRIGUES, 1996, p. 31). Rodrigues (1996) também apontou através de Piaget, o papel da experiência física no processo de aprendizagem que envolve as questões **espaciais**. Ela descreveu que:

“Piaget (1973) coloca em destaque duas espécies de processo: o que se fundamenta na experiência física (espaço físico) e que conduz a regularidades e o que se alicerça em operações (espaço lógico-matemático) e que conduz a ligações necessárias. Lembra, no entanto que a operação também se aprende como ação antes de ser abstraída como operação propriamente dita [...]”. (RODRIGUES, 1996, p. 33)

## **Artigo 2**

Título: Desenho e escola

Autores: Regina Coeli Moraes Kopke

---

Comunicado no subtema “epistemologia do desenho”, o artigo de Kopke (1996) registrou uma ação, realizada através de um projeto de extensão entre a universidade e uma escola de ensino básico da rede privada. De acordo com a autora, a intenção desta proposta foi atuar no resgate de conhecimentos de desenho e geometria, que se perderam nas reformas educacionais nacionais consolidadas nas LDBs. O estudo indicou recomendações para a disciplina de Educação Artística, apontando modificações para cada série ou intervalo de séries que compreendem o ensino básico<sup>1</sup>. Kopke (1996) apontou as modificações que configuraram a proposta implementada em uma escola específica. Para a 1ª série a proposta compreende um trabalho com formas geométricas planas, manuseando figuras e aos poucos, reconhecendo diferenças entre elas. A partir da 4ª série, a sugestão é o avanço para o estudo com sólidos geométricos indicando também o

---

<sup>1</sup> O 1º grau, que compreendia 8 séries, chama-se atualmente ensino fundamental e engloba 9 séries. O 2º grau, por sua vez, chama-se atualmente ensino médio, porém mantém o número de séries em três (3). O conjunto que envolve 1º e 2º graus ou (atualmente) ensino fundamental e ensino médio configura o que se chama ensino básico.

reconhecimento das formas planas já aprendidas nos sólidos, bem como o emprego dos sólidos para a realização de conexões interdisciplinares. A introdução ao desenho geométrico e o uso de instrumentos foram sugeridos para a 6ª série. O desenho manual com instrumentos que começa neste momento segue até a conclusão do 2º grau. Para a 7ª e 8ª séries foram indicados estudos geométricos mediante explorações de propriedades das formas e também das relações entre estas formas. Por fim, a partir do 2º grau foram introduzidos os estudos espaciais através de representações bidimensionais. Os fundamentos de dupla projeção ortogonal da **Geometria Descritiva** são identificados neste momento. Destaca-se a indicação da autora para que este estudo se desse a partir de experiências concretas que envolvem manipulação, **visualização** e conexão com o cotidiano. Ao tecer considerações conclusivas, sobre suas impressões a respeito do ensino de **Geometria Descritiva** somente a partir do 3º grau<sup>2</sup>, a autora registrou:

“A Geometria Descritiva é tida como difícil de ser compreendida – quando só é apresentada no nível de 3º grau – pois a aprendizagem de aspectos teóricos, é complexa e desassociada da vivência deste aluno que, pela primeira vez, vê o assunto. Geralmente se inicia com a abordagem de pontos, retas e planos que numa série de operações espaciais acabam por confundir a mente do aluno. Sem visão espacial, ele não alcança essa abstração, transformando o assunto em tabu, deparando-se com dificuldades acentuadas na compreensão e, conseqüentemente a reprovação”. (KOPKE, 1996, p. 87)

### **Artigo 3**

Título: Ensino da Geometria Projetiva através do uso de instrumentos

Autores: Silvana Bernardes Rosa, Vania Ribas Ulbricht, Sandra Maria Simioni

---

Rosa, Ulbricht e Simioni (1996) também se preocuparam com o desenvolvimento cognitivo das noções **espaciais**. O estudo que desenvolveram, entretanto, foi compreendido junto ao subtema “teorias gráficas e de geometria aplicada”. Estas autoras observaram que o desenho (empregado para a representação do espaço) é uma linguagem que deve ser aprendida, da mesma maneira que a linguagem escrita é aprendida. Sobre o desenvolvimento das noções

---

<sup>2</sup> Corresponde ao ensino superior.

de representação do espaço, apontaram três etapas: representação do espaço topológico; representação do espaço euclidiano; e representação do espaço projetivo. Indicaram que estas etapas não são obrigatoriamente consecutivas. Para caracterizar a representação do espaço topológico as autoras referiram-se às relações “de proximidade, de continuidade e vizinhança” (ROSA, ULBRICHT e SIMIONI, 1996, p. 196). Enquanto que, para diferenciar as representações do espaço euclidiano e do espaço projetivo, explicaram da seguinte maneira:

“Na geometria plana, que antecede o aprendizado da geometria projetiva, a representação utilizada é do espaço euclidiano. A diferença fundamental está na introdução de um conjunto de referências segundo as quais será feita a definição da forma. Estas referências são eixos ortogonais a partir dos quais todas as medidas são tomadas para a execução do desenho de uma forma dada. No espaço projetivo também existe um sistema de referência – os planos projetivos – mas a introdução da noção de ponto de vista também é necessária. Assim, a evolução da representação geométrica vai do sistema euclidiano para o sistema projetivo”. (ROSA, ULBRICHT e SIMIONI, 1996, p. 196)

Estas autoras entenderam que esta evolução do espaço euclidiano para o espaço projetivo, em termos de aprendizagem, não é um processo simples. Nesse sentido, o estudo que relataram objetivava contribuir para este processo. Assim, instrumentos como “simuladores do espaço projetivo” foram empregados com a finalidade de proporcionar atividade concreta facilitando o desenvolvimento posterior dos conceitos (abstrações) (ROSA, ULBRICHT e SIMIONI, 1996, p. 196). A hipótese das autoras era que as abstrações são o motivo pelo qual os estudantes têm dificuldades na construção de conceitos. As mesmas apontaram que, na representação do espaço projetivo, a questão do ponto de vista enquanto conceito, por si só não apresenta grande dificuldade de compreensão. Porém, além deste conceito:

“É preciso existir a competência para ler as informações sobre uma determinada forma, a partir das diversas projeções, e coordená-las com vistas à construção de uma configuração geral dentro de um processo mental”. (ROSA, ULBRICHT e SIMIONI, 1996, p. 197)

Por isso, empregaram na estratégia proposta os instrumentos de simulação com a função de “representar o processo projetivo”. Estas autoras consideraram

também as teorias de Tolstói<sup>3</sup> e Vygotsky<sup>4</sup> entendendo, a partir delas, que a simples transmissão de conceitos é ineficaz, reforçando a importância da “experiência vivencial” (ROSA, ULBRICHT e SIMIONI, 1996, p. 198). Porém apontaram que somente a experiência não é suficiente. Entenderam que o instrumento permite ao estudante a criação de conceitos “ligados à prática” (pragmáticos) e que cabe ao professor a tarefa de conduzir a transformação destes conceitos em “conceitos científicos” (ROSA, ULBRICHT e SIMIONI, 1996, p. 201).

#### **Artigo 4**

Título: O uso de instrumentos no ensino de desenho: diferentes atividades e diferentes funções

Autores: Silvana Bernardes Rosa, Leila Amaral Gontijo

---

Assim como o estudo de Rosa, Ulbricht e Simioni (1996), o artigo apresentado por Rosa e Gontijo (1996) também apresentou a ideia do uso de instrumentos como recurso auxiliar para o desenvolvimento de conceitos do espaço projetivo. Neste caso, entretanto, as autoras descreveram o instrumento utilizado: o perspectógrafo<sup>5</sup>. Este estudo foi comunicado no subtema “educação gráfica”. Embora as autoras refiram-se à representação perspectiva, entendeu-se este artigo como extensão ou desdobramento do estudo de Rosa, Ulbricht e Simioni (1996). O referencial teórico é a Situação de Atividade Instrumental, modelo no qual, segundo as autoras, identificam-se três pólos: o sujeito, o instrumento e o objeto. Relacionando com a área da representação gráfica, Rosa e Gontijo (1996) exemplificaram que: o objeto pode referir-se ao desenho e os instrumentos são os meios do desenho (compasso, régua, etc.); ou o objeto pode ser a realidade que se busca representar e o instrumento é o próprio desenho. Com isso as autoras vislumbraram “a multiplicidade e complexidade de relações e interações”. “O

---

<sup>3</sup> Escritor e educador referido em Vigotsky (2009) por suas experiências de ensino de linguagem para crianças.

<sup>4</sup> Autor da teoria de desenvolvimento proximal. Seus estudos são conhecidos no âmbito da psicologia e da educação. (LOPES e MACEDO, 2011)

<sup>5</sup> Segundo Rosa e Gontijo (1996), o aparelho possibilita representações em perspectiva sem conhecimentos referentes aos fundamentos teóricos de sistemas projetivos.

caráter instrumental não representa uma propriedade do aparelho mas um estatuto que lhe é conferido [...]” (ROSA e GONTIJO, 1996, p. 393). As autoras relataram que o perspectógrafo era originalmente empregado no século XVI por pesquisadores que tentavam desvelar os segredos das perspectivas. Porém, na proposta apresentada o emprego do perspectógrafo se configura a partir de uma releitura deste aparelho. O objetivo desta releitura é permitir a representação de perspectivas sem conhecimentos prévios. O aparato é configurado por: uma moldura com um vidro, através do qual se pode visualizar o objeto; um anel metálico que fixa a posição do olho do observador; e um objeto geométrico. Empregaram-se objetos geométricos, segundo as autoras, para “identificar a ocorrência de fugas e a transformação de linhas paralelas” (ROSA e GONTIJO, 1996, p. 394). As autoras descreveram a atividade:

“Na prática com o instrumento o aluno deverá copiar, sobre o quadro de referência, as arestas de um sólido geométrico colocado atrás do mesmo. Estaremos propondo então de executar uma ação. Nesta ação o aluno faz uma perspectiva sem ser capaz de explicar os motivos das deformações provocadas na forma real. Na realidade não podemos dizer que o aluno estaria fazendo uma perspectiva. Ele estaria praticando um ato de perspectiva, o que não é a mesma coisa. Considerando o modelo SAI o aparelho adquire a função de um anteparo que foi colocado entre o sujeito e a realidade. É através do instrumento que o aluno executa a transformação das três dimensões. Assim, o instrumento permite, em um sentido, uma ação sobre a realidade e o retorno da informação sobre o resultado da transformação ocorrida. Sua função, neste tipo de atividade, será o de meio de representação, já que ele permite a produção de representações perspectivas. Da mesma maneira ele ainda será a fonte de informação pois é possível obter medidas de distâncias e de ângulos após o processo de transformação”. (ROSA e GONTIJO, 1996, p. 394 e 395)

Rosa e Gontijo (1996) também apresentaram outra possibilidade de uso do perspectógrafo. Esta se configura pelo uso do aparelho para ilustração dos elementos que envolvem a criação de perspectivas. Neste caso, o objeto deixa de ser a realidade a ser representada e passa a ser os conceitos que se quer ensinar. Na primeira possibilidade, realizam-se perspectivas inconscientes e se constroem conceitos a partir desta experiência. Na segunda possibilidade a ideia reside na redução da abstração mediante a identificação de uma realidade.

## Artigo 5

Título: Duas metodologias de desenho que se debatem

Autores: I. C. Almeida, Sandra de Souza Melo, Edson Rodrigues de Santana, Gildo Montenegro

---

A proposta apresentada no estudo de Almeida et al. (1996), comunicada junto ao subtema “educação gráfica”, surgiu do inconformismo dos docentes diante dos resultados obtidos com a disciplina de **Geometria Descritiva**. Resultados estes que são assim referidos:

“Mesmo quando um aluno memoriza procedimentos operacionais em três dimensões, ele se vê em dificuldades quando os dados surgem sob apresentação diferente ou com volumetria livre. Isto sugere que as rotinas operacionais do desenho foram memorizadas mas que os conceitos subjacentes permaneceram inacessíveis. Em outras palavras: o aluno desenha no papel mas não visualiza mentalmente o espaço interior ou exterior” (ALMEIDA, MELO, *et al.*, 1996, p. 427).

Estes autores propuseram a comparação de duas metodologias de ensino de **GD**. Uma metodologia que vinha sendo aplicada nos anos anteriores e uma nova metodologia apoiada em pesquisas na área das neurociências. Com relação à metodologia que vinha sendo aplicada os autores indicaram “etapas e procedimentos” que revelam, num primeiro momento, conteúdos do sistema Mongeano de representação numa visão “clássica” e, num segundo momento, a aplicação desta teoria à referenciais de arquitetura (ALMEIDA, MELO, *et al.*, 1996, p. 425). Entretanto, com relação à nova metodologia, os autores indicaram tópicos que se referem especialmente a uma nova postura pedagógica, revelando ideias como: o respeito aos diferentes estilos de aprendizagem; a maior interação aluno-professor e colegas; e a redução nas explicações teóricas de conteúdos. Não se referem aos conteúdos, tampouco às tecnologias de representação empregadas. De forma que, sob este aspecto não se evidenciam as diferenças entre as duas metodologias. O caráter da nova proposta é identificado no seguinte apontamento dos autores:

“Fazer desenhos, memorizar teoremas e propriedades ou definições de figuras é uma limitação do aluno e da própria Geometria. Trata-se da memória de rotina. É necessário ir além: usar a estrutura da Geometria como base para criar formas novas e livres, compreender e utilizar seu funcionamento estrutural, participar ativa e criativamente e não apenas

escutar o conhecimento do professor”. (ALMEIDA, MELO, *et al.*, 1996, p. 428)

Os resultados das comparações entre ambas as metodologias não foram apresentados no momento pois os autores indicaram que o estudo se encontrava em desenvolvimento (ALMEIDA, MELO, *et al.*, 1996).

## Artigo 6

Título: Metodologia para o ensino de Geometria Descritiva, sob proposta de Gino Lória

Autores: Delson Lima Filho, Adriana Alves chagas

---

Lima Filho e Chagas (1996), cujo estudo foi comunicado junto ao subtema “epistemologia do desenho”, se ocuparam em problematizar os métodos de representação quanto à eficiência para auxiliar os estudantes nas dificuldades referentes às representações bidimensionais de situações do espaço. Centraram-se em reflexões comparativas entre os sistemas bi-projetivo de Gaspard Monge<sup>6</sup> e a proposta de Gino Lória<sup>7</sup> no contexto da própria disciplina de **Geometria Descritiva** no ensino superior. As reflexões comparativas contribuem para o entendimento das diferenças entre o emprego do sistema bi-projetivo apoiado por um plano auxiliar de projeção e o emprego do sistema tri-projetivo de acordo com a proposta de Gino Lória. Segundo Lima Filho e Chagas (1996) a proposta de Gino Lória facilita a compreensão embora considerem dispensável quando se tem domínio da **Geometria Descritiva**. Os autores apontaram que o “entendimento analítico/geométrico” é possível mediante as duas projeções (correspondentes entre si) do sistema Mongeano (LIMA FILHO e CHAGAS, 1996, p. 45). Porém, diante das dificuldades dos estudantes iniciantes com relação à **percepção**

---

<sup>6</sup> A Geometria Descritiva sistematizada por Gaspard Monge classifica-se como bi-projetiva. Assim, caracteriza-se por dois planos de projeção ortogonais entre si. A representação bidimensional visualizada em épura se configura mediante o rebatimento de um destes planos em torno da chamada da linha de terra. Linha esta que correspondente à intersecção entre os dois planos de projeção (LIMA FILHO e CHAGAS, 1996).

<sup>7</sup> Gino Lória ficou conhecido pela proposta de emprego de um terceiro plano de projeção ao sistema bi-projetivo de Gaspard Monge. Assim, o espaço originalmente dividido em 4 diedros pelo sistema bi-projetivo, passa a estar dividido em oito (8) triedros e classifica-se como um sistema tri-projetivo (LIMA FILHO e CHAGAS, 1996).

**espacial** de objetos tridimensionais, as experiências didáticas dos autores revelaram que o ensino apoiado pela proposta de Gino Lória obteve resultados positivos.

## **Artigo 7**

Título: O ensino da Geometria Descritiva, relacionando a instrumentalização com os recursos da informática

Autores: Josiane Wanderlinde, Alice Theresinha Cybis Pereira

---

O estudo de Wanderlinde e Pereira (1996) foi apresentado junto ao subtema “educação gráfica”. Entretanto, de maneira explícita refere-se à tentativa de compreensão do raciocínio humano e modalidades de pensamento. Estas autoras destacaram a importância da **visualização** entre os tópicos básicos relacionados ao ensino de **Geometria Descritiva**. A partir dos estudos publicados no **Graphica** de 1994 por Rodrigues<sup>8</sup>, entenderam que “o ato mental de **visualizar** é um potencial humano que depende de um mecanismo psicológico [...]” (WANDERLINDE e PEREIRA, 1996, p. 503). Referindo-se à Betty Edwards<sup>9</sup>, as autoras realizaram considerações sobre o raciocínio humano, utilizando-se assim da abordagem que indica diferenças entre as modalidades de pensamento dos hemisférios esquerdo e direito do cérebro. Com estas teorias, se apoiam na lógica de associar ao hemisfério esquerdo à modalidade de pensamento “verbal”. E, ao hemisfério direito, à modalidade de pensamento “não verbal”, englobando a função simbólica e a **visualização espacial** (WANDERLINDE e PEREIRA, 1996, p. 504). Sobre as distintas modalidades de pensamento, as autoras destacaram, no contexto de seu estudo, que o modelo de sistema educacional que temos privilegia somente o pensamento verbal. Por isso, consideram que a tarefa de resolver questões gráficas que envolvem conhecimentos **espaciais** se torna inviável para muitas pessoas. Diante das dificuldades de **visualização espacial** observadas junto aos seus

---

<sup>8</sup> RODRIGUES, M. H. W. L. A visão espacial: Aptidão ou Processo de Aprendizagem? Rio de Janeiro, 1994. In: Graphica 94. 11º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. Painel Oficial – Tema 2 – vol. 1, p. 93 (1994). Recife, Pernambuco.

<sup>9</sup> Autora do livro clássico de desenho chamado “Desenhando com o Lado Direito do Cérebro”.

alunos, no âmbito do ensino de **GD** em nível superior, as autoras apresentaram um sistema de ensino de **Geometria Descritiva** auxiliado pelo computador com o propósito então de promover o desenvolvimento do lado direito do cérebro. Tal sistema, elaborado teoricamente, foi composto por um conjunto de telas que apresentam conteúdos da disciplina e que permitem a navegação em ordem aleatória.

“Estas telas apresentam ao aluno a matéria da Geometria Descritiva, desde uma introdução até a bibliografia, propiciando ao aluno iniciante a aprendizagem da disciplina. As telas foram elaboradas em cores e complementadas por ícones que permitem com que o aluno se movimente dentro do sistema. Pode ser comparado a um livro, onde as páginas são as telas e os ícones permitem folheá-las. Como em um livro, os ícones permitem movimentação para frente, para trás e ainda para um índice onde o aluno escolhe o tema desejado (*método de desvio*)”. (WANDERLINDE e PEREIRA, 1996, p. 506)

A motivação para a organização deste sistema é proveniente também da percepção do descontentamento dos estudantes com o ensino tradicional de **Geometria Descritiva**. Assim, as autoras objetivavam “romper” com o modelo de ensino tradicional, “motivar” os estudantes ao aprendizado da disciplina, “facilitar” o entendimento da GD, contribuir para melhoria na **visualização espacial** e também “familiarizar o estudante com o trabalho computadorizado” (WANDERLINDE e PEREIRA, 1996, p. 503).

## **Artigo 8**

Título: Uma nova abordagem sobre o ensino de desenho e Computação Gráfica: relato crítico sob o ponto de vista do aluno

Autores: Edmar Maria Lima Lopes, Odenir Almeida

---

Outra experiência que envolveu recursos gráfico-computacionais foi apresentada por Lopes e Almeida (1996) junto ao subtema “educação gráfica”. Estes autores abordaram questões referentes ao ensino de desenho do ponto de vista do aluno e o emprego de recursos gráfico-computacionais que foi apontado como uma preocupação já presente no contexto das universidades além de uma necessidade do mercado de trabalho. No artigo foi relatado um estudo de caso em que os estudantes utilizaram o ambiente tridimensional do *software* AutoCAD na

disciplina de **Geometria Descritiva**. Entre os pontos positivos desta experiência indicaram a “melhoria da **visão espacial** do aluno” juntamente com a “agilidade no processo de execução” e o “dinamismo na visualização das formas geométricas”. Entre os pontos negativos foram apontados o uso do *software* diretamente em 3D e a falta de domínio dos inúmeros comandos necessários para a execução das operações por parte dos alunos (LOPES e ALMEIDA, 1996, p. 453).

## **Artigo 9**

Título: A estratégia do cubo: “a trissecção”

Autores: Maria Alzira Loureiro

---

Outra experiência que revelou o emprego da Computação Gráfica, investindo na representação gráfica digital em três dimensões foi apresentada por Loureiro (1996) também no contexto do subtema “educação gráfica”. O espaço digital foi empregado nesta estratégia como recurso para um método de ensino e pesquisa estruturado a partir do estudo das relações métricas de um cubo. Loureiro (1996) relatou a realização de uma série de operações com o cubo, a partir de suas diagonais. A trissecção do cubo é obtida a partir de diferentes operações mantendo formas e volumes iguais. O emprego dos recursos digitais nesta estratégia não objetivava a **visualização** tridimensional digital somente, nem a reprodução de objetos no espaço digital. Esta estratégia tem como característica o emprego do recurso gráfico digital para investigação da geometria. Loureiro (1996) relatou, com técnicas semelhantes a esta, o desenvolvimento de conhecimentos de geometria plana, sólida, analítica e descritiva. Revela assim uma atitude de integração de conhecimentos de representação gráfica e algébrica. A autora referiu-se ao desenvolvimento dos conhecimentos relativos à geometria por meio “[...] da **percepção espacial**, do desenvolvimento dos processos de **visualização**” (LOUREIRO, 1996, p. 492). Como referencial teórico mencionou uma “ciência da visão” que envolveria duas áreas: a **visualização**, que diz respeito à “decodificação das informações visuais”; e a geometria, que diz respeito às “justificativas matemáticas”. Com esta estratégia que envolveu uma “série de construções gráficas bi e tridimensional” a autora revelou a intenção de “desenvolver no aluno-

pesquisador, as condições básicas necessárias ao desenho informatizado [...]” (LOUREIRO, 1996, p. 492).

## **Artigo 10**

Título: O uso do *Cabri-Géomètre* no ensino de Desenho Geométrico

Autores: Gilson Braviano, Vania Ribas Ulbricht, Milton Luiz Horn Vieira

---

Braviano, Ulbricht e Vieira (1996) também revelaram seu estudo baseado no emprego de recursos gráfico-computacionais para o estudo de geometria. O contexto do estudo envolveu o ensino de Desenho Geométrico com o *software* de geometria dinâmica *Cabri-Géomètre*. A intenção dos autores era apontar algumas potencialidades destes recursos como: “a determinação de lugares geométricos e a criação de macro-construções” (BRAVIANO, ULBRICHT e VIEIRA, 1996, p. 509). Segundo estes autores, o *software* de geometria dinâmica acrescenta dinamismo em comparação aos recursos tradicionais. Permite a criação de formas a partir de sua descrição. Também permite a manipulação destas formas resguardando propriedades que foram atribuídas.

## **Artigo 11**

Título: Editor de Geometria Descritiva

Autores: Romir Souza Filho

---

Por outra parte, Souza Filho (1996) apresentou estudo baseado no emprego de recursos gráfico-computacionais, porém este autor atuou no desenvolvimento de um *software* editor de **Geometria Descritiva**. O objetivo deste recurso era auxiliar o ensino de **GD** facilitando a realização de épuras. Para tanto, o autor relatou a necessidade que teve de compreensão da representação algébrica da geometria:

“Torna-se necessário então o desenvolvimento de rotinas que internamente e de forma invisível para o usuário, converte os dados

gráficos para equações algébricas, resolve estas equações, e que converte a solução encontrada para a forma gráfica". (SOUZA FILHO, 1996, p. 384)

Souza Filho (1996) revelou como foi importante dominar ambas a **Geometria Descritiva** e a Geometria Analítica no processo de desenvolvimento deste *software*. O editor de **GD** foi desenvolvido para ambiente DOS, não necessitava obrigatoriamente de um *mouse* e não apresentava visualização tridimensional (SOUZA FILHO, 1996). O autor concluiu esta experiência apontando que:

"Historicamente tem-se visto a separação da Geometria Descritiva e da Geometria Analítica, mas que apenas se diferenciam por resolverem diferentemente (uma de forma analítica e a outra gráfica) o mesmo tipo de problema. Percebeu-se, com este trabalho, que as duas disciplinas NÃO SÃO EXCLUDENTES, mas sim completam-se, podendo ser de grande ajuda combinar a linguagem gráfica da Geometria Descritiva com a facilidade com que uma equação descreve as propriedades de uma entidade. Sugere-se, portanto, que seja desenvolvido trabalho específico sobre a interação das Geometrias Analítica e Descritiva". (SOUZA FILHO, 1996, p. 389)

Percebe-se que, embora Souza Filho (1996) conclua sobre a importância da complementaridade entre os conhecimentos de **Geometria Descritiva** e Analítica, esta questão não remete ao estudante enquanto usuário do *software* elaborado.

## Artigo 12

Título: Por que introduzir noções de programação específica em disciplinas de desenho

Autores: Raquel Terezinha Todeschini, Sérgio Murilo Ulbricht

---

O estudo de Todeschini e Ulbricht (1996) revelou que estes autores também estavam atentos às relações matemáticas que envolvem os procedimentos de programação de *software* gráfico. Os autores vislumbraram um processo de modernização das disciplinas de desenho nos cursos superiores em função da informática, apontando que os *softwares* gráficos mais cedo ou mais tarde passariam a compor disciplinas de instrumentação de desenho digital. Porém, não existindo precedentes a respeito deste ensino, discutiram o ensino de noções de programação previamente ao ensino do *software* gráfico. Revelaram como estas noções estavam de alguma forma presentes no ensino de CAD em outros países.

No Brasil, relataram que conhecimentos de programação eram, no momento, pré-requisitos para disciplinas que envolviam CAD na UFJF<sup>10</sup> e, introdutórios em disciplina de Computação Gráfica na UNESP<sup>11</sup>. Nas suas conclusões os autores defenderam esta ideia:

“Deve-se ensinar os processos básicos da elaboração de um *software* (programação gráfica), a estudantes que frequentam cursos superiores com disciplinas em Desenho para: maior enriquecimento pedagógico, perfeito desenvolvimento dos estágios das operações formais através da reflexão e do raciocínio, usar e aprimorar conhecimentos anteriores. Noções de programação gráfica devem fazer parte do programa pelo menos no período de 1 semestre antecedendo a introdução no ensino de *software* gráfico, e/ou dar uma noção geral sem aprofundamentos dos processos de programação gráfica. Cabe aqui salientar a importância do ensino do *software* elucidando sua importância e os riscos de fracasso no ensino causado pelo mau uso do mesmo”. (TODESCHINI e ULBRICHT, 1996, p. 476)

---

<sup>10</sup> Universidade Federal de Juiz de Fora

<sup>11</sup> Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, I. C.; MELO, S. S.; SANTANA, E. R.; MONTENEGRO, G. A. Duas metodologias de desenho que se debatem. In: I Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 12º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 1996, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC. 1996. p. 424-431.
- BRAVIANO, G.; ULBRICHT, R.; VIEIRA, M. L. H. O uso do Cabri-Géomètre no Ensino de Desenho Geométrico. In: I Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 12º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 1996, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC. 1996. p. 508-517.
- KOPKE, R. C. M. Desenho e escola. In: I Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 12º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 1996, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC. 1996. p. 83-89.
- LIMA FILHO, D.; CHAGAS, A. A. Metodologia para o ensino de Geometria Descritiva, sob a proposta de Gino Lória. In: I Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 12º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 1996, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC. 1996. p. 44-50.
- LOPES, E. M. ; ALMEIDA, O. Uma nova abordagem sobre o ensino de Desenho e Computação Gráfica: relato crítico sob o ponto de vista do aluno. In: I Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 12º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 1996, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC. 1996. p. 446-445.
- LOUREIRO, M. A. A estratégia do cubo: "a trissecção". In: I Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 12º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 1996, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC. 1996. p. 491-500.
- RODRIGUES, M. H. W. A visão espacial no contexto da "gráfica". In: I Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 12º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 1996, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC. 1996. p. 26-34.
- ROSA, S. B.; GONTIJO, A. O uso de instrumentos no ensino de desenho: diferentes atividades e diferentes funções. In: I Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 12º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 1996, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC. 1996. p. 390-397.
- ROSA, S. B.; ULBRICHT, V. R.; SIMIONI, S. M. Ensino da Geometria Projetiva através do uso de instrumentos. In: I Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 12º Simpósio Nacional de Geometria

Descritiva e Desenho Técnico. 1996, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC. 1996. p. 195-201.

SOUZA FILHO, R. Editor de geometria descritiva. In: I Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 12º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 1996, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC. 1996. p. 383-389.

TODESCHINI, R. T.; ULBRICHT, S. M. Porque introduzir noções de programação específica em disciplinas de desenho. In: I Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 12º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 1996, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC. 1996. p. 470-477.

WANDERLINDE, J.; PEREIRA, A. T. C. O ensino da geometria descritiva, relacionando a instrumentalização tradicional com os recursos da informática. In: I Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 12º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 1996, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC. 1996. p. 501-507.

## Apêndice C

### Graphica 2011: Descrição dos artigos

#### Artigo 1

Título: Desenvolvendo a inteligência viso-espacial nos alunos de engenharia da UFPE

Autores: Danilo Candido Pereira, Maria Eduarda Rabelo Duarte, Andiana Valentina de Freitas e Lopes

---

Pereira, Duarte e Lopes (2011) atuaram em uma disciplina introdutória de desenho para cursos de engenharia. O artigo realizado por estes autores foi comunicado junto ao subtema “expressão gráfica na educação”. O objetivo do estudo apresentado foi explicitado pelo “desenvolvimento da **percepção viso-espacial** dos alunos através da habilidade de interpretação e expressão gráfica” (PEREIRA, DUARTE e LOPES, 2011, p. 2). Segundo os autores, a sequência de conteúdos empregada, perspectiva cavaleira - perspectiva isométrica - método Mongeano, embora se oponha ao “cânone literário”, é adequada para o desenvolvimento da **inteligência espacial** porque parte de representações de mais fácil inteligência (perspectivas) (PEREIRA, DUARTE e LOPES, 2011, p. 3). Porém dificuldades de desenvolvimento da **percepção viso-espacial** foram percebidas em boa parte dos seus estudantes. Assim, o estudo que desenvolveram dedicou-se à compreensão da origem destas dificuldades. Tendo Piaget como referência, os autores observaram que o desenvolvimento cognitivo se dá em quatro (4) estágios: sensório-motor (0-2 anos); pré-operacional (2-7 anos); operacional concreto (7-11 anos); e operacional formal (a partir dos 12 anos). Apontaram também, que o desenvolvimento de conceitos se dá mediante processos de “assimilação e acomodação”, incorporando novos dados às estruturas cognitivas consolidadas e modificando estas estruturas a partir de influências externas (TAFNER, 2001 *apud* PEREIRA, DUARTE e LOPES, 2011, p. 5). Pereira, Duarte e

Lopes (2011) também referenciaram outra autora (Sheryl Sorby<sup>1</sup>) ao descreverem o desenvolvimento das **habilidades espaciais** associadas a estes estágios. Estas habilidades, segundo relataram, se reconhecem a partir do estágio pré-operacional pois antes (estágio sensório-motor) “a criança é incapaz de relacionar elementos de forma lógica” (PEREIRA, DUARTE e LOPES, 2011, p. 6). Assim, três estágios de desenvolvimento de **habilidades espaciais** foram descritos:

“No primeiro estágio do desenvolvimento da habilidade espacial (referente ao pré-operacional da teoria piagetiana), as crianças desenvolvem habilidades topológicas (bidimensionais). Nesse estágio é possível perceber relações entre objetos planos (normalmente, em crianças que montam quebra-cabeças, esse está bem desenvolvido). No segundo estágio (operacional concreto), crianças são capazes de perceber e distinguir objetos tridimensionais, mesmo de diferentes pontos de vista, rotacionados ou transformados. Muitas crianças que alcançam esse estágio têm facilidades com objetos conhecidos, mas se outros fatores (como movimento, por exemplo) forem adicionados haverá dificuldade de percepção. No terceiro estágio (operacional formal), o adolescente consegue perceber conceitos sobre área, volume, distância combinados com habilidades projetivas como translação, rotação e reflexões. Nesse estágio, os adolescentes são capazes de executar jogos de computadores tridimensionais com facilidade”. (PEREIRA, DUARTE e LOPES, 2011, p. 6 e 7)

Pereira, Duarte e Lopes (2011) também estudaram as teorias de Howard Gardner (1994). Este autor foi destacado por sua teoria que identificou sete tipos de inteligências: linguística; musical; lógico-matemática; viso-espacial; corporal-cinestésica; interpessoal; e intrapessoal. Entre estas inteligências os autores destacaram a **inteligência viso-espacial** que foi referida por Gardner (1994) pela capacidade de:

“[...] reconhecer exemplos do mesmo elemento; a capacidade de transformar ou reconhecer uma transformação de um elemento em outro; a capacidade de evocar formas mentais e então transformar estas formas; a capacidade de produzir uma representação gráfica de informações espaciais [...]” (GARDNER, 1994, p. 136-137 apud PEREIRA, DUARTE e LOPES, 2011, p. 6)

Segundo os autores, este conjunto de referências contribuíram para o entendimento de que exercícios propostos por Gildo Montenegro<sup>2</sup> se conectam com estas teorias. Em um dos exemplos apresentados, o estudante deve identificar através de múltipla escolha qual peça que complementa outra peça dada, formando

---

<sup>1</sup> Sheryl Sorby é autora na área de visualização espacial. O estudo a que se referem os autores foi publicado no artigo “Developing 3-D spatial visualization skills”.

<sup>2</sup> Gildo Montenegro é um conhecido autor nacional de bibliografia na área do ensino de desenho e desenvolvimento de inteligência espacial.

um cubo. Em outro exemplo, deve-se reconhecer através das opções de resposta, qual peça corresponde à peça dada, sendo que estas opções se apresentam rotacionadas em relação à primeira. Pereira, Duarte e Lopes (2011) observaram que modelos físicos podem auxiliar com estas atividades já que a rotação mental é característica ao estágio operacional formal (que é o mais avançado). Os autores também indicaram que a representação no sistema Mongeano também é característica ao estágio operacional formal, porque requer a construção mental a partir de projeções paralelo-ortogonais. Situação que, segundo eles, exige elevado grau de abstração. Nesse sentido, exercício que solicita a identificação do sólido correspondente a um conjunto de vistas ortográficas dado, também foi apresentado.

## **Artigo 2**

Título: Um estudo gestaltista para o ensino do desenho e da arte

Autores: Márcio Santos Lima

---

Lima (2011), atuando num contexto de Desenho Técnico, apresentou estudo sobre o ensino de Desenho e Arte. A intenção do seu estudo, também comunicado junto ao subtema “expressão gráfica na educação” foi explicitada pelo interesse de “atingir o desenvolvimento de uma **visão espacial**, geométrica e artística mais interacional, representativa, significativa e total” (LIMA, 2011, p. 2). A teoria que fundamentou as reflexões realizadas por este autor é a *Gestalt*. Nesta teoria de base psicológica, o autor buscou analisar contribuições possíveis para uma metodologia de ensino de desenho e, assim, destacou um fundamento que consiste na ideia de que o conhecimento das partes se dá através do todo. Lima (2011) entendeu pertinente realizar um paralelo com a interdisciplinaridade, embora tenha apontado que a *Gestalt* não aborda este tema. Assim, sugeriu a integração do Desenho e da Arte com outros conhecimentos. O autor exemplifica suas experiências neste sentido:

“No componente curricular Desenho Técnico, por exemplo, tem feito mais sentido para discentes [...] do curso de Geologia do ano de 2010, quando o autor do atual texto, trabalhou, relações com o curso em questão, exigindo adaptações extra-programáticas e um diálogo com a disciplina

de Mineralogia para atender à compreensão espacial de minerais prismáticos. Foi antecipado o conteúdo da terceira unidade para a segunda, o que gerou um entendimento espacial aos alunos para a terceira unidade em outra matéria. Esse diálogo e construção programática com as demais disciplinas, são propostas que esse estudo defende no intuito de diminuir a fragmentação do saber". (LIMA, 2011, p. 5)

Lima (2011, p. 6) também observou que para o “ensino da leitura de desenhos técnicos e arte” a ideia de compreensão a partir do todo é pertinente. Referiu-se a uma compreensão mais geral do objeto antes do estudo específico. Entendeu assim que, posteriormente, no estudo das partes (seja um ponto ou reta, por exemplo) o ensino adquire maior significado para o estudante.

### **Artigo 3**

Título: A possibilidade de uso de hipervídeos em ambientes hipermídia de geometria descritiva

Autores: Rafael Zanelato Ledo, Vânia Ribas Ulbricht

---

Os autores deste estudo comunicado junto ao subtema “expressão gráfica na educação” indicaram reconhecimento de inúmeras tentativas de organizar conteúdos de **geometria descritiva** através de sistemas hipermídia e ressaltaram como os avanços tecnológicos contribuíram para a expansão do uso destas ferramentas que, por exemplo, tornaram-se viáveis para o ensino à distância por exemplo. Entre as vantagens do emprego deste tipo de recurso Ledo e Ulbricht (2011, p. 3) destacaram a possibilidade de abarcar diferentes “estilos cognitivos/estilos de aprendizagem<sup>3</sup>”. Embora considerem que desenvolver um sistema baseado em estilos de aprendizagem seja complexo em função das inúmeras variáveis envolvidas, os autores entenderam que pesquisas sobre os estilos de aprendizagem contribuem para a definição de alguns aspectos que podem ser observados ao delimitar como alvo a **geometria descritiva**. Assim, por exemplo, “a lógica do raciocínio dedutivo e a capacidade de abstração podem ser

---

<sup>3</sup> Segundo os autores os estilos cognitivos referem-se aos “vários modos como se captura, processa, armazena e se recupera informação” enquanto que os estilos de aprendizagem referem-se à “um constructo mais amplo” envolvendo também “estilos psicológicos e afetivos” (TRIANAFILLOU et al., 2002 *apud* LEDO e ULBRICHT, 2011, p. 3).

reforçadas, ou não, pelo sistema de acordo com a característica do usuário” (LEDO e ULBRICHT, 2011, p. 4). No âmbito dos estudos que envolvem sistemas hipermídia para o ensino de **geometria descritiva**, os autores entenderam que animações e vídeos poderiam ter melhor desempenho. De forma análoga à ideia da hipermídia que permite a não linearidade de visualização dos conteúdos, o hipervídeo se estrutura a partir de “âncoras” que possibilitam ordens aleatórias. Porém, Ledo e Ulbricht (2011, p. 11) apontaram que o uso destes recursos deve estar “embasado na resolução de alguma deficiência na aprendizagem”. No estudo, o desenvolvimento de um hipevídeo para auxiliar o estudante ao desenvolvimento de perspectivas isométricas, foi exemplificado pelos autores. A estratégia foi buscada a partir de uma percepção de dificuldade “visioespacial e de abstração por parte dos estudantes” (LEDO e ULBRICHT, 2011, p. 11).

#### **Artigo 4**

Título: Construção do conhecimento de geometria: utilização de materiais manipulativos

Autores: George Rocha Silva, Marcelo João Alves da Silva, Robérico Celso Gomes dos Santos

---

Silva, Silva e Santos (2011) desenvolveram um estudo sobre o ensino de geometria em nível fundamental e que também foi comunicado no subtema “expressão gráfica na educação”. Estes autores fizeram referência à importância da contextualização do ensino de geometria com situações do cotidiano do estudante. Observaram como na prática, este ensino se caracteriza pelo emprego de atividades abstratas e desconectadas da realidade. Segundo os autores, o ensino de matemática para crianças e a maneira como o professor atua na “transposição didática dos conteúdos”, é uma preocupação constante e que motiva uma série de pesquisas que têm investido no ensino a partir da “manipulação e experimentação dos recursos didáticos” (SILVA, SILVA e SANTOS, 2011, p. 3). Os autores abordaram a construção de conhecimentos de geometria indicando que este desenvolvimento inicia desde cedo na criança, através da percepção do espaço pelo seu próprio corpo.

“A percepção do espaço vai aumentando à medida que se múltipla o contato da criança sobre os objetos do meio físico, o qual permite vislumbrar o domínio de um espaço representativo – onde ela é capaz de evocar os objetos sem necessidade de visualizá-lo – que por sua vez possibilitará conceber os conceitos geométricos, que não faz parte do espaço sensível, como: o ponto, a reta, o quadrado e o retângulo”. (SILVA, SILVA e SANTOS, 2011, p. 8)

A importância da experiência física para a construção destes conceitos e o emprego da manipulação de materiais concretos são indicados neste estudo, bem como o papel ativo do estudante no seu próprio desenvolvimento. Com o emprego adequado de materiais manipuláveis os autores indicaram que o estudante possivelmente deixaria em algum momento de necessitar deste suporte (numa situação envolvendo conceitos já apropriados), podendo resolver problemas recorrendo à desenhos ou mesmo às “imagens mentais construídas com a manipulação dos materiais usados pelo professor” (SILVA, SILVA e SANTOS, 2011, p. 9). Este estudo, que se encontrava em desenvolvimento no momento da publicação, revela como referencial metodológico o método do casal Van Hiele<sup>4</sup>. Este método indica “cinco níveis de compreensão, os quais descrevem características do processo de **pensamento geométrico**”: visualização; análise; dedução informal; dedução formal; e rigor. São indicadas também as “cinco fases sequenciais de aprendizado para promover a aquisição de cada um dos níveis”. Os autores não se detiveram à descrição de cada um dos níveis, porém segundo eles, este referencial teórico, orienta “a formação dos conceitos geométricos” nas atividades que seriam realizadas no âmbito de um projeto junto à 4ª e 5ª séries do ensino fundamental (SILVA, SILVA e SANTOS, 2011, p. 10). No contexto em que desenvolvem a pesquisa a hipótese explicitada pelos autores dos autores foi definida pela crença de que o ensino de geometria apoiado por materiais manipuláveis e desenho “facilitam a formação e manipulação das imagens mentais, necessárias para o raciocínio geométricos” (SILVA, SILVA e SANTOS, 2011, p. 3).

---

<sup>4</sup> Desenvolvido a partir de estudos de doutorado do casal holandês Dina Van Hiele-Geoldof e Pierre Marie Van Hiele, o método de Desenvolvimento do Pensamento Geométrico foi estruturado na década de 50. (SILVA, SILVA e SANTOS, 2011).

## Artigo 5

Título: A geometria por meio de dobraduras na construção do Tangram

Autores: Luciane Souza de Jesus Telles, Heliza Colaço Góes, Anderson Roges Teixeira Góes

---

Também atuaram no ensino fundamental os autores Telles, Góes e Góes (2011). Estes autores se referiram ao emprego de materiais manipuláveis, explicitamente através do emprego do Tangram<sup>5</sup> como recurso didático em uma experiência desenvolvida com a 6ª série. Segundo estes autores, Piaget indica que o emprego de materiais manipuláveis contribui para o sucesso do ensino de ambas geometria e aritmética porque ao manipular o objeto, se está trabalhando com “números e superfícies para depois abstraí-los” (TELLES, GÓES e GÓES, 2011, p. 2). Nesta experiência a construção do Tangram através da técnica de dobraduras que, segundo os autores foi inaugurada no ensino de geometria por Friedrich Fröbel<sup>6</sup>. Evidencia-se neste estudo que se atua diante de um contexto identificado pela necessidade de repensar o ensino de geometria e que destaca a importância desse conhecimento para o desenvolvimento do estudante. Segundo os autores os Parâmetros Curriculares Nacionais apontam este ramo da matemática com destaque em função do desenvolvimento do **pensamento espacial**.

## Artigo 6

Título: Modelagem no ensino da Geometria Descritiva

Autores: Marcelo João Alves da Silva, Maria da Conceição Amaral Alves, Ricardo Vaz Sampaio

---

Silva, Alves e Sampaio (2011) apresentaram um estudo que envolveu o ensino de **GD** em um curso de licenciatura em Matemática. O emprego da modelagem como recurso auxiliar para o desenvolvimento da habilidade de

---

<sup>5</sup> O Tangram é um tipo de quebra-cabeças de origem chinesa composto por 7 peças: 5 triângulos; 1 quadrado; e 1 paralelogramo. (SILVA, SILVA e SANTOS, 2011)

<sup>6</sup> Educador alemão conhecido pelo emprego de dobraduras no ensino infantil.

**visualização espacial** foi apontado por estes autores, que se referiram ao caráter lúdico desta prática e da possibilidade de fazer associações com o cotidiano do estudante. Segundo os autores, o emprego de objetos reais para o desenvolvimento da **visualização espacial** tem se estabelecido como prática usual empregada por alguns docentes. Na experiência que relataram, a atividade de modelagem envolveu a construção de um sólido com sabão, sua planificação em papel e a construção da maquete do sólido através de dobradura. Esta atividade se estabeleceu para dar suporte ao objetivo final que era o estudo de vistas ortográficas representadas através do emprego de instrumentos tradicionais de desenho. Conclusivamente, as autoras reforçaram a importância desta estratégia e também indicaram outras atividades potenciais para o desenvolvimento da habilidade de visualização espacial tais como exercícios envolvendo rotações mentais.

## Artigo 7

Título: Educação do olhar: a representação da forma arquitetônica na Geometria Descritiva

Autores: Cristina Cerqueira Buery, Leonardo Costa Bueno, Mara Martins, Maria Ângela Dias

---

Num contexto de ensino de **Geometria Descritiva** para curso de Arquitetura e Urbanismo, Buery et al. (2011) investiram no emprego de maquetes contextualizadas à formação profissional. Os autores apontaram a importância desta disciplina em associar criatividade (necessária para o projeto) e representação gráfica. Nesse sentido, referiram-se ao estudo de Dias<sup>7</sup> indicando que o objetivo da **GD** no contexto de formação de arquitetos envolve: o processo de concepção e estudo da forma; e a representação. Foram as dificuldades dos estudantes relacionadas à **abstração espacial** que levaram Buery et al. (2011) à estruturação da atividade que se organizou a partir de sólidos geométricos que

---

<sup>7</sup> Maria Angela Dias é uma das autoras deste estudo. É referida por sua dissertação de mestrado que envolve o ensino de Geometria Descritiva na formação em Arquitetura. (BUERY, BUENO, et al., 2011)

representavam de forma simplificada um conjunto de edificações identificado em um contexto urbano. Com as atividades contextualizadas os autores buscavam “estimular e potencializar” o **raciocínio espacial** dos estudantes (2011, p. 2). A atividade relatada se constituiu pela representação da é pura deste conjunto de sólidos geométricos empregando como tecnologia de representação instrumentos tradicionais de desenho.

## **Artigo 8**

Título: Modelando coberturas no *SketchUp* – uma experiência didática

Autores: Adriana Vaz, Andrea Faria Andrade, Rossano Silva

---

Também buscaram a associação do ensino com a futura prática profissional, a experiência relatada por Vaz, Andrade e Silva (2011). A atividade envolveu o desenvolvimento do conteúdo de projeções cotadas associado à resolução de coberturas na formação de futuros engenheiros civis. Nesta estratégia são empregadas tecnologias de representação manuais e digitais. A atividade envolveu a solução de intersecções dos planos de uma cobertura manualmente (com instrumentos tradicionais) e, posterior construção tridimensional no ambiente digital através do *software* de modelagem *SketchUp*, que foi escolhido em função de ser gratuito e oferecer facilidade de uso (referem-se à qualidade de usabilidade). Segundo os autores, a tecnologia de representação empregada para a modelagem tridimensional permitiu que os estudantes compreendessem melhor alguns conceitos como inclinação de declividade e, também, visualizassem as intersecções das águas dos telhados.

## Artigo 9

Título: Projeções cotadas e a representação de coberturas: novas práticas didáticas

Autores: Luciano Vasconcellos, Adriane Borda Almeida da Silva, Eliane Panisson

---

O artigo de Vasconcellos, Borda e Panisson (2011) também se refere ao ensino de projeções cotadas associado ao tema de coberturas, porém num contexto de formação em Arquitetura e Urbanismo. Os autores indicaram que, embora esta prática fosse tradicional ao ensino de **GD** nos cursos de arquitetura, não vinha sendo aplicada no contexto em que atuavam. Acumulando diferentes experiências com a **GD** em função de atuação docente em diferentes instituições e estudos de pós-graduação, neste artigo os autores relataram reunir experiências para uma atividade de ensino de projeção cotada com associações ao tema de coberturas e o emprego de recursos tecnológico-computacionais. A experiência envolveu também o uso de modelos físicos iniciando com a apresentação de maquetes que reuniam diferentes problemas de coberturas. Com a possibilidade de manipulação destas maquetes, realizaram-se “exercícios clássicos no ensino de projeções cotadas”. Segundo os autores, o desenho manual conceitual e os recursos gráfico-computacionais acompanharam o desenvolvimento da atividade. As tecnologias digitais foram exploradas com o intuito de “facilitar a **visualização** das relações entre os raciocínios no espaço tridimensional e as representações dos mesmos nas projeções, no espaço bidimensional” e, também, ilustrar para os estudantes as potencialidades destes recursos “para a precisão e a automatização dos procedimentos projetivos” (VASCONCELLOS, BORDA e PANISSON, 2011, p. 7). Um Ambiente Virtual de Aprendizagem serviu de apoio permitindo que se registrassem os “discursos didáticos” e consolidando a possibilidade de extensão das atividades extraclasse (VASCONCELLOS, BORDA e PANISSON, 2011, p. 8). Quanto ao emprego das tecnologias digitais de representação os autores entenderam que:

“[...] podemos verificar que a esperança da solução apenas baseada na substituição do meio de representação não encontra fundamento, dados os inúmeros tipos de erros encontrados nas soluções propostas aos projetos desenvolvidos e que demonstram a falta de entendimento dos

princípios geométricos necessários a uma boa solução. Esta observação nos faz entender que o aprofundamento no uso dos programas gráficos necessita de forte apoio nos conceitos da geometria descritiva. Empiricamente se afirma que o nível de rendimento de usuário de programa de desenho é maior quando o mesmo traz consigo uma boa base de entendimento dos conceitos de geometria plana e descritiva". (VASCONCELLOS, BORDA e PANISSON, 2011, p. 9)

## **Artigo 10**

Título: Trajetórias de geometria na arquitetura

Autores: Janice de Freitas Pires, Cristiane dos Santos Nunes, Tássia de Vasconcelos, Adriane Borda Almeida da Silva

---

Outra experiência que envolveu modelagem tridimensional digital foi relatada em Pires et al. (2011) que também atuavam no ensino de **GD** para a formação de arquitetos. Segundo as autoras, a atividade reuniu dois aspectos principais: o estudo de superfícies curvas a partir de modelagem de obras referenciais em arquitetura, proporcionando assim auxílio à formação de repertório e um ensino com maior significado para o estudante; e o emprego dos recursos gráfico-computacionais através do *software SketchUp*, que possibilita a construção destas geometrias de forma mais ágil, auxiliando a sua compreensão pela **visualização tridimensional**. A representação manual foi preservada neste contexto que objetivava também permitir que os estudantes identificassem as potencialidades de cada meio de representação.

## **Artigo 11**

Título: A compatibilização do ensino tradicional de desenho com as novas tecnologias

Autores: Silvana Rocha Brandão Machado

---

O estudo relatado por Machado (2011) refere-se ao ensino de disciplina de Expressão Gráfica para o ciclo básico de cursos de engenharia. A experiência relatada revelou a fusão de métodos instrumental e digital em função da eliminação

das mesas de desenho e a transformação das salas de aula em laboratórios equipados com computadores. A autora, que identificou dificuldades dos estudantes com relação à **visualização de situações no espaço**, entendia equivocada a ideia de que os recursos gráfico-computacionais poderiam solucionar tais dificuldades. Dessa maneira, relatou como estratégia o emprego de malhas ortogonais e isométricas para a realização de desenhos à mão livre, sem necessidade de preocupação com escala, paralelismo e perpendicularidade. A disciplina se desenvolveu alternando entre os meios manual e digital de representação empregando como recurso CAD o *software* AutoCAD para representações bidimensionais. O artigo revelou ementa envolvendo perspectivas cavaleira e isométrica além de fundamentos do desenho técnico e arquitetônico. Machado (2011, p. 11) atribuiu o desenvolvimento da **visualização espacial** no estudante aos fundamentos do Desenho Técnico, “fundamentais para que ele leia e interprete corretamente um projeto” e, também, ao desenho à mão livre apoiado pelo uso das malhas porque facilitam a formação da “imagem mental” ao permitir a construção do desenho exigindo do estudante menores esforços de precisão, escala e paralelismos.

## **Artigo 12**

Título: Diretrizes construtivas para o origami arquitetônico de 90 graus

Autores: Thais Regina Ueno

---

O estudo de Ueno (2011), comunicado junto ao subtema “aplicações gráficas”, dedicou-se ao estudo da técnica chamada Origami Arquitetônico (ou *kirigami* tridimensional). A técnica reúne dobras e cortes (usuais às técnicas do origami<sup>8</sup> e *kirigami*<sup>9</sup>) e caracteriza-se pela construção de estruturas tridimensionais a partir de uma folha de papel. A autora indicou o reconhecimento do uso dobraduras no ensino de crianças no Japão desde meados do final do século XIX. Aplicação que segundo Ueno (2011) sofreu influência de Friedrich Fröbel, reconhecido pelo emprego de dobraduras no ensino de geometria. Esta técnica

---

<sup>8</sup> Técnica de origem japonesa, de dobradura com papel.

<sup>9</sup> Técnica também de origem japonesa que, porém, reúne dobraduras e cortes.

também foi relatada no ensino de geometria e exploração da forma no contexto da Bauhaus<sup>10</sup>. Com relação ao Origami Arquitetônico, Ueno (2011) observou a aplicação no ensino em uma área chamada *numerical descriptive geometry*<sup>11</sup> e também o desenvolvimento de *software* para a criação de projetos deste tipo de estrutura. No seu estudo limitou-se a uma abordagem gráfica do Origami Arquitetônico com abertura de 90 graus. Apontou questões a respeito da concepção de modelos desta natureza e realizou comparações com a **GD**. A leitura do estudo de Ueno (2011), permite identificar que não há uma correspondência direta entre a **GD** e a técnica referida. A estrutura foi comparada ao primeiro diedro do sistema Mongeano e revelou que os afastamentos e cotas da **GD** visualizados em *épura*, não podem ser reproduzidos quando se projeta uma estrutura do tipo do Origami Arquitetônico de 90 graus. No artigo Ueno (2011) não relatou experiência de aplicação da técnica como recurso didático.

### Artigo 13

Título: Brincando com a geometria

Autores: Daniel Wyllie Lacerda Rodrigues, Maria Helena Wyllie Lacerda Rodrigues, Madalena Grimaldi de Carvalho

---

Junto ao subtema “expressão gráfica na educação” encontra-se também a experiência relatada por Rodrigues, Rodrigues e Carvalho (2011) que investiram nas conexões entre ciência e arte. Estes autores entenderam que o desenvolvimento gráfico-computacional permitiu que se atuasse diante da fragmentação de conhecimentos e que se associassem diferentes áreas. A esse respeito, exemplificaram, a arte fractal, que não poderia ter surgido se não existissem os computadores. Nesse sentido externaram seu posicionamento ao indicar que *designers* e artistas que possuem conhecimentos de programação de *software* poderiam ir mais além do que os que se limitam à usuários destas

---

<sup>10</sup> Escola alemã de arquitetura, artes plásticas e design. Símbolo do Modernismo.

<sup>11</sup> Segundo Ueno (2011, p. 3) a *numerical descriptive geometry* “emprega coordenadas 3D para lidar com formas tridimensionais, não considerando as projeções em duas dimensões como método de solução, mas como o resultado final”.

ferramentas. A discussão destas questões se deu pelo contexto de atuação dos autores que envolvia o ensino de disciplinas técnicas para estudantes, professores e profissionais envolvidos com desenho e educação artística. Neste contexto, os autores identificaram nos seus estudantes, questionamentos quanto à pertinência dos conhecimentos teóricos destas disciplinas, no sentido de uma efetiva aplicação nas artes, especialmente diante dos recursos gráfico-computacionais. Rodrigues, Rodrigues e Carvalho (2011, p. 4) indicaram que em todas as disciplinas de representação gráfica em que atuam, buscam proporcionar meios para que os estudantes “possam desenvolver a **capacidade de ler e interpretar** figuras e objetos em termos geométricos”. Assim, “os hábitos de visualizar formas, analisar elementos e deduzir propriedades são incentivados e cultivados”. Os autores relataram apresentar para os estudantes, o trabalho desenvolvido por dois artistas contemporâneos<sup>12</sup> que desenvolvem projetos que abarcam conhecimentos interdisciplinares de arte, ciência e tecnologia. A ideia de aplicar brinquedos de matemática recreativa surgiu a partir de um destes artistas. Segundo os autores “ao tentar compreender as características destes objetos, cada estudante aprimora não apenas a percepção espacial, mas, também, os pensamentos cogitativo e reflexivo” (RODRIGUES, RODRIGUES e CARVALHO, 2011, p. 6 e 7). Também com relação ao emprego destes recursos, os autores apontaram:

“Quanto um brinquedo é investigado após o outro, cria-se uma sólida ponte geométrica entre eles. Desse modo, utilizando materiais concretos como apoio, buscamos combater a fragmentação dos conteúdos previstos na ementa da disciplina”. (RODRIGUES, RODRIGUES e CARVALHO, 2011, p. 7)

Os autores deram exemplo de atividade que desenvolveram no âmbito do ensino de desenho geométrico. A atividade visava a “estruturação de diferentes formas e padrões decorativos de preenchimento de regiões do plano [...]” e envolveu quebra-cabeças de livre composição, cujas peças eram losangos, de três tipos diferentes, identificados por cores diferentes (RODRIGUES, RODRIGUES e CARVALHO, 2011, p. 7). Com esse recurso três tarefas se desenvolveram: montar o quebra-cabeça (tarefa que requer o estudo de como podem ser proporcionados os encaixes); provar um enunciado matemático dado; e realizar transformações

---

<sup>12</sup> Theo Jansen é “escultor cinético” e concebe esculturas com tubos plásticos; e Charles Hoberman desenvolve “estruturas transformáveis” para dois setores diferentes: construção (arquitetura e engenharia); e brinquedos educativos. (RODRIGUES, RODRIGUES e CARVALHO, 2011, p. 5)

pontuais (rotação, reflexão, simetria) através de diferentes arranjos dos losangos mas preservando a forma do polígono de doze (12) lados (tarefa esta que poderia ser realizada manualmente com o emprego de instrumentos tradicionais de desenho ou com o uso de recurso de geometria dinâmica).

## **Artigo 14**

Título: A geometria descritiva e a tecnologia computacional

Autores: Maria da Conceição Amaral Alves, Ivoneide de França Costa, Christina Araújo Paim Cardoso

---

Alves, Costa e Cardoso (2011) revelaram preocupação com o desenvolvimento da habilidade de **visualização espacial** para profissionais que atuam com engenharia, matemática e desenho. As dificuldades observadas nos estudantes, entretanto, direcionaram estes autores ao estudo das potencialidades de recursos tecnológico-computacionais para o ensino de **GD**. Comunicado junto ao subtema “tecnologias gráficas” o artigo revelou que, a partir de pesquisa bibliográfica os autores estudaram aplicativos empregados para o ensino de **geometria descritiva** e que respondessem “às necessidades de interpretação das representações planas” (ALVES, COSTA e CARDOSO, 2011, p. 5). Relataram a existência de diversos sistemas hipermédia<sup>13</sup>, além de referências de emprego de *software* de geometria dinâmica e modelagem tridimensional. Neste artigo, entretanto, não relatadas práticas didáticas dos autores para experimentação dos recursos elencados. Tampouco são indicadas características/potencialidades destes recursos.

---

<sup>13</sup> GD: “*Software* de construção em Geometria Descritiva, que trabalha em um sistema projetivo com representações bidimensionais e em 3D”. Hypergeo: Aplicativo que apresenta descrição textual, além de imagens com representações 2D e 3D. AEIOU: Aplicativo da APROGED. Apresenta material textual e representações das explicações teóricas através de imagens. Teoria geral das projeções: Tutorial *on line* “que mostra a teoria das projeções relativas a ponto, reta e plano”. Jogo de paciência de planos: Jogo que relaciona a épura com representação perspectiva no diedro. Espaço GD: Portal para ensino de geometria descritiva, desenvolvido na Universidade Federal do Rio de Janeiro. Visual GD: Disponibiliza conteúdo de GD e permite a movimentação do estudante a partir das suas respostas. (ALVES, COSTA e CARDOSO, 2011, p. 5, 6, 7 e 8)

## Artigo 15

Título: Tecnologia da informática no ensino da geometria

Autores: Mônica Maria Fernandes de Lima, Sheila Oliveira de Carvalho, Júlio César de Araújo Bezerra

---

Também no subtema “tecnologias gráficas”, Lima, Carvalho e Bezerra (2011) observaram neste artigo, algumas ferramentas computacionais para o ensino de geometria. Destacaram ferramentas que empregam “figuras em movimento”, entendidas como àquelas que permitem “a construção de desenhos de objetos e configurações geométricas a partir das propriedades que os definem (LIMA, CARVALHO e BEZERRA, 2011, p. 2 e 3)”.

“A apreensão dos conceitos é alcançada quando se dinamiza a construção desses desenhos (figuras em movimento) através de deslocamentos aplicados aos elementos que o compõe. Nesse exercício os alunos percebem que as transformações ocorridas não modificam as relações geométricas que caracterizam a situação”. (LIMA, CARVALHO e BEZERRA, 2011, p. 3)

Os autores entenderam que a interação possibilita que melhor apreensão dos conteúdos de **geometria descritiva** em função do envolvimento do estudante no processo de aprendizagem. Embora tenham destacado as ferramentas de geometria dinâmica, também apontaram para ferramentas desenvolvidas sob o formato de hipertexto. Uma série de ferramentas foram estudadas sob o ponto de vista das vantagens e desvantagens para a aplicação no ensino de geometria e geometria descritiva indicando quais seriam potenciais para o “desenvolvimento da capacidade de visualização espacial” (LIMA, CARVALHO e BEZERRA, 2011, p. 11). Destacaram-se as ferramentas: Cabri 3D porque reúne as diversas vistas do objeto na tela, contribuindo para a “compreensão da espacialidade”; e Geogebra, em função de apresentação de “conteúdos de geometria descritiva através de perspectivas isométricas” (LIMA, CARVALHO e BEZERRA, 2011, p. 11). Outros recursos<sup>14</sup> também foram citados, especialmente do ponto de vista da interação, da possibilidade de trabalho com “figuras em movimento” e das visualizações em três dimensões.

---

<sup>14</sup> Cabri-gèomètre, Régua e Compasso, Euklid DynaGeo, site [www.mat.uel.br/marie/](http://www.mat.uel.br/marie/), e site [www.educacionplastica.net](http://www.educacionplastica.net). (LIMA, CARVALHO e BEZERRA, 2011)

## Artigo 16

Título: A informatização da geometria e a modelagem através de planos seriados

Autores: Mônica Maria Fernandes de Lima, Sheila Oliveira de Carvalho, Jesonias da Silva Oliveira

---

Neste estudo comunicado no subtema “expressão gráfica na educação”, os autores Lima, Carvalho e Oliveira (2011) relataram experiência num contexto de formação em Arquitetura e Urbanismo através do ensino da disciplina Geometria Gráfica 01. A disciplina apresentava na sua ementa conteúdos relativos às: “técnicas do desenho geométrico”; e “teoria das projeções e sistemas de representação” (“Mongeano, axonométrico, cilíndrico-oblínquo, e projeções cotadas”) (LIMA, CARVALHO e OLIVEIRA, 2011, p. 4). Estes autores indicaram que as tecnologias gráfico-computacionais de modelagem tridimensional contribuem para o ensino “facilitando a compreensão dos conteúdos da geometria assim como ajudando a desenvolver a visão espacial do aluno” (LIMA, CARVALHO e OLIVEIRA, 2011, p. 2). Entenderam também que tais tecnologias configuram um ambiente de sala de aula mais dinâmico e interativo, descentrado da atuação do professor e com maior envolvimento do estudante. Os autores relataram que recursos tecnológico-computacionais já vinham sendo empregados na disciplina, porém os mesmos observaram que os estudantes não compreendiam a aplicabilidade do emprego do “desenho geométrico e das construções fundamentais” (LIMA, CARVALHO e OLIVEIRA, 2011, p. 5). Como resposta a este contexto, os autores relataram atividade envolvendo a criação de composições volumétricas mediante a construção de planos seriados<sup>15</sup>, técnica que, segundo eles, proporciona ao estudante de arquitetura a “oportunidade de analisar as formas tridimensionais, levando em consideração os conceitos de equilíbrio, ritmo, proporção e harmonia; além de estudar a relação entre cheios e os vazios das

---

<sup>15</sup> Segundo os autores, “uma composição volumétrica feita através de planos seriados ocorre com a repetição de vários planos dispostos adequadamente com ordenação. Pode-se compor volumes com uma grande variedade de formas utilizando-se técnicas de repetição e gradação” (LIMA, CARVALHO e OLIVEIRA, 2011, p. 3).

formas no espaço tridimensional” (LIMA, CARVALHO e OLIVEIRA, 2011, p. 3). Esta ideia, segundo os autores também contribui para uma melhor **visão espacial** e interdisciplinaridade. Como recurso gráfico-computacional, relataram o emprego do *software* de geometria dinâmica GeoGebra. A atividade envolveu os conteúdos de: “proporção áurea; construções fundamentais; tangência; curvas cônicas; arcos; e espirais” (LIMA, CARVALHO e OLIVEIRA, 2011, p. 5). A partir destes conceitos, a atividade consistiu na elaboração de um plano no GeoGebra. Segundo relataram, alguns estudantes buscaram, de forma autônoma, referências em obras de arquitetura, revelando a contribuição da atividade para a compreensão da importância destes conteúdos para a formação do arquiteto.

### **Artigo 17**

Título: Contribuições da modelagem virtual 3D para o ensino de geometria descritiva

Autores: Cláudio César Pinto Soares, José Rodrigues de Lima

---

Soares e Lima (2011), identificaram contexto de questionamentos sobre o ensino de **geometria descritiva** em função do desenvolvimento da computação gráfica que possibilitou a representação da realidade diretamente no espaço digital tridimensional. Objetivando contribuir para estas discussões realizaram um estudo de comparação de solução de “exercícios clássicos” de seções cônicas através de tecnologias de representação manuais e digitais: “seção cônica parabólica produzida por um plano de topo”; e “seção cônica hiperbólica produzida por um plano frontal” (SOARES e LIMA, 2011, p. 3 e 4). Comparando os dois processos (manual e digital), os autores apontaram a quantidade de traçados empregados na solução através de representação gráfica manual, solicitando do estudante um esforço de concentração nestes processos e não no “evento geométrico proposto” (SOARES e LIMA, 2011, p. 5). Porém, embora maiores os esforços empregados na solução manual, como resultado, foram obtidas somente duas vistas (frontal e superior). Este método, segundo eles, também requisitou maiores esforços mentais de percepção espacial para traduzir para o plano as situações do espaço. Com relação ao processo realizado através de representação gráfica digital

tridimensional (com AutoCAD), os autores entenderam que o estudante se concentrava no “evento geométrico que ocorre no espaço e deixando a solução surgir naturalmente como consequência da visualização”. Porém, observaram que para trabalhar diretamente no espaço tridimensional “é necessário ter-se uma percepção visual e um domínio de geometria espacial razoavelmente desenvolvido” (SOARES e LIMA, 2011, p. 5). Segundo os autores, uma vantagem deste método é certamente a precisão que é bastante superior pois a curva obtida como resultado da intersecção “é a expressão de uma fórmula matemática precisa” (SOARES e LIMA, 2011, p. 11). Os resultados da atividade com o recurso gráfico-computacional também proporcionaram mais informações, porque uma vez representada a situação espacial, pôde-se obter quaisquer vistas. Em ambas as situações (representação manual ou digital), os autores observaram a necessidade do domínio de conceitos de geometria plana, analítica e espacial além de imaginação e percepção visual. Por fim, em relação ao ensino da **GD**, indicaram concordar com a necessidade de manutenção do estudo da disciplina mesmo com as possibilidades de modelagem tridimensional digital. Entretanto, os mesmos acreditam ser necessária uma “revisão profunda nos seus conteúdos programáticos” (SOARES e LIMA, 2011, p. 12).

“Geometria Descritiva utilizando técnicas de CAD requer um domínio ainda maior de relacionamentos espaciais do que o exigido para a tradicional geometria projetiva. O CAD nos permite usar uma variedade de métodos para resolver o mesmo problema, mas é essencial que o usuário tenha uma base sólida de relações espaciais e visualização, de forma que as soluções desenvolvidas sejam as mais eficientes”. (SOARES e LIMA, 2011, p. 11)

## **Artigo 18**

Título: Modelando sólidos platônicos no AutoCAD

Autores: Cláudio César Pinto Soares

---

Neste estudo, Soares (2011) relatou a construção de sólidos platônicos<sup>16</sup> no ambiente de modelagem tridimensional digital AutoCAD. O desafio que este autor

---

<sup>16</sup> Poliedros regulares que possuem todas as faces iguais, formadas por polígonos regulares. Possuem igual número de arestas por vértice e ângulos internos entre as faces. (SOARES, 2011)

se colocou foi o de construir sólidos desta natureza empregando semelhante método para todos e, sem necessitar recorrer à outras ferramentas. O contexto de ensino referiu-se à pós-graduação em Técnicas de Representação Gráfica. O procedimento empregado, segundo o autor, buscou semelhança com a construção manual de poliedros por meio de planificação. A intenção do emprego deste método foi revelada em função da associação possível da construção digital com a construção física. Após testar o processo para a construção de dodecaedro e confirmar com a construção dos demais sólidos platônicos, o autor indicou que a construção no espaço digital se deu em função do “giro de polígonos no espaço”, não sendo necessários “profundos conhecimentos de **Geometria Descritiva**”, mas “a percepção visual, a observação criteriosa das leis de formação dos objetos e o entendimento dos movimentos” (SOARES, 2011, p. 11). Este autor entendeu que, diante de ferramentas de modelagem tridimensional, o ensino de desenho e geometria deve ser revisto:

[...] se tornou mais importante enfatizar tópicos como a percepção visual, a geometria tridimensional ou espacial, as leis de formação dos objetos, a geometria plana elementar e a noção de lugares geométricos, etc., do que manter um ensino que privilegie as regras de construção das representações de objetos”. (SOARES, 2011, p. 11)

## **Artigo 19**

Título: Transformações de visualização: geração de imagens em software CAD 3D

Autores: Jovani Castelan, Daniel Fritzen

---

Por fim, o estudo de Castelan e Fritzen (2011, p. 2), comunicado no âmbito do subtema “tecnologias gráficas”, foi concebido a partir da crença de que as dificuldades de “interpretação e visualização de objetos tridimensionais” poderia estar relacionada ao desconhecimento de processos inerentes ao funcionamento de *software* de desenho. Segundo os autores

“O conhecimento do processo de geração de imagens tridimensionais permite ao aluno desenvolver e/ou aprimorar a visão espacial, principal requisito para utilização eficiente de ferramentas de modelagem 3D”. (CASTELAN e FRITZEN, 2011, p. 2)

O contexto de atuação destes autores refere-se ao ensino de disciplina CAD/CAM<sup>17</sup> para cursos de graduação em engenharia e desenho industrial. Estes autores relataram atividades sobre os processos matemáticos que envolvem as transformações de visualização: cálculos que o computador realiza automaticamente quando mudamos o ponto de vista do observador. No artigo, os autores relataram a realização manual de cálculo de transformações de visualização de cubo chanfrado. Partindo-se da definição deste objeto por suas coordenadas e da posição inicial do observador por coordenadas e ângulos (que podem determinar tanto perspectivas quanto vistas ortográficas), as transformações de visualização foram realizadas mediante cálculos matriciais. Sobre as transformações de visualização estes autores complementaram:

“Este processo computacional é fundamentado no sistema cartesiano de coordenadas, na geometria descritiva, na trigonometria e em processos algébricos e que, sem o seu conhecimento por parte do aluno, acabam por alijar o desenvolvimento das habilidades visuais tão necessárias aos estudantes de desenho industrial e das engenharias”. (CASTELAN e FRITZEN, 2011, p. 2)

---

<sup>17</sup> CAD refere-se à *Computer Aided Design* (Desenho Assistido por computador) e CAM refere-se à *Computer Aided Manufacturing* (Manufatura Assistida por Computador).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. C. A.; COSTA, I. F.; CARDOSO, C. A. P. A geometria descritiva e a tecnologia computacional. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

BUERY, C. C.; BUENO, L. C.; MARTINS, M.; DIAS, M. A. Educação do olhar: a representação da forma arquitetônica na Geometria Descritiva. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

CASTELAN, J.; FRITZEN, D. Transformações de visualização: geração de imagens em software CAD 3D. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

LEDO, R. Z.; ULBRICHT, V. R. A possibilidade de uso de hipervídeos em ambientes hiperfíquia de geometria descritiva. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

LIMA, M. M. F.; CARVALHO, S. O.; BEZERRA, J. C. A. Tecnologia da informática no ensino da geometria. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

LIMA, M. M. F.; CARVALHO, S. O.; OLIVEIRA, J. S. A informatização da geometria e a modelagem através de planos seriados. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

LIMA, S. Um estudo gestaltista para o ensino do desenho e da arte. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

MACHADO, S. R. B. A compatibilização do ensino tradicional de desenho com as novas tecnologias. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes

e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

PEREIRA, D. C.; DUARTE, M. E. R.; LOPES, A. V. F. Desenvolvendo a inteligência visioespacial nos alunos de engenharia da UFPE. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

PIRES, J. F.; NUNES, C. S.; VASCONSELOS, T.; BORDA, A. Trajetórias de geometria na arquitetura. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

RODRIGUES, D. W. L.; RODRIGUES, M. H. W. L.; CARVALHO, M. G. Brincando com a geometria. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

SILVA, G. R.; SILVA, M. J. A.; SANTOS, R. C. G. Construção do conhecimento de geometria: utilização de materiais manipulativos. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

SILVA, M. J. A.; ALVES, M. C. A.; SAMPAIO, R. V. Modelagem no ensino da geometria descritiva. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

SOARES, C. C. P. Modelando sólidos platônicos no AutoCAD. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

SOARES, C. C. P.; LIMA, Á. J. R. Contribuições da modelagem virtual 3D para o ensino de geometria descritiva. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

TELLES, L. S. J.; GÓES, H. C.; GÓES, A. R. T. A geometria por meio de dobraduras na construção do Tangram. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de

Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

UENO, T. R. Diretrizes construtivas para origami arquitetônico de 90 graus. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

VASCONCELLOS, L.; BORDA, A.; PANISSON, E. Projeções cotadas e a representação de coberturas: novas práticas didáticas. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

VAZ, A.; ANDRADE, A. F.; SILVA, R. Modelando coberturas no SketchUp - uma experiência didática. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

## Apêndice D

### Graphica 2013: Descrição dos artigos estudados

#### Artigo 1

Título: Dificuldades de visualização espacial em alunos do ensino fundamental I e II

Autores: Cesário Antônio Neves Júnior, Flavia Araújo Evangelista, Emanuella Martins de França, Taira Moura e Silva, Rute Cristina Barbosa dos Santos, Andiará Valentina de Freitas Lopes

---

Neste artigo comunicado junto ao subtema “ensino da expressão gráfica”, Neves Júnior et al. (2013, p. 2) explicitaram como objetivo do seu estudo: verificar “habilidades de **visualização e percepção espacial** de crianças em idade escolar”. Os autores foram motivados pela observação das dificuldades dos seus estudantes, em nível superior, com as disciplinas de desenho técnico e desenho geométrico. Estes autores inicialmente conceituaram a **visualização espacial**, tendo como base as definições de Howard Gardner<sup>1</sup>. Referindo-se ao modelo de desenvolvimento do pensamento geométrico desenvolvido pelo casal Van Hiele, Neves Júnior et al. (2013, p. 2) observaram que seus estudantes “deveriam estar trabalhando entre o nível de dedução para o de rigor<sup>2</sup>”, porém

---

<sup>1</sup> Até este momento, as teorias de Gardner foram citadas também por Almeida et al. (1996) e Pereira, Duarte e Lopes (2011).

<sup>2</sup> Segundo Neves Júnior et al. (2013), no modelo Van Hiele, o estudante avança no desenvolvimento do raciocínio geométrico em cinco (5) níveis sequenciais: visualização; análise; dedução informal; dedução; e rigor. No nível de “visualização” os estudantes reconhecem formas geométricas e as relacionam com objetos conhecidos. Os autores exemplificam esta situação quando a criança reconhece um retângulo, por exemplo, porque vê semelhança desta figura com uma porta. No nível de “análise” os estudantes passam a identificar propriedades das figuras e podem descrever ou representar estas figuras sem vê-las. Entretanto, ainda não é possível “fazer relações entre as propriedades”. Num terceiro nível, de “dedução informal”, relações entre figuras e dentro de uma mesma figura são evidenciadas. Os estudantes também conseguem “deduzir propriedades e estabelecer classes de figuras”. Conseguem ainda compreender “argumentos dedutivos e demonstrações formais”. Porém, não são capazes de vislumbrar diferentes maneiras de resolver o problema, além da forma que foi exposta. No nível de “dedução” o estudante adquire a capacidade de “construir

estavam menos avançados em seu desenvolvimento, trabalhando em níveis inferiores a este. Estes autores entenderam que a origem destes problemas estava no ensino de geometria em nível básico e, por isso direcionaram a pesquisa para crianças do ensino fundamental. A importância do ensino de geometria para o desenvolvimento almejado e o momento adequado para cada etapa do desenvolvimento foram questões apontadas por estes autores que observaram ainda que, se este desenvolvimento não ocorre na infância, vai se dar de forma tardia ou não vai ocorrer plenamente. Quanto ao ensino escolar de matemática, apontaram uma geometria abordada de forma essencialmente algébrica, excluindo as representações gráficas e, portanto, contribuindo para um estudante que “não é capaz de reconhecer ou relacionar as lógicas matemáticas com o **raciocínio geométrico**” (NEVES JÚNIOR, EVANGELISTA, *et al.*, 2013, p. 3). Neves Júnior et al. (2013) trabalharam com os níveis do Modelo Van Hiele associados às **aptidões espaciais** definidas em Frostig e Horne (1964) e Hoffer (1977)<sup>3</sup>. As séries, 1<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>, 6<sup>a</sup> e 8<sup>a</sup>, foram definidas para que se pudessem realizar comparações na evolução da “**capacidade espacial**” dos estudantes no fundamental I (1<sup>a</sup> a 4<sup>a</sup> séries) e fundamental II (6<sup>a</sup> a 8<sup>a</sup> séries) (NEVES JÚNIOR, EVANGELISTA, *et al.*, 2013, p. 7). As atividades realizadas não visavam promover um desenvolvimento, mas verificar o nível de desenvolvimento da **visualização espacial** das crianças. Foram definidas com auxílio do Modelo Van Hiele, envolvendo dobraduras e Tangram. Para cada atividade os autores observaram nos estudantes as **aptidões espaciais** indicando-as como “ausente, regular ou presente” (NEVES JÚNIOR, EVANGELISTA, *et al.*, 2013, p. 8).

---

demonstrações”. E, por fim, no nível de “rigor”, os estudantes adquirem a capacidades de operar com diferentes sistemas axiomáticos, conseguindo então trabalhar com a geometria na forma abstrata e comparar diferentes sistemas (NEVES JÚNIOR, EVANGELISTA, *et al.*, 2013, p. 5 e 6).

<sup>3</sup> Juntos Frostig e Horne (1964) e Hoffer (1977) definem sete aptidões espaciais: “coordenação visual-motora”; “percepção figura-fundo”; “constância perceptual, percepção ou constância de forma e tamanho”; “percepção da posição no espaço”; “percepção de relações espaciais”; “memória visual”; e “discriminação visual” (NEVES JÚNIOR, EVANGELISTA, *et al.*, 2013, p. 6 e 7).

## Artigo 2

Título: Desafiando o pensamento geométrico

Autores: Daniel Wyllie Lacerda Rodrigues, Maria Helena Wyllie Lacerda Rodrigues

---

Rodrigues e Rodrigues (2013, p. 2) atentos aos diversos fatores que influenciam o desenvolvimento de capacidades que envolvem o “**raciocinar e visualizar**” indicaram deter-se, neste estudo, às questões pedagógicas. Estes autores referiram-se ao desenvolvimento de competências no sentido de capacitar o estudante para atuar diante de situações-problema. Comunicado junto ao subtema “ensino da expressão gráfica” este artigo referiu-se ao ensino em nível de pós-graduação através de duas disciplinas: Geometrografia Dinâmica e Aprendizagem por meio de Jogos e Desafios. O foco da disciplina de Geometrografia Dinâmica foi revelado pela intenção de trabalhar os mesmos conteúdos da geometrografia<sup>4</sup>, porém em ambiente computacional de geometria dinâmica. Entretanto na disciplina Aprendizagem por meio de Jogos e Desafios, os recursos apontados são diversificados. Os autores revelam que a questão instrumental não é o foco de suas práticas, mas o emprego dos recursos como meios “para estimular os estudantes a criarem hábitos de raciocínio, pensamento lógico e **visualização espacial**” (RODRIGUES e RODRIGUES, 2013, p. 4). O que caracteriza a disciplina são um conjunto de atividades/jogos nas quais evidenciam-se a manipulação de objetos físicos, mas também recursos gráfico-digitais. Atividades com blocos do tipo “lego” foram exemplificadas, onde através

---

<sup>4</sup> Os autores referiram-se ao significado da Geometrografia: “Em sentido amplo, Geometrografia é tudo que respeita a comunicação de uma geometria pela imagem, incluindo, portanto, o chamado desenho geométrico plano ou desenho linear geométrico. [...] Ela não só responde à representação dos entes geométricos (morfologia), senão também reflete o caráter dinâmico da geometria a que serve, vale dizer, comunica suas relações, operações, propriedades e, sobretudo, sua problemática específica. Sob este último aspecto, a geometrografia revela-se tão eficaz e expressiva que se lhe pode atribuir a categoria de um método para o estudo dos problemas geométricos” (PINHEIRO, 1974, p. V e VI apud RODRIGUES E RODRIGUES, 2013, p. 6). Rodrigues e Rodrigues (2013) mencionaram que antes da existência de software de desenho “[...] os estudiosos da Geometrografia eram capazes de visualizar mentalmente o dinamismo da geometria e resolver problemas no papel com simplicidade, economia de traçados e rigor teórico, utilizando instrumentos tradicionais” (RODRIGUES e RODRIGUES, 2013, p. 6).

destas peças de encaixe fornecidas, os estudantes deveriam agrupá-las de acordo com instruções dadas. Em um dos exemplos apresentados, uma estrutura com peças de encaixe deveria ser dividida em partes congruentes. Rodrigues e Rodrigues (2013) revelaram alguns benefícios do emprego desta metodologia, através de opiniões fornecidas pelos estudantes que cursaram as disciplinas. Entre eles, o “desenvolvimento da percepção, **visão espacial**, raciocínio lógico” (RODRIGUES e RODRIGUES, 2013, p. 11).

### **Artigo 3**

Título: A evolução na aprendizagem de geometria gráfica

Autores: Rannieri de Jesus Soares, Maria Madalena dos Santos Patek

---

A experiência relatada por Soares e Patek (2013) ocorreu junto ao ensino da disciplina Geometria Gráfica para os cursos superiores de Arquitetura e Urbanismo e Desenho Industrial. No artigo, os autores revelaram que o método de ensino que aplicavam baseava-se na preleção apoiada por recursos físicos de modelos geométricos confeccionados em diferentes materiais. Segundo eles, estes modelos contribuíam para uma melhor **visualização** das atividades, entretanto os estudantes ainda apresentavam dificuldades com relação à **visão espacial** e o grau de **abstração** necessário para a compreensão das operações realizadas. Neste sentido, a bibliografia disponibilizada não atingia os estudantes que consideravam estas leituras “enfadonhas e longas” (2013, p. 2). Nesse contexto, a proposta dos autores configurou-se pela elaboração de uma apostila com o conteúdo da disciplina que está organizada em três (3) tópicos principais: Homologia, Axonometria, e Sistema Diédrico. No início da disciplina, os autores revelaram aplicar exercícios para estimar os conhecimentos prévios dos estudantes, envolvendo questões sobre geometria euclidiana e a representação de sólidos geométricos (ou intersecções de sólidos geométricos) à mão livre. O desenvolvimento da disciplina foi relatado revelando o desenvolvimento de conteúdos e atividades através da sequência determinada pelos três (3) tópicos principais. Assim, os estudos iniciavam-se pela Homologia, indicando que o estudante começa o desenvolvimento da **visão espacial** através de relações de

posição. Indicaram abordar homologia espacial e plana mediante a realização de atividades envolvendo: homologia geral; homologia afin; homotetia; e translação. Com relação ao momento de estudo da Axonometria, os autores revelaram que o estudante passa a se “familiarizar com as relações métricas entre objetos tridimensionais e sua projeção” (SOARES e PATEK, 2013, p. 4). Referenciando outro autor<sup>5</sup> que aborda o ensino de geometria descritiva, os autores revelaram avançar demonstrando que “a Axonometria Cônica é resultante da Homologia Geral e a Axonometria Cilíndrica é consequência da Homologia Afin (SOARES e PATEK, 2013, p. 4)”. Ainda sobre este tópico indicaram que a axonometria cilíndrica isométrica “serve de base para o domínio da **visão espacial**” (SOARES e PATEK, 2013, p. 4). No contexto de abordagem da Axonometria Cilíndrica Isométrica, os autores revelaram desenvolver o estudo do ponto através de representações nos oito triedros. Sucessivamente, o estudo da reta se deu a partir da representação de dois pontos em isometria e o estudo do plano, a partir de duas retas. Com a representação de isometrias de dois planos o estudo de intersecção de planos era introduzido. Segundo os autores, após o estudo das intersecções de planos, compreendendo que esta intersecção poderia ser a aresta de um poliedro, os estudantes estariam prontos para “**visualizar** um poliedro em axonometria” (SOARES e PATEK, 2013, p. 5). Finalmente era introduzido o estudo do sistema diédrico, segundo indicaram os autores ao referirem-se à Pinheiro<sup>6</sup>: uma afinidade “resultante de duas Axonometrias Cilíndricas: Horizontal e Frontal”. Neste momento repetiram-se em *épura*, as representações anteriormente realizadas em isometria.

#### **Artigo 4**

Título: A reestruturação da disciplina de Desenho Técnico e Arquitetônico 1 na UFPel

---

<sup>5</sup> KOLLARS, Kurt et al. Darstellende Geometrie für Bautechnik und Maschinenbau. Wien: Höldenverlag. 1996.

<sup>6</sup> PINHEIRO, Virgilio Athayde. Geometria Descritiva. Rio de Janeiro: Ao livro técnico. 1971.

Autores: Luisa Félix Dalla Vecchia, Ana Paula de Andrea Dametto, Luciano Vasconcellos

---

Este estudo apresentado por Dalla Vecchia, Dametto e Vasconcellos (2013), foi comunicado no subtema “ensino da expressão gráfica” e se refere a um contexto de formação de arquitetos. Estes autores relataram reestruturação da disciplina de Desenho Técnico e Arquitetônico, em função da observação das dificuldades dos estudantes com relação à **compreensão do objeto arquitetônico**. Tais dificuldades foram atribuídas pelos autores, a uma reestruturação prévia da disciplina, que, diante dos avanços tecnológico-computacionais, incorporou recursos de representação gráfica digital. Nesse sentido, revelaram buscar “equilíbrio entre ferramentas tradicionais e desenho e meios digitais” (DALLA VECCHIA, DAMETTO e VASCONCELLOS, 2013, p. 2). Segundo os autores, embora os estudantes realizassem uma instrumentação inicial com o desenho à mão, a simples reprodução de projetos de arquitetura não contribuía para a **compreensão** do que estava sendo desenhado, se constituindo em execuções mecânicas de projetos arquitetônicos. A necessidade de uma abordagem mais **concreta** foi apontada. Assim, técnicas de levantamento foram introduzidas com o objetivo de suprir a deficiência de representar sem **compreender** o objeto. O equilíbrio entre representação manual e digital foi estruturado a partir da observação dos momentos do exercício da profissão do arquiteto, em que tais ferramentas fariam mais sentido.

## **Artigo 5**

Título: Geometria Descritiva: aplicação de exercício usando o hexaedro

Autores: Marcia de Andrade Sena Souza

---

Souza (2013, p. 2) relatou neste artigo uma experiência de ensino de **geometria descritiva** para futuros arquitetos, na qual o objetivo foi explicitado pela intenção de auxiliar no desenvolvimento de “habilidades e competências necessárias ao desenvolvimento da **visão espacial**, [...]”. Segundo esta autora, os recursos que dispunha inicialmente para o desenvolvimento das aulas eram

o quadro branco e o retroprojetor. Num contexto de ensino de uma turma que tinha entre sessenta (60) e oitenta (80) alunos, Souza (2013) inicialmente referiu-se ao estudo e recomendação de material bibliográfico para apoio, recomendando autores como Pinheiro e Príncipe Júnior<sup>7</sup>. A dificuldade dos estudantes com a bibliografia recomendada foi observada pela autora que buscou fazer também outras indicações apontando páginas da *web*<sup>8</sup>, organizadas em contextos universitários, que apresentam conteúdos de **geometria descritiva**. Quanto ao método empregado na sua experiência, Souza (2013, p. 5) revelou inicialmente a adoção de uma abordagem “clássica”, iniciando pelos entes primitivos através do estudo do “ponto” no diedro e na épura. A sequência seguiria para o estudo da reta e do plano, entretanto a autora observou que este método não estava sendo efetivo, especialmente em função do nível de **abstração** que este modelo requer. Diante destas dificuldades organizou a estratégia de apresentação do conteúdo em meio tridimensional digital projetado no quadro. Assim inicialmente os estudantes poderiam compreender a situação no espaço tridimensional, deixando a abstração das representações bidimensionais para outro momento. Para o desenvolvimento do conteúdo nesta abordagem, Souza (2013) empregou *software SketchUp*, modelando no espaço digital uma forma conhecida dos estudantes: o hexaedro. O estudo do objeto se deu no espaço tridimensional digital, no diedro, observando as coordenadas dos vértices do objeto, porém sem se preocupar e sequer mencionar a épura em um primeiro momento.

## **Artigo 6**

Título: Novos experimentos no ensino da geometria descritiva usando os meios digitais de representação como referência

Autores: Pedro Eymar, Neliza Romcy, Ianna Brandão, Daniel Cardoso

---

<sup>7</sup> Ambos autores são conhecidos por publicações de livros sobre noções de geometria descritiva.

<sup>8</sup> Souza (2013) citou os sites: <http://www.mat.uel.br>, desenvolvido na Universidade Estadual de Londrina; <http://www.eba.ufrj.br/gd/> e <http://www.fau.ufrj.br/gd/>, desenvolvidos na Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Eymar et al. (2013, p. 4) entenderam que era necessário, diante do desenvolvimento dos recursos gráfico-computacionais, uma revisão das práticas de ensino da **GD** para que houvesse “maior comunicação” entre os ambientes virtuais e o método Mongeano “como meio e não como fim”. No estudo que publicaram relataram a experiência na qual revisaram os conceitos da **Geometria Descritiva** e realizaram uma adequação do conteúdo em função da adoção dos *softwares* de modelagem tridimensional. Estes autores apontaram que a revisão disciplinar teve como objetivo habilitar o estudante a utilizar a **GD** como “canal interativo de participação entre o objeto físico (observação), sua geometria mental (recriação) e sua representação” (EYMAR, ROMCY, *et al.*, 2013, p. 4). A proposta consistiu na substituição dos dois planos perpendiculares do método Mongeano pelo sistema de eixos coordenados (x, y, z), referência empregada em *software* de modelagem tridimensional como *SketchUp*, 3DS Max e *Rhinoceros*. Segundo os autores o sistema composto por dois planos que dividem o espaço em quatro diedros requer “o estudo das possibilidades de projeção em *épura* para cada um deles, após o processo de rebatimento” (EYMAR, ROMCY, *et al.*, 2013, p. 4). A nova abordagem também foi justificada indicando que “a *épura* como planificação dos edros foi percebida como um procedimento de abstração complexo, ponto crítico para uma compreensão satisfatória por parte do aluno” (EYMAR, ROMCY, *et al.*, 2013, p. 4). Eymar et al. (2013) entenderam que esta proposta de abordagem que emprega a utilização dos eixos coordenados como referência de posição do um objeto no espaço “[...] aproxima-se do processo de percepção do espaço a partir da visão do observador e requer um menor nível de abstração que o método Mongeano tradicional, tornando-se mais intuitivo e compreensível” (EYMAR, ROMCY, *et al.*, 2013, p. 5). Em substituição ao conceito de *épura*, um sistema composto por 3 vistas ortogonais (que se inter-relacionam) e uma perspectiva axonométrica foi adotado pelos autores da proposta. Segundo os autores “o processo de montagem da *épura* por justaposição de vistas e não por rebatimento de projeções permite uma apreensão visual de natureza pictórica mais imediata” (EYMAR, ROMCY, *et al.*, 2013, p. 6). Na proposta, os autores revelaram manter o desenvolvimento da disciplina através do estudo ponto, reta, plano e sólidos, característico ao ensino de **GD**. Após estruturarem a nova abordagem, os autores realizaram uma experiência com uma de suas turmas do curso de

*Design* na qual relataram a realização de aulas expositivas e práticas. Como tecnologias de representação revelaram o emprego dos *softwares* Cabri e *SketchUp* para modelagem 3D e a representação manual 2D do desenho técnico. A manipulação de objetos físicos também foi referida com o objetivo de “[...] facilitar a **visualização** e fixar o objetivo da disciplina da **Geometria Descritiva** como canal interativo de participação entre o meio físico e sua representação” (EYMAR, ROMCY, *et al.*, 2013, p. 7). Na experiência revelaram inicialmente a realização de um experimento para auxiliar os estudantes a compreender as diferenças entre projeções paralelas e cônicas. Este experimento envolveu a observação de uma imagem através de um cano, tendo como objetivo restabelecer a imagem que foi dividida em duas partes (que estão em distâncias diferentes em relação ao observador). Após esta atividade, os estudos foram conduzidos a partir de figuras geométricas no espaço tridimensional digital passando para o bidimensional somente num segundo momento. Atividades como a representação manual de “elementos reais” em *épura* foram relatadas, indicando a busca pela aproximação da disciplina com a prática profissional dos estudantes (EYMAR, ROMCY, *et al.*, 2013, p. 10). Exercícios envolvendo cálculos matemáticos também foram realizados na experiência. No exemplo apresentado, esta atividade requisitava a indicação das coordenadas finais de um ponto a partir de movimentos dados.

## Artigo 7

Título: *HyperCAL<sup>3D</sup>*, um sistema inovador para auxílio ao processo de ensino de geometria descritiva

Autores: Fábio Gonçalves Teixeira, Sérgio Leandro dos Santos

---

No artigo de Teixeira e Santos (2013), único comunicado junto ao subtema “tecnologias gráficas e inovação”, narraram-se os avanços no desenvolvimento do *software HyperCAL<sup>3D</sup>*<sup>9</sup>, desenvolvido para o ensino de **Geometria Descritiva**. Segundo os autores, este aplicativo é um dos “pilares” da

---

<sup>9</sup> O *HyperCAL<sup>3D</sup>* teve sua primeira versão liberada em 2006. Em 2013 estava na versão 4.5.

metodologia que vem sendo empregada pelo grupo de pesquisa no qual atuam e que envolve a “aprendizagem baseada em projetos” (TEIXEIRA e SANTOS, 2013, p. 2). No âmbito da instituição em que atuam, os autores do artigo revelaram o emprego do *HyperCAL<sup>3D</sup>* na disciplina de **GD** dos cursos de Arquitetura, *Design* e Engenharias. Disciplina considerada por Teixeira e Santos (2013, p. 3) como “extremamente importante para o desenvolvimento da **visão espacial** e do raciocínio lógico”. O *HyperCAL<sup>3D</sup>* foi descrito pelos autores como:

“[...] um conjunto de algoritmos fundamentados em geometria vetorial implementados em um ambiente tridimensional interativo, os quais reproduzem a metodologia e os procedimentos gráficos utilizados na Geometria Descritiva”. (TEIXEIRA e SANTOS, 2013, p. 12)

Entende-se através deste artigo que o *HyperCAL<sup>3D</sup>* opera a partir da construção de sólido em ambiente tridimensional e automatiza a execução de épuras, de forma análoga à **GD** porque consiste no rebatimento dos planos de projeção. Este sistema também permite que, antes mesmo do rebatimento destes planos, as projeções do sólido sobre eles, com a diferenciação de arestas visíveis e ocultas, já sejam visualizadas.

## **Artigo 8**

Título: *I love Edros* - Um game educacional para o ensino da geometria

Autores: Danilo Candido Pereira, João Vitor Lins Pinheiro, Carlos Eduardo Verzola Vaz

---

Este estudo desenvolvido por Pereira, Pinheiro e Vaz (2013) também envolveu o desenvolvimento de *software* para apoio ao ensino. Os autores relataram a criação do aplicativo *I love edros* no contexto de ensino de disciplina de Gráfica Computacional para a formação em Licenciatura em Expressão Gráfica. A disciplina, segundo os autores, tinha o objetivo de instrumentar os estudantes para atuarem com projetos que contribuíssem para “a resolução de problemas relacionados ao ensino de geometria gráfica” (PEREIRA, PINHEIRO e VAZ, 2013, p. 4). O tema escolhido pelos estudantes da disciplina foi simetria e dualidade de poliedros em razão da observação de uma dificuldade de

**visualização espacial** destes conceitos, que configuraria uma barreira ao ensino destes conteúdos. Os autores desenvolveram um protótipo do aplicativo que funciona com sensor de movimento (*kinect*). Verifica-se, nos apontamentos introdutórios dos autores, que dão suporte a ideia de desenvolvimento de jogo as teorias de Howard Gardner sobre as diferentes formas de aprender dos indivíduos que não possuem o mesmo “conjunto de competências” e, também, as teorias de Piaget e Vygotsky, indicando a potencialidade deste recurso didático que proporciona atividade lúdica para o desenvolvimento do indivíduo e consolidação de estruturas cognitivas (PEREIRA, PINHEIRO e VAZ, 2013, p. 3).

## **Artigo 9**

Título: Parametrismo e ensino de geometria – as superfícies de Félix Candela

Autores: Natália Silva Pereira, Carlos Eduardo Verzola Vaz

---

Este estudo de Pereira e Vaz (2013) refere-se ao ensino de **Geometria Descritiva** para curso de Arquitetura e Urbanismo. Com relação a este contexto de ensino, os autores apontaram que usualmente são empregadas ferramentas de Desenho Auxiliado por Computador e/ou ferramentas tradicionais de desenho. Entretanto, referiram-se à outra classe de ferramentas, desenvolvidas especificamente para o “ensino da geometria gráfica”, que embora empregadas “de modo menos extensivo” apresentam dinamicidade “permitindo aos estudantes uma compreensão mais interativa dos elementos geométricos e seu comportamento” (PEREIRA e VAZ, 2013, p. 2). Os autores observaram que o aprendizado, com estes recursos de “geometria dinâmica”, “deixa de ser estático, como quando utilizadas as mídias tradicionais ou sistemas CAD”. Apesar do benefício da dinamicidade, os autores observaram que não é possível com estas ferramentas “realizar uma transposição direta do estudo da geometria para uma situação projetual” (PEREIRA e VAZ, 2013, p. 2). Neste contexto se configurou o estudo que foi direcionado para a possibilidade de uso de outro tipo de ferramenta no ensino de **GD**: a modelagem paramétrica. A pesquisa foi realizada com o *Grasshopper*, *plugin* que permite a modelagem da forma por

meio de programação numa linguagem visual. Com esta ferramenta, os autores relataram programar algoritmicamente a geometria presente nas obras do arquiteto Félix Candela (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). A técnica permitiu que os autores mostrassem que nas obras estudadas do arquiteto “a origem de geração das formas elaboradas [...] se baseiam sempre no mesmo princípio geométrico” (PEREIRA e VAZ, 2013, p. 3).

Em decorrência deste estudo os autores apontaram as seguintes conclusões:

“A partir do trabalho desenvolvido foi possível constatar que os aplicativos de modelagem paramétrica podem contribuir no ensino de geometria, pois a partir deles é viável representar tanto algoritmicamente (definições do Grasshopper) como visualmente a forma básica geradora da solução de projeto. O estudante desta maneira poderá compreender como a modificação de parâmetros e regras de geração influenciam a forma final e como se dá a relação entre lógica, matemática e geometria”. (PEREIRA e VAZ, 2013, p. 8)

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DALLA VECCHIA, L. F.; DAMETTO, A. P. A.; VASCONCELLOS, L. A. reestruturação da disciplina de Desenho Técnico e Arquitetônico 1 na UFPel. 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: CCE-UFSC. 2013.

EYMAR, P.; ROMCY, N.; BRANDÃO, I.; CARDOSO, D. Novos experimentos no ensino da geometria descritiva usando os meios digitais de representação como referência. 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: CCE-UFSC. 2013.

NEVES JÚNIOR, C. A.; EVANGELISTA, F. A.; FRANÇA, E. M.; SILVA, T. M.; SANTOS, R. C. B.; LOPES, A. V. F. Dificuldades de visualização espacial em alunos do Ensino fundamental I e II. 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: CCE-UFSC. 2013.

PEREIRA, D. C.; PINHEIRO, J. V. L.; VAZ, C. E. V. I love Edros - Um game educacional para o ensino da geometria. 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: CCE-UFSC. 2013.

PEREIRA, N. S.; VAZ, C. E. V. Parametrismo 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: CCE-UFSC. 2013.

RODRIGUES, D. W. L.; RODRIGUES, M. H. W. L. Desafiando o pensamento geométrico. 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, SC: CCE-UFSC. 2013.

SOARES, R. J.; PATEK, M. M. S. A evolução na aprendizagem de geometria gráfica. 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: CCE-UFSC. 2013.

SOUZA, M. A. S. Geometria Descritiva: aplicação de exercício usando o hexaedro. 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: CCE-UFSC. 2013.

TEIXEIRA, F. G.; SANTOS, S. L. S. HyperCAL3D, um sistema inovador para auxílio ao processo de ensino de geometria descritiva. In: XXI Simpósio de Geometria Descritiva e Desenho Técnico e X Internacional Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2013, Florianópolis. **Anais eletrônicos**... Florianópolis: CCE-UFSC. 2013.

## Apêndice E

### Graphica 2015: Descrição dos artigos estudados

#### Artigo 1

Título: Mapeando dificuldades no processo de ensino-aprendizagem do Desenho Técnico nos alunos de Engenharia

Autores: Andiara Lopes, Maximiliano Carneiro-da-Cunha, Mariana Buarque Gusmão

---

Este estudo de Lopes, Carneiro-da-cunha e Gusmão (2015) referiu-se ao contexto de ensino da disciplina Geometria Gráfica Tridimensional oferecida para cursos de Engenharia. Segundo os autores, o objetivo desta disciplina era “desenvolver a capacidade de **percepção viso-espacial** através da comunicação e interpretação gráfica”. Os tópicos (conteúdos) desenvolvidos incluíram “a perspectiva cavaleira, o desenho isométrico (ou isometria simplificada) e o sistema Mongeano”. Dentre estes tópicos somente o sistema Mongeano era estudado como sistema de representação. Os autores esclareceram que a questão central não era o ensino dos sistemas de representação, “mas sim o desenvolvimento de **habilidades espaciais** através de representações gráficas”. A sequência proposta, segundo eles, parte de representação de “fácil intelecção espacial” porque inicia pela perspectiva, o que foi entendido como adequado para o “desenvolvimento da **inteligência espacial**”. Entretanto os autores apontaram obstáculos na aprendizagem dos conteúdos que já haviam sido relatados no **Graphica** de 2011. Assim, neste estudo publicado em 2015, afirmaram já terem evidenciado “algumas dificuldades de ordem psico-cognitiva e epistemológica” (LOPES, CARNEIRO-DA-CUNHA e GUSMÃO, 2015, p. 240). A fundamentação teórica do estudo

apresentado envolveu a teoria dos Conceitos Figurais de Efraim Fischbein<sup>1</sup>. Segundo os autores, de acordo com esta abordagem, “um objeto geométrico é constituído de duas componentes: a conceitual e a figural”. A primeira corresponderia a uma representação axiomática enquanto a segunda corresponderia à “imagem mental que o indivíduo tem sobre esse objeto” (LOPES, CARNEIRO-DA-CUNHA e GUSMÃO, 2015, p. 241). Sobre a imagem mental os autores esclareceram:

“A imagem, a qual nos referimos tem por singularidade o fato de não ser estática, pois ela é passível de sofrer transformações, não só de igualdade, mas de outras naturezas, como de escala ou mesmo topológica. E considerando a natureza tridimensional no espaço bidimensional implica, necessariamente, em transformações que conflitam com essa imagem mental”. (LOPES, CARNEIRO-DA-CUNHA e GUSMÃO, 2015, p. 241)

Cinco (5) problemas relacionados ao ensino de representação gráfica foram indicados no artigo. Entretanto as “estratégias didático-metodológicas” direcionaram-se para três (3): dificuldades inerentes ao “estudo da Geometria Gráfica Tridimensional” pelas necessárias “ações de **codificação e decodificação**” de representações (processo no qual propriedades dos objetos são transformadas); dificuldades relacionadas à capacidade de rotacionar mentalmente um objeto, chamada de viso-motricidade; e dificuldades próprias ao estudo do desenho técnico que envolve projeções cilíndricas e que, portanto, difere da percepção do olho humano (LOPES, CARNEIRO-DA-CUNHA e GUSMÃO, 2015, p. 240 e 242). Para atuar diante destes problemas, duas estratégias foram indicadas pelos autores. A primeira (estruturada em função da dificuldade de viso-motricidade) consistiu no emprego dos eixos coordenados (x, y, z) como referência. Assim, para a realização das rotações, o estudante observa em torno de qual eixo deveria se dar a transformação e qual o sentido desta rotação. Os eixos x, y e z correspondiam à largura, profundidade e altura. A segunda estratégia consistiu no emprego do “Ortoedro de Referência” (LOPES, CARNEIRO-DA-CUNHA e GUSMÃO, 2015, p. 244). A técnica refere-se à construção do objeto em perspectiva a partir de sua inserção em uma caixa. Assim, segundo os autores, representa-se inicialmente um objeto mais simples

---

<sup>1</sup> Fischbein, E. (1993). The theory of figural concepts. *Educational Studies in Mathematics*, 24 (2), 139-162.

(caixa) e tendo este como referência ficaria mais fácil posicionar e construir o objeto.

## Artigo 2

Título: A passagem da situação real ao modelo geométrico em exercícios de Geometria Gráfica Tridimensional 1

Autores: Sandra de Souza Melo, Héryka Thuanny Alves Nunes Barreto, Kali Alves da Silva

---

Este estudo se desenvolveu em semelhante contexto ao referido por de Lopes, Carneiro-da-Cunha e Gusmão (2015). Os autores Melo, Barreto e Silva (2015) atuam na mesma instituição, entretanto, neste caso, o curso para o qual é oferecida a disciplina é de Licenciatura em Expressão Gráfica. A disciplina de Geometria Gráfica Tridimensional 1 envolvia:

“[...] utilização de projeções ortogonais para a resolução gráfica de problemas de posição entre pontos, retas e planos; de problemas métricos com segmentos lineares e ângulo; e a determinação de lugares geométricos, no plano e no espaço”. (MELO, BARRETO e SILVA, 2015, p. 301)

O estudo comunicado no artigo refere-se ao desenvolvimento de material didático de exercícios para a disciplina mencionada. Os autores referiram-se à dois objetivos. O primeiro objetivo envolveu a estruturação de atividades didáticas que abordassem “a conexão teoria/prática, envolvendo a passagem da situação real ao modelo geométrico”. O segundo refere-se à “formação de futuros docentes que reflexionem sobre as atividades propostas” (MELO, BARRETO e SILVA, 2015, p. 302). Assim, as atividades estruturadas foram organizadas a partir de elementos reais através dos quais o estudante identificaria a geometria da forma. Estes elementos (“imagens do cotidiano”) foram referidos pelos autores como os “artefatos” empregados no “complexo processo de mediação semiótica<sup>2</sup>” que visa “uma aprendizagem geradora de

---

<sup>2</sup> A mediação semiótica é referida através de: Bartolini Bussi, M. G.; Mariotti, M. A. (2009). *Medizione semiótica nella didattica della matematica: artefati e segni nella tradizione di Vygotskij*. [www.mmlab.unimore.it/site/home/formazione-insegnanti.html](http://www.mmlab.unimore.it/site/home/formazione-insegnanti.html).

significados novos” (MELO, BARRETO e SILVA, 2015, p. 304). Na proposta os estudantes deveriam planejar e discutir com o docente a identificação da geometria e “os procedimentos descritivos necessários para a representação correta de tal forma”. Nesse processo, segundo os autores, os estudantes têm a “possibilidade de realizar a passagem da situação real ao modelo geométrico”. Três (3) exemplos de atividades foram explicitados no artigo. Em todos eles, uma fotografia apresentava uma situação real e, ao lado desta fotografia, um esquema de vista ortogonal era fornecido como “apoio à interpretação inicial do problema” (MELO, BARRETO e SILVA, 2015, p. 305). Conclusivamente os autores apontaram que:

“Ao deparar-se com o desafio de transpor a situação concreta ao modelo de representação teórico o aluno se dará conta do domínio dos conceitos sobre a forma representada graficamente, que nada mais é do que a visualização de um ente abstrato com propriedades geométricas controladas pelos teoremas que estão estabelecidos na geometria”. (MELO, BARRETO e SILVA, 2015, p. 307)

### **Artigo 3**

Título: As lições de Monge e a arte de resolver problemas

Autores: Danusa Chini Gani

---

No estudo direcionado à publicação de Monge<sup>3</sup>, Gani (2015, p. 92) entendeu que os procedimentos de resolução de problemas empregados revelavam “procedimento heurístico especificado por Pólya<sup>4</sup>” “empregando uma linha de pensamento essencialmente intuitiva”. No artigo publicado, a autora apresentou um dos tópicos das lições de Monge, “traçar um plano tangente, simultaneamente, a três esferas dadas”, com o objetivo de “mostrar a maneira como o professor conduz o processo mental a fim de chegar à solução da questão” (GANI, 2015, p. 92). O desenvolvimento foi apresentado através de um paralelo com os procedimentos propostos por Pólya, estruturando-se a partir de quatro (4) fases: “compreensão do problema”; “estabelecimento de um plano”;

---

<sup>3</sup> Monge, G. (1799). *Géométrie descriptive: leçons données aux écoles normales de l'an 3 de la république*. Paris, França. Éditions Jacques Gabay, 1989.

<sup>4</sup> Polya, G. (1995). *A arte de resolver problemas*. Rio de Janeiro, RJ: Interciência. Foi publicado originalmente em 1945. (GANI, 2015)

“execução do plano”; e “retrospecto” (GANI, 2015, p. 93). O processo de solução do problema de tangência às três esferas, foi descrito pela autora que, conclusivamente indicou que a **GD** não “se resume a uma técnica de representação da solução de um problema de Geometria Espacial em uma superfície plana” (GANI, 2015, p. 102). A comunicação é parte de tese de doutorado da autora que se referiu às práticas didáticas de Monge. Seu estudo contribui para o apontamento que “as lições mongeanas devem ser revistas e adaptadas aos meios digitais de representação gráfica” porque não se resumem à “técnica de representação da solução de um problema de Geometria Espacial em uma superfície plana” (GANI, 2015, p. 102).

#### **Artigo 4**

Título: O uso do *kirigami* 3D na disciplina de Geometria Descritiva

Autores: Thaís R. Ueno Yamada

---

O estudo apresentado neste artigo de Yamada (2015) revela a aplicação da técnica do Origami Arquitetônico de 90° (*kirigami 3D*) que foi explicitada pela mesma autora<sup>5</sup> no **Graphica** de 2011. Naquele momento a autora (UENO, 2011) apontou diretrizes para a construção destas estruturas tridimensionais e realizou comparações entre o projeto de uma estrutura deste tipo e a **Geometria Descritiva**. Entretanto não indicou um contexto de aplicação desta técnica como recurso didático. Neste estudo publicado em 2015, o emprego do *kirigami 3D* foi realizado junto aos estudantes de um curso de Licenciatura em Matemática, na disciplina de **GD**. Nesta ocasião a autora referiu-se ao modelo Van Hiele mencionando os “cinco níveis de compreensão e de maturidade geométrica de um aluno” e as “cinco fases de aprendizado”. Segundo ela, o modelo, atribui ao

---

<sup>5</sup> UENO, T. R. **Diretrizes construtivas para origami arquitetônico de 90 graus**. In: IX Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 20° Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. Rio de Janeiro: LEMATEC. 2011.

professor o caráter de “orientador e auxiliador nas explorações que os próprios alunos fazem” (YAMADA, 2015, p. 442).

“Esse modelo está de acordo com as teorias de aprendizagem desenvolvidas no século XX, que realçam o papel cada vez mais ativo do estudante no processo de construção do conhecimento, ou seja, acentua-se a sua interação com o objeto de estudo ou pesquisa, [...]”. (Micotti, 1999 *apud* Yamada, 2015, p. 442)

A autora observou que pesquisadores se valeram da técnica do *origami* como recurso manipulável aplicado no ensino de geometria, entretanto, entendeu que a técnica do *kirigami* 3D era menos explorada apesar de também oferecer “grande potencial para o estudo de relações geométricas durante o projeto e o desenvolvimento de modelos” (YAMADA, 2015, p. 443). Quanto ao *kirigami* 3D a autora indicou que:

“No planejamento dos cortes e dobras de um *kirigami* 3D, é necessário desenvolver um procedimento específico, que passa por etapas de esboço por meio de perspectivas e planificação do modelo que são essenciais para a definição de interatividade e complexidade de cada peça. Com isso, esta arte se mostra um diferente instrumento para compreender a utilização da Geometria no planejamento de uma estrutura”. (YAMADA, 2015, p. 443)

No estudo, o objetivo do emprego do *kirigami* 3D como recurso didático era o “desenvolvimento da **visualização espacial** com uma melhor **compreensão** e **representação** da forma a partir do uso de **conceitos geométricos**” (YAMADA, 2015, p. 444). Para verificar essa pertinência, a autora realizou uma avaliação inicial e outra final com os estudantes envolvendo a aplicação de questionários. A técnica foi empregada em três (3) aulas de quatro (4) horas de duração. A atividade foi organizada de acordo com as cinco (5) fases do modelo Van Hiele e após os conteúdos referentes aos sistemas de projeção e perspectivas terem sido apresentados. A autora revelou conduzir a atividade de construção dos modelos a partir de perguntas direcionadas aos estudantes, visando instigar o seu raciocínio sobre onde e como realizar as dobras e cortes necessários. A melhora na habilidade de **visualização espacial** foi indicada pelos estudantes que participaram da avaliação final. Conclusivamente a autora apontou:

“A técnica do *kirigami* 3D não é um método para ensinar geometria descritiva, visto que emprega-se um raciocínio distinto para desenhar uma estrutura desse tipo, mas a estratégia se mostrou interessante pois permitiu trabalhar alguns conceitos geométricos de planejamento

e construção e estimular a coordenação visual-motora, a percepção de figuras, a constância da percepção ou constância de forma e tamanho, a percepção da posição no espaço e de relações espaciais, a discriminação visual e a memória visual". (YAMADA, 2015, p. 450)

## **Artigo 5**

Título: Desenho Manual: uma experiência didática

Autores: Chrystianne Goulart Ivanóski

---

Neste artigo Ivanóski (2015) relatou a experiência que teve desde 2012 com a disciplina de Desenho Aplicado oferecida para o curso de *Design* na instituição em que atua. Esta disciplina, segundo apontou a autora, consistia na representação gráfica manual de figura humana. A problemática a que se referiu envolvia o não desenvolvimento de habilidades ligadas ao desenho na formação básica, a conseqüente dependência dos estudantes em relação aos recursos gráfico-computacionais e uma crença de que estas habilidades seriam um "dom" (IVANÓSKI, 2015, p. 330). No artigo, a autora relatou como diferencial o desenho de observação em escala real. Situação que, segundo ela, amplia o potencial ao exigir do estudante a representação de detalhes. A importância do desenho de observação para o desenvolvimento da **percepção visual** foi referida pela autora:

"Desenhar é muito simples pois não há exigência de equipamento, materiais ou espaços especiais para se realizar esta atividade. O importante é aprender a ver. E para isso, é fundamental a aprendizagem do 'Desenho de Observação', pois este capacita o indivíduo a expressar-se na linguagem visual, desenvolvendo simultaneamente a percepção visual e a habilidade gráfica". (EDWARDS, 2002; DORFMAN, 2007 *apud* IVANÓSKI, 2015, p. 330)

## **Artigo 6**

Título: Trabalhando com as transformações pontuais na educação básica

Autores: Berta López Toste, Soraya Izar, Maria Begoña Noval, Sonia Sá

Vianna

---

O estudo relatado em Toste et al. (2015, p. 125) envolveu o desenvolvimento da “**visualização e inteligência espacial**” no contexto do ensino básico, na escola em que atuam<sup>6</sup>. Na revisão que apresentaram, a importância deste desenvolvimento na formação de todos os indivíduos foi apontada através dos estudos de Veloso<sup>7</sup> e Gardner<sup>8</sup>, referindo-se aos processos de resgate mental de situações não visíveis através da imaginação e, também, da capacidade de utilização de mapas. Sobre a importância da linguagem gráfica, as autoras apontaram suas impressões:

“A linguagem gráfica é uma forma de comunicação utilizada em diversas áreas do conhecimento, enquanto a visualização bi e tridimensional, bem como a leitura e a interpretação de imagens projetivas são habilidades que podem ser solicitadas em questões de naturezas diversas e em momentos distintos da vida do indivíduo”. (TOSTE, NOVAL, *et al.*, 2015, p. 125)

Estas autoras apontaram que “um dos objetivos da disciplina Desenho, na educação básica, é estimular tais habilidades” (TOSTE, NOVAL, *et al.*, 2015, p. 125). As atividades que foram apresentadas neste artigo envolvem o conteúdo de transformações pontuais para a 9ª série do ensino fundamental (Geometria Plana) e a 3ª série do ensino médio (Geometria Descritiva).

“No 9º ano do ensino fundamental o tema é apresentado ao aluno através das transformações pontuais isométricas (simetria central, simetria axial, translação e rotação) e, em seguida, das transformações não isométricas (homotetia). Dessa maneira, são trabalhados os conceitos e propriedades através de recursos didáticos que visam desenvolver a capacidade de abstração do estudante [...]”. (TOSTE, NOVAL, *et al.*, 2015, p. 126)

Segundo as autoras (TOSTE, NOVAL, *et al.*, 2015), as atividades foram organizadas buscando relacionar Desenho e Arte e empregando como referencial as obras de Escher<sup>9</sup>. Os estudantes realizaram um projeto de estampa aplicando o conteúdo de transformações pontuais. Inicialmente pela

---

<sup>6</sup> O Colégio Pedro II é um instituto federal de ensino localizado no Rio de Janeiro/RJ. Segundo as autoras, nesta instituição vem se mantendo “conteúdos que têm por objetivo desenvolver determinadas habilidades cognitivas em seus educandos” (TOSTE, NOVAL, *et al.*, 2015, p. 124).

<sup>7</sup> Veloso, E. (1998). Percepção Visual e Visualização (pp.125-134) In: Veloso, E. *Geometria: Temas atuais: Materiais para professores*. Lisboa: IIE, p. 132

<sup>8</sup> Gardner, H. (1995). *Inteligências Múltiplas: a teoria na prática*. Porto Alegre: Artes Médicas, p. 26.

<sup>9</sup> Artista gráfico, cujas obras evidenciam a aproximação entre a arte e a matemática, através de metamorfoses, perspectivas impossíveis e tendência ao infinito. (NEVES JÚNIOR e MELO, 2013)

definição de um módulo e num segundo momento aplicando as transformações manualmente ou empregando *software*. Com relação à turma de ensino médio os autores realizaram revisão de conceitos estudados no ensino fundamental (que serão posteriormente necessários na **Geometria Descritiva**). Realizaram também exercícios com instrumentos de desenho. E, em outro momento utilizaram *software* Tess<sup>10</sup> para a criação de composições artísticas. As autoras enterram que:

“[...] a experiência mostrou-se válida em relação à meta de estimular e capacitar os estudantes para a análise, o desenvolvimento e a busca de soluções para questões relacionadas à visualização espacial e projetiva, motivada pela interação entre o Desenho e a Arte”. (TOSTE, NOVAL, *et al.*, 2015, p. 130 e 131)

## Artigo 7

Título: Tarefas em ambiente de Geometria Dinâmica

Autores: Ana Sofia Rézio

---

O artigo de Rézio (2015) também se direcionou para a formação em nível básico, entretanto refere-se ao contexto de ensino em Portugal. No estudo, a autora se referiu ao emprego de ferramenta de geometria dinâmica no ensino de matemática e destacou potencialidades:

“[...] organização do pensamento, relativamente às relações entre os objetos geométricos e as noções teóricas; a promoção do pensamento abstrato e da capacidade de tecer generalizações; e a aquisição de experiência com objetos geométricos e o estabelecimento de conexões que possibilita a justificação de relações entre objetos geométricos e a produção de provas (ou teoremas)”. (GONZÁLEZ, e HERBST, *apud* RÉZIO, 2015, p. 66)

A autora investigou como o emprego de um *software* de geometria dinâmica, o GSP, colaborou para o desenvolvimento do **raciocínio geométrico** de estudantes de duas turmas que participaram da pesquisa. Neste sentido os resultados de atividade realizada pela autora abordando conteúdos de isometrias foram relatados. A atividade consistiu em uma sequência de

---

<sup>10</sup> *Software* que possibilita a criação de ilustrações a partir de transformações como rotação, reflexão e translação. Fonte: [http://www2.mat.ufrgs.br/edumatec/software/soft\\_recreativos.php](http://www2.mat.ufrgs.br/edumatec/software/soft_recreativos.php). Acesso em 25 de mai de 2016.

enunciados apresentados indicando reflexões, translações e rotações que deveriam ser realizadas com triângulos. O objetivo, segundo a autora, era que os estudantes “[...] concluíssem sobre invariantes em isometrias e explorassem composições de isometrias conseguindo conjecturar e elaborar conclusões escritas” (RÉZIO, 2015, p. 70). Sobre o emprego da referida ferramenta foi apontado que:

“[...] considera-se importante sublinhar que se observa que a motivação para este tipo de trabalho, a manipulação do ambiente de Geometria Dinâmica, a linguagem matemática utilizada nas conclusões elaboradas pelos alunos e a percepção de que o arraste dos objetos lhes permite investigar sobre invariantes têm apresentado uma evolução bastante considerável pelo que será dada continuidade a tarefas desta natureza, pelas vantagens que elas representam na aprendizagem com significado por parte dos alunos, em alguns conteúdos, face ao papel do caderno diário”. (p. 74)

## **Artigo 8**

Título: Uso de imagens contextualizadas para apoiar a compreensão conceitual dos lugares geométricos

Autores: Gilson Braviano, Raquel Martinelli

---

Outro artigo que se refere ao desenvolvimento do **pensamento geométrico** é o apresentado por Braviano e Martinelli (2015). No estudo destes autores foi realizada uma pesquisa com estudantes do curso de Licenciatura em Matemática. Três (3) exercícios sobre Lugares Geométricos foram relatados. Estes exercícios, desenvolvidos pelos autores foram contextualizados a situações reais. Os conceitos abordados nos três (3) exercícios foram: mediatriz, bissetriz e arco capaz. As situações contextualizadas nos problemas foram apresentadas através de imagens sobre as quais os estudantes trabalharam manualmente. No âmbito deste estudo, um questionário final com os estudantes foi realizado. Através deste questionário os autores realizaram algumas análises estatísticas. Identificaram que os problemas foram considerados interessantes, de fácil compreensão e colaboraram para a compreensão dos conceitos abordados. De forma que os resultados desta experiência foram positivos.

## Artigo 9

Título: O processo didático na disciplina de representação gráfica na graduação de Design de Interiores no Brasil

Autores: Silvana Rocha Brandão Machado, Nara Iwata

---

Este artigo de Machado e Iwata (2015) apresenta a experiências das autoras com o ensino de desenho técnico e de edificação para estudantes do curso de *Design* de Interiores. As autoras relataram a realização de uma pesquisa com os estudantes na qual observaram que muitos deles jamais haviam estudado desenho previamente embora todos reconhecessem a importância desta matéria para a profissão. As autoras reforçaram a ideia de que os recursos tecnológicos devem ser explorados no ensino sem, entretanto, depositar nestes recursos a possibilidade de solucionarem as questões relativas ao desenho como a “**visualização do objeto no espaço**” (MACHADO e IWATA, 2015, p. 323). A metodologia aplicada, também apresentada no **Graphica** de 2011<sup>11</sup>, refere-se ao uso de ambos instrumentos manuais e digitais de representação e o emprego de malhas ortogonais e isométricas. Outras questões também foram respondidas por estudantes que já haviam cursado a disciplina no intuito de identificar pontos positivos e negativos da metodologia referida. A preferência dos estudantes pela representação em CAD foi revelada, entretanto se revelou ainda maior entre os estudantes que não haviam cursado a disciplina. As maiores dificuldades foram reveladas com relação à representação de cortes em qualquer um dos meios (manual ou digital). Segundo as autoras “isso demonstra a grande dificuldade dos alunos quanto à **visualização dos objetos**” (MACHADO e IWATA, 2015, p. 324). Os estudantes demonstraram uma necessidade de ampliação de carga horária e extensão dos estudos do 2D para o 3D. Conforme já haviam apontado em 2011, as autoras reforçaram que, com o método que vêm empregando, os estudantes se instrumentaram com o desenho 2D em meio digital e “desenvolveram o

---

<sup>11</sup> MACHADO, S. R. B. A compatibilização do ensino tradicional de desenho com as novas tecnologias. In: IX Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 20º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. Rio de Janeiro: LEMATEC. 2011.

**raciocínio espacial** [...] com os fundamentos teóricos do desenho técnico” (MACHADO e IWATA, 2015, p. 327).

## **Artigo 10**

Título: Modelagem geométrica 3D como instrumento para percepção visuoespacial, análise e projeção de áreas urbanas: uma experiência didático-pedagógica

Autores: Rejane de Moraes Rêgo, Patrícia Porto Carreiro

---

Este estudo de Rêgo e Carreiro (2015) se refere ao contexto de formação de Arquitetura e Urbanismo. A experiência relatada envolveu modificações organizadas no âmbito da implantação de novo projeto pedagógico do curso. Uma das questões presentes no PPC, segundo as autoras, foi a abordagem das três (3) escalas de projeto (edifício, paisagem, cidade) concomitantemente. Esta ideia substituiu a anterior que organizava sequências projetuais com relação à escala e complexidade. Nesse sentido, desde o início do curso estão presentes questões relativas à cidade. As autoras apontaram “a necessidade de potencializar a **percepção visuoespacial** do estudante” desde os estágios iniciais em função da sua importância para o desenvolvimento de projeto. Ademais indicaram que “o estudo e representação de formas tridimensionais são mais adequados para tal” (RÊGO e CARREIRO, 2015, p. 115). Dessa forma a sequência de ensino proposta parte de representações tridimensionais desde o 1º semestre do curso. A disciplina em questão era de Informática Aplicada à Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo I. Iniciar por representações tridimensionais, segundo as autoras, possibilitaria “uma maior proximidade com a experiência cotidiana do aluno” e também deixaria para outro momento “a compreensão da abstração das representações bidimensionais”. Sobre o emprego da modelagem geométrica 3D, as autoras apontaram um estudo prévio de autoria de Rêgo<sup>12</sup> onde a utilização deste recurso e do desenho à mão livre foram experimentados também com estudantes iniciantes. Naquele estudo, segundo elas, os resultados sinalizaram que o método auxiliou o

---

<sup>12</sup> Rêgo, R. (2011). *Educação gráfica e projeção arquitetônica – as relações entre a capacidade visuográfica tridimensional e a utilização da modelagem geométrica 3D*. São Paulo, Brasil: Edgard Blücher.

desenvolvimento da **percepção visuoespacial** e, quanto às tecnologias de representação, indicou que a aplicação de ambos recursos digitais e manuais “em processo de retroalimentação” são ainda mais efetivos do que “uma ordem sequencial de uso de instrumentos e técnicas” (RÊGO e CARREIRO, 2015, p. 116). Em relação a esta pesquisa anterior e à metodologia referida neste artigo as autoras observaram:

“Compreende-se que corrobora com constatações da pesquisa anterior quanto à possibilidade de introdução de conceitos de Geometria Projetiva por meio do uso de ferramentas de modelagem geométrica 3D (mesmo não sendo este um objetivo da experiência e nem da disciplina) e, principalmente, pelo desafio de resolução de problemas concretos de representação de formas tridimensionais”. (RÊGO e CARREIRO, 2015, p. 116)

Os procedimentos relatados por Rêgo e Carreiro (2015) revelaram o emprego de modelagem 3D com *SketchUp*, de modo colaborativo, para representação do contexto urbano da disciplina de projeto. Com relação à **percepção visuoespacial**, segundo as autoras, os resultados foram entendidos como positivos, porém avanços foram realizados para ampliar a compreensão do espaço urbano acrescentando outras informações e criando mapas temáticos georreferenciados que dão suporte à disciplina de projeto e reforça o caráter interdisciplinar da proposta.

## **Artigo 11**

Título: O lugar da geometria descritiva no ensino de estudo da forma para arquitetura e urbanismo

Autores: Juliane Fonseca, Antônio Colchete Filho, Frederico Braidá

---

O artigo de Fonseca, Colchete Filho e Braidá (2015) revelou experiência didática dos autores envolvendo o ensino de **geometria descritiva** num contexto de formação de arquitetura a partir do entendimento que o ensino da **GD** deve ser contextualizado à formação profissional. A experiência se desenvolveu na disciplina de Estudo da Forma que tinha como objetivo geral “possibilitar a construção de repertório propício ao desenvolvimento das competências relacionadas com a **percepção espacial** e com a manipulação formal em

Arquitetura e Urbanismo, [...]” (FONSECA, COLCHETE FILHO e BRAIDA, 2015, p. 210). Segundo os autores, o estudo da **GD** é contemplado pelo primeiro módulo dos três (3) que estruturam a disciplina: introdução e fundamentos do estudo da forma. Os autores revelaram na descrição da experiência, o emprego de construções com planos seriados como fio condutor do módulo. As noções básicas da **GD** foram introduzidas em aula após a construção da estrutura com planos seriados e a representação de vistas destas estruturas, mediante o emprego de instrumentos tradicionais de desenho. Atividades envolvendo planificação de sólidos também foram relatadas pelos autores do artigo que indicaram o emprego de modelos físicos como positivo sob alguns aspectos como a “**percepção espacial**” e “a execução das vistas ortográficas [...] facilitada pela possibilidade de manipulação do modelo” (FONSECA, COLCHETE FILHO e BRAIDA, 2015, p. 216).

## **Artigo 12**

Título: *Un proyecto de innovación docente para la Geometría Descriptiva*

Autores: Antonio Álvaro Tordesillas, Marta A. Rodríguez, Noelia Galván Desvaux

---

Tordesillas, Rodríguez e Desvaux (2015), adivindos de um contexto de ensino de arquitetura na Espanha, referiram-se em seu estudo a uma proposta de inovação da disciplina de **Geometria Descritiva** que seguia o mesmo programa e metodologia há vinte e cinco (25) anos. Observaram que o programa de ensino da disciplina era clássico, os exercícios repetiam-se todos os semestres e o professor era o centro do processo. Os autores entenderam que, embora os conteúdos da geometria fossem os mesmos, a maneira de ensinar poderia ser revisada e nesse sentido as novas tecnologias poderiam contribuir. Na nova proposta revelaram empregar como recurso de modelagem tridimensional digital o *software SketchUp*, porém não com intenção de que este se caracterizasse como substituto ao meio manual de representação bidimensional, mas como recurso para auxiliar a **compreensão espacial** facilitando a **visualização**. O uso de uma plataforma de ensino à distância

também foi relatado, ampliando as interações entre aluno e professor. Situação que, segundo os autores, também foi potencializada pelo *software* de modelagem que requer maior participação de ambos professor e aluno no processo de ensino. Ainda com relação ao emprego da modelagem tridimensional digital, os autores relataram que puderam se dedicar mais aos aspectos da geometria em si. Segundo eles, conteúdos não se perdem, entretanto com o aporte da representação tridimensional digital devem ser vistos de outra maneira. Os autores relataram que trabalhar desta forma também os permitiu avançar mais rápido em alguns conteúdos devido à **redução da complexidade** que exigia o desenho manual. Assim, revelaram avançar para outros conteúdos que antes não podiam ser ensinados e dessa forma, aproximar mais a geometria da arquitetura. A metodologia relatada por eles foi estruturada a partir de três objetivos contemplados na descrição relatada: proporcionar maior envolvimento do aluno com a disciplina; empregar novas tecnologias; e revisar o programa da disciplina de forma a aproximar do fazer arquitetônico. Os autores observaram que a disciplina ainda se organiza em torno dos sistemas de projeção. Os mesmos, entretanto, revelaram acreditar que esta situação futuramente mudaria. O foco deveria estar no objeto, no entendimento das relações de suas partes e de sua posição em relação a outros objetos e no espaço. Assim apontaram que “não é a peça que se introduz em um sistema de referência, mas este que se introduz no espaço onde se encontra a peça” (TORDESILLAS, RODRÍGUEZ e DESVAUX, 2015, p. 194, tradução da autora).

### **Artigo 13**

Título: Experiências inovadoras em ensino e pesquisa da Geometria Descritiva

Autores: Fábio Teixeira, Tânia da Silva, Régio da Silva, Fernando Bruno

---

Teixeira et al. (2015) relataram neste artigo algumas iniciativas para o ensino de **Geometria Descritiva** organizadas pelo grupo de estudos em que atuam. As iniciativas relatadas configuraram “uma abordagem de aprendizagem baseada em projetos” (TEIXEIRA, SILVA, et al., 2015, p. 467). Duas abordagens

teóricas foram apresentadas pelos autores: a que envolve a aprendizagem baseada em projetos; e a que se refere à modelagem física e virtual. A primeira envolve um processo de ensino contextualizado em determinadas situações expostas e configura-se por um processo colaborativo, interdisciplinar e construtivista. A segunda se refere à modelagem, física ou digital, como meio de representação da realidade, que permite conhecer e representar o objeto real. As iniciativas desenvolvidas no âmbito deste grupo foram relatadas pelos autores. Estas iniciativas envolveram: a criação de um livro eletrônico (*HyperCAL<sup>GD</sup>*) para estudo de superfícies com conteúdos textuais, vídeos, animações bidimensionais e tridimensionais, além de modelos interativos em realidade virtual; um AVA (*HyperCAL online*) que empregava conceito de “objetos de aprendizagem para a distribuição de conteúdo de forma flexível para atender aos diferentes estilos cognitivos dos usuários”; um *software* interativo (*HyperCAL<sup>3D</sup>*) para ensino de **GD** que permite a construção de objetos e simula os processos da **Geometria Descritiva**; e os “apoios empírico-concretos” que compreendem recurso didático de blocos modulares (TEIXEIRA, SILVA, *et al.*, 2015, p. 471 e 472). Esta última iniciativa, segundo os autores, teve como objetivo “[...] completar um ciclo de experiências para criar um percurso de aprendizagem que contemplasse a ação e a reflexão nos níveis concreto, virtual e abstrato [...]” (TEIXEIRA, SILVA, *et al.*, 2015, p. 472). Entretanto, os autores acrescentaram que a contribuição mais considerável deste recurso possivelmente fosse “a compreensão, através da reflexão na ação na manipulação de formas concretas, das relações abstratas entre a geometria dos objetos no espaço tridimensional e a sua representação no sistema de dupla projeção na *épura*” (TEIXEIRA, SILVA, *et al.*, 2015, p. 473). Na proposta destes autores a modelagem (etapa 1, auxiliada pelos apoios empírico-concretos) é ponto inicial da etapa de projeto, seguidas de representação (etapa 2), alteração (etapa 3) e planificação (etapa 4), tendo a etapa final caracterizada pela prototipagem (etapa 5). Segundo os autores, estes projetos devem seguir requisitos dados. A fase de representação é realizada no *software* referido *HyperCAL<sup>3D</sup>*. Teixeira et al. (2015) apontaram o papel integrador dos apoios empírico-concretos:

“A aplicação deste material didático integra as demais iniciativas, proporcionando um aporte de recursos que permitem: a experiência concreta, pela criação dos modelos físicos; o trabalho e aprendizagem colaborativa, através do projeto desenvolvido em grupo e com a

utilização do *HyperCAL online*; a modelagem e a experimentação virtual, através do *HyperCAL<sup>3D</sup>* e a abstração, reforçadas pela experiência concreta proporcionada pela planificação através de métodos da **GD** e construção da maquete, consolidando a aprendizagem baseada em projetos”. (TEIXEIRA, SILVA, *et al.*, 2015, p. 473)

## Artigo 14

Título: *HyperCAL<sup>3D</sup>*: aplicações no ensino de Geometria Descritiva

Autores: Fábio Teixeira, Sérgio dos Santos

---

Em 2015 Teixeira e Santos (2015) referiram-se novamente ao *software HyperCAL<sup>3D</sup>*. Na comunicação anterior os autores focaram no relato das principais características do *software* e método empregado na sua implementação (TEIXEIRA e SANTOS, 2013). Neste momento (**Graphica** 2015) foi apresentado como o *software* é empregado na solução de problemas de **Geometria Descritiva**. Um dado que foi apontado neste momento é que a construção da geometria é feita por “coordenadas dos vértices e das conectividades das faces”. O motivo deste modo de entrada de dados, segundo os autores, deve-se ao entendimento de que o sistema não objetiva substituir o desenho manual. Os autores entendem que “o uso de coordenadas reforça o aprendizado de sistemas de referência, que é uma das bases da **GD**” (TEIXEIRA e SANTOS, 2015, p. 455). Entre os problemas de **GD** referidos foi mencionada a construção de Vistas Auxiliares (VA). Nesta situação o procedimento que corresponde à mudança de plano é realizado através do posicionamento de um plano auxiliar de projeção. Os autores se referiram à importância desta ferramenta:

“As aplicações de VA são fundamentais no projeto geométrico, pois permitem obter parâmetros de forma e posição de elementos, como também possibilita a intervenção para a definição ou alteração da geometria através do posicionamento adequado do observador para atuar em planos que, de outra forma, estariam inacessíveis”. (TEIXEIRA e SANTOS, 2015, p. 456)

Também se referiram ao procedimento para obtenção de Verdadeira Grandeza (VG) que também é realizado empregando um novo plano de projeção, agora, paralelo à uma das projeções da reta que se quer obter a VG.

Entretanto, segundo os autores, neste momento, cabe ao usuário avaliar se o novo plano deve ser: um novo plano frontal ou um novo plano horizontal. Quanto à obtenção de perspectivas axonométricas, segundo os autores, estas vistas não são usuais em **GD**, mas “apresentam maior relação com o mundo **concreto** e com os conhecimentos prévios dos alunos”, configurando situações que requerem “menor grau de abstração para a compreensão da geometria dos objetos” (TEIXEIRA e SANTOS, 2015, p. 459). Por isto, referiram-se à construção destas representações, que também podem ser obtidas no *HyperCAL<sup>3D</sup>*, mediante processo de obtenção de vistas auxiliares, porém, requer sucessivas operações até a obtenção da vista pretendida. Outro problema que foi referido foi a obtenção de vistas principais. Estas também obtidas mediante realização de vistas auxiliares sucessivas. Os autores ainda apontaram o uso do *software* para a realização do método da rotação.

## **Artigo 15**

Título: O agir na urgência e o decidir na incerteza: entre métodos e tecnologias de representação gráfica

Autores: Tatiane Nogueira, Adriane Borda, Luísa Félix, Tássia Vasconcelos

---

Neste artigo de Nogueira et al. (2015) foram relatadas experiências de ensino de **Geometria Descritiva** também num contexto de formação de arquitetos. Este estudo apontou para a crença de que já existam tecnologias disponíveis para novamente alterar o paradigma da representação, através da conexão entre representação gráfica e algébrica. As autoras apresentaram um conjunto de estratégias empregadas com “intuito de promover apropriação dos conceitos de Geometria Projetiva” (NOGUEIRA, BORDA, *et al.*, p. 309). Entre estas estratégias destaca-se o desenho paramétrico, através do qual buscou-se desenvolver conceitos de Geometria Projetiva e controle da forma, aliando este recurso a formas físicas com modelos de papel. Uma sequência de experiências foi promovida com os estudantes implicando no emprego de diferentes meios de representação, de modo que se evidenciassem as potencialidades e limitações

da cada. Os conteúdos envolveram projeções cotadas e o método bi-projetivo Mongeano, especialmente através do estudo de poliedros. No contexto desta disciplina, as autoras relataram empregar o tema de coberturas para o desenvolvimento de atividades. As mesmas apontaram que em experiências prévias iniciava-se pelo conteúdo de projeções cotadas e o estudo do método Mongeano se desenvolvia na sequência. Entretanto, com o objetivo de que se vislumbrem as limitações de cada método, foi experimentado o desenvolvimento de ambos em paralelo. As atividades tiveram como ponto de partida situações concretas (poliedros associados às coberturas). Nestas atividades foram relatadas a representação bidimensional manual através dos dois métodos (projeção cotada e bi-projetivo Mongeano) e, simultaneamente, a construção de maquetes de papel. Os modelos de papel têm o objetivo de contribuir para o desenvolvimento da **visualização espacial**. Nesse contexto, as atividades com desenho paramétrico, associadas à modelos de papel, foram desenvolvidas numa espécie de jogo no qual as dobraduras realizadas deveriam obedecer à algumas regras. No ambiente digital, as restrições para o jogo foram estruturadas pelas professoras através do *plugin Grasshopper* no software *Rhinoceros*. Com a estratégia, os estudantes manipularam os parâmetros ao mesmo tempo em que visualizaram a forma resultante de forma dinâmica. O objetivo foi estruturar no ambiente digital a forma projetada previamente com a dobradura. Como registro da atividade os estudantes realizaram as representações manuais através dos métodos de projeção cotada e bi-projetivo Mongeano, além da construção dos modelos digitais em dois momentos: com representação em *software* de modelagem tridimensional (*SketchUp*); e através do desenho paramétrico. Além destas atividades as autoras relataram o emprego de um AVA como apoio à disciplina. Com este recurso as atividades foram registradas e os conteúdos disponibilizados aos estudantes. As autoras relataram também a experimentação de desenvolvimento de vídeos como material de apoio ao ensino. O recurso do AVA foi empregado com o intuito de melhor contribuir para os diferentes perfis de estilos de aprendizagem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAVIANO, G.; MARTINELLI, R. Uso de imagens contextualizadas para apoiar a compreensão conceitual dos lugares geométricos. In: III APROGED'S International Conference [e] XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Porto: APROGED. 2015. p. 103-112.

FONSECA, J.; COLCHETE FILHO, A.; BRAIDA, F. O lugar da geometria descritiva no ensino de estudo da forma para arquitetura e urbanismo. In: III APROGED'S International Conference [e] XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Porto: APROGED. 2015. p. 209-220.

GANI, D. C. As lições de Monge e a arte de resolver problemas. In: III APROGED'S International Conference [e] XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Porto: APROGED. 2015. p. 91-102.

IVANÓSKI, G. Desenho manual: uma experiência didática. In: III APROGED'S International Conference [e] XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Porto: APROGED. 2015. p. 329-336.

LOPES, A. V. F. E.; CARNEIRO-DA-CUNHA, M.; GUSMÃO, M. B. R. Mapeando dificuldades de ensino-aprendizagem do desenho técnico nos alunos de Engenharia. In: III APROGED'S International Conference [e] XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Porto: APROGED. 2015. p. 239-246.

MACHADO, S. R. B.; IWATA, N. O processo didático na disciplina de representação gráfica na graduação de Design de Interiores no Brasil. In: III APROGED'S International Conference [e] XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Porto: APROGED. 2015. p. 321-328.

MELO, S. S.; BARRETO, H. T. N.; SILVA, K. A. A passagem da situação real ao modelo geométrico em exercícios de Geometria Gráfica Tridimensional 1. In: III APROGED'S International Conference [e] XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Porto: APROGED. 2015. p. 299-308.

NOGUEIRA, T.; BORDA, A.; FÉLIX, L.; VASCONSELOS, T. O agir na urgência e o decidir na incerteza: entre métodos e tecnologias de representação gráfica. In: III APROGED'S International Conference [e] XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Porto: APROGED. 2015. p. 309-318.

Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Porto: APROGED. 2015. p. 307-317.

RÊGO, R. D. M.; CARREIRO, P. P. Modelagem geométrica 3D como instrumento para percepção visuoespacial, análise e projeção de áreas urbanas: uma experiência didático-pedagógica. In: III APROGED'S International Conference [e] XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Porto: APROGED. 2015. p. 113-122.

RÉZIO, A. S. Tarefas em ambiente de geometria dinâmica. In: III APROGED'S International Conference [e] XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Porto: APROGED. 2015. p. 65-75.

TEIXEIRA, F.; SILVA, T.; SILVA, R.; BRUNO, F. Experiências inovadoras em ensino e pesquisa da Geometria Descritiva. In: III APROGED'S International Conference [e] XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Porto: APROGED. 2015. p. 465-475.

TEIXEIRA, F. G.; SANTOS, S. L. HyperCAL3D: Aplicações no ensino de Geometria Descritiva. In: III APROGED'S International Conference [e] XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Porto: APROGED. 2015. p. 453-463.

TEIXEIRA, F. G.; SANTOS, S. L. S. HyperCAL3D, um sistema inovador para auxílio ao processo de ensino de geometria descritiva. In: XXI Simpósio de Geometria Descritiva e Desenho Técnico e X Internacional Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2013, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: CCE-UFSC. 2013.

TORDESILLAS, A. Á.; RODRÍGUEZ, M. A.; DESVAUX, N. G. Un proyecto de innovación docente para la geometría descriptiva. In: III APROGED'S International Conference [e] XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Porto: APROGED. 2015. p. 189-198.

TOSTE, B. L.; NOVAL, M. B. S.; VIANNA, S. S.; IZAR, S. B. Trabalhando com as transformações pontuais na educação básica. In: III APROGED'S International Conference [e] XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Porto: APROGED. 2015. p. 123-131.

UENO, T. R. Diretrizes construtivas para origami arquitetônico de 90 graus. In: XX Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico [e] Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. 2011,

Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola de Belas Artes. 2011.

YAMADA, T. R. U. O uso do Kirigami 3D na disciplina de Geometria Descritiva. In: III APROGED'S International Conference [e] XI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. 2015, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Porto: APROGED. 2015. p. 441-452.

## Apêndice F

Tabela: Distribuição dos artigos estudados em relação às categorias identificadas

Categorias/Subcategorias		GRAPHICA 1996	GRAPHICA 2011	GRAPHICA 2013	GRAPHICA 2015
1	Revelam teorias de base epistemológica, psicológica e de neurociências com alusões aos processos de ensino/aprendizagem	Rodrigues (1996); Rosa, Ulbricht e Simioni (1996); Rosa e Gontijo (1996); Almeida et al. (1996); Wanderlinde e Pereira (1996)	Pereira, Duarte e Lopes (2011); Lima (2011); Silva, Silva e Santos (2011); Telles, Góes e Góes (2011)	Neves Júnior et al. (2013); Rodrigues e Rodrigues (2013)	Lopes, Carneiro-da-cunha e Gusmão (2015); Yamada (2015)
	Apontam a importância do desenvolvimento das habilidades espaciais durante todo o desenvolvimento do estudante	Kopke (1996)	Silva, Silva e Santos (2011); Telles, Góes e Góes (2011)	Neves Júnior et al. (2013)	Toste et al. (2015)
	Revelam lógica de encadeamento de conteúdos			Soares e Patek (2013)	
2	Revisões no método Mongeano	Lima Filho e Chagas (1996)		Eymar et al. (2013)	Gani (2015)
	Abordagens que iniciam pelos estudos tridimensionais			Souza (2013); Eymar et al. (2013)	Rêgo e Carreiro (2015)
	Situações concretas proporcionadas pela construção do objeto no espaço digital		Vaz, Andrade e Silva (2011); Vasconcellos, Borda e Panisson (2011); Pires et al. (2011)	Souza (2013); Eymar et al. (2013)	Rêgo e Carreiro (2015); Teixeira et al. (2015)
	Situações concretas proporcionadas pela experiência física/manipulação de objetos	Rosa, Ulbricht e Simioni (1996); Rosa e Gontijo (1996)	Silva, Silva e Santos (2011); Telles, Góes e Góes (2011); Buery et al. (2011); Rodrigues, Rodrigues e Carvalho (2011)	Neves Júnior et al. (2013); Rodrigues e Rodrigues (2013); Dalla Vecchia, Dametto e Vasconcellos (2013)	Fonseca, Colchete Filho e Braida (2015)
	Abordagem concreta por meio de construção de maquetes		Silva, Alves e Sampaio (2011); Vasconcellos, Borda e Panisson (2011); Ueno (2011); Lima, Carvalho e Oliveira (2011)	Eymar et al. (2013)	Yamada (2015); Teixeira et al. (2015); Nogueira et al. (2015)
Abordagens interdisciplinares e/ou contextualizadas com a formação profissional		Lima (2011); Silva, Silva e Santos (2011); Buery et al. (2011); Vaz, Andrade e Silva (2011); Vasconcellos, Borda e Panisson (2011); Pires et al. (2011); Rodrigues, Rodrigues e Carvalho (2011); Lima, Carvalho e Oliveira (2011)	Eymar et al. (2013); Dalla Vecchia, Dametto e Vasconcellos (2013); Pereira e Vaz (2013)	Melo, Barreto e Silva (2015); Toste et al. (2015); Rêgo e Carreiro (2015); Fonseca, Colchete Filho e Braida (2015); Tordesillas, Rodríguez e Desvaux (2015); Teixeira et al. (2015)	
3	Emprego de recursos tecnológico-computacionais para romper com o ensino tradicional	Wanderlinde e Pereira (1996)			
	Emprego de recursos tecnológico-computacionais para atender aos diferentes estilos de aprendizagem	Wanderlinde e Pereira (1996)	Ledo e Ulbricht (2011)		Teixeira et al. (2015)
	Emprego de recursos gráfico-computacionais para representações bidimensionais		Machado (2011)	Dalla Vecchia, Dametto e Vasconcellos (2013) Eymar et al. (2013)	Machado e Iwata (2015)
	Emprego de recursos gráfico-computacionais para reconstituição das situações espaciais: modelagem tridimensional digital	Lopes e Almeida (1996)	Vaz, Andrade e Silva (2011); Vasconcellos, Borda e Panisson (2011); Pires et al. (2011); Alves, Costa e Cardoso (2011); Lima, Carvalho e Bezerra (2011); Soares e Lima (2011); Soares (2011)	Souza (2013); Eymar et al. (2013)	Rêgo e Carreiro (2015); Tordesillas, Rodríguez e Desvaux (2015); Nogueira et al. (2015)
	Emprego de recursos digitais para estudo da geometria mediante preservação de parâmetros	Loureiro (1996); Braviano, Ulbricht e Vieira (1996)	Alves, Costa e Cardoso (2011); Lima, Carvalho e Bezerra (2011); Lima, Carvalho e Oliveira (2011)	Rodrigues e Rodrigues (2013, p. 2); Pereira e Vaz (2013); Eymar et al. (2013)	Toste et al. (2015); Nogueira et al. (2015)
	Ensino de noções das operações matemáticas de criação/funcionamento do software	Todeschini e Ulbricht (1996)	Castelan e Fritzen (2011)		
	Exploração das potencialidades de processamento do computador para reproduzir os processos descritivos na máquina	Souza Filho (1996)		Teixeira e Santos (2013)	Teixeira et al. (2015); Teixeira e Santos (2015)
	Exploração de diferentes interfaces para desenvolvimento de recursos auxiliares ao ensino de geometria			Pereira, Pinheiro e Vaz (2013)	
Revelam importância da alternância entre meios manuais e digitais de representação		Vasconcellos, Borda e Panisson (2011); Machado (2011)		Nogueira et al. (2015)	
4	Experiências que revelam preservadas características do ensino tradicional/clássico de desenho/geometria	Kopke (1996), Lima Filho e Chagas (1996)	Silva, Alves e Sampaio (2011); Vaz, Andrade e Silva (2011); Vasconcellos, Borda e Panisson (2011); Pires et al. (2011); Machado (2011); Ueno (2011)	Soares e Patek (2013); Dalla Vecchia, Dametto e Vasconcellos (2013); Souza (2013, p. 2); Eymar et al. (2013)	Ivanóski (2015); Machado e Iwata (2015); Fonseca, Colchete Filho e Braida (2015); Nogueira et al. (2015)
5	Experiências que revelam associar representação gráfica e algébrica	Loureiro (1996); Braviano, Ulbricht e Vieira (1996)	Rodrigues, Rodrigues e Carvalho (2011); Castelan e Fritzen (2011)	Rodrigues e Rodrigues (2013); Pereira e Vaz (2013); Eymar et al. (2013)	Toste et al. (2015); Nogueira et al. (2015)

Fonte: Autoria própria

## Apêndice G

Tabela: Contextualização de experiências como discente e docente em relação às categorias de práticas didáticas identificadas

Categorias/Subcategorias		GRAPHICA 1996	2000-2001	2002-2007	GRAPHICA 2011	2012-2014	GRAPHICA 2013	2013-2014	2014	GRAPHICA 2015
1	Revelam teorias de base epistemológica, psicológica e de neurociências com alusões aos processos de ensino/aprendizagem	Rodrigues (1996); Rosa, Ulbricht e Simioni (1996); Rosa e Gontijo (1996); Almeida et al. (1996); Wanderlinda e Pereira (1996)			Pereira, Duarte e Lopes (2011); Lima (2011); Silva, Silva e Santos (2011); Telles, Góes e Góes (2011)		Neves Júnior et al. (2013); Rodrigues e Rodrigues (2013)			Lopes, Carneiro-da-cunha e Gusmão (2015); Yamada (2015)
	Apontam a importância do desenvolvimento das habilidades espaciais durante todo o desenvolvimento do estudante	Kopke (1996)			Silva, Silva e Santos (2011); Telles, Góes e Góes (2011)		Neves Júnior et al. (2013)			Toste et al. (2015)
	Revelam lógica de encadeamento de conteúdos						Soares e Patek (2013)			
2	Revisões no método Mongeano	Lima Filho e Chagas (1996)					Eymar et al. (2013)			Gani (2015)
	Abordagens que iniciam pelos estudos tridimensionais						Souza (2013); Eymar et al. (2013)			Rêgo e Carreiro (2015)
	Situações concretas proporcionadas pela construção do objeto no espaço digital				Vaz, Andrade e Silva (2011); Vasconcellos, Borda e Panisson (2011); Pires et al. (2011)		Souza (2013); Eymar et al. (2013)		Experiência estágio docência GGD2/FaUrb	Rêgo e Carreiro (2015); Teixeira et al. (2015)
	Situações concretas proporcionadas pela experiência física/manipulação de objetos	Rosa, Ulbricht e Simioni (1996); Rosa e Gontijo (1996)	Experiência discente de formação em Desenho Industrial		Silva, Silva e Santos (2011); Telles, Góes e Góes (2011); Buery et al. (2011); Rodrigues, Rodrigues e Carvalho (2011)	Experiência docente Edificações	Neves Júnior et al. (2013); Rodrigues e Rodrigues (2013); Dalla Vecchia, Dametto e Vasconcellos (2013)	Experiência docente Engenharia Química		Fonseca, Colchete Filho e Braida (2015)
	Abordagem concreta por meio de construção de maquetes				Silva, Alves e Sampaio (2011); Vasconcellos, Borda e Panisson (2011); Ueno (2011); Lima, Carvalho e Oliveira (2011)		Eymar et al. (2013)		Experiência estágio docência GGD2/FaUrb	Yamada (2015); Teixeira et al. (2015); Nogueira et al. (2015)
Abordagens interdisciplinares e/ou contextualizadas com a formação profissional			Experiência discente de formação em arquitetura	Lima (2011); Silva, Silva e Santos (2011); Buery et al. (2011); Vaz, Andrade e Silva (2011); Vasconcellos, Borda e Panisson (2011); Pires et al. (2011); Rodrigues, Rodrigues e Carvalho (2011); Lima, Carvalho e Oliveira (2011)	Experiência docente Edificações	Eymar et al. (2013); Dalla Vecchia, Dametto e Vasconcellos (2013); Pereira e Vaz (2013)	Experiência docente Engenharia Química	Experiência estágio docência GGD2/FaUrb	Melo, Barreto e Silva (2015); Toste et al. (2015); Rêgo e Carreiro (2015); Fonseca, Colchete Filho e Braida (2015); Tordesillas, Rodríguez e Desvaux (2015); Teixeira et al. (2015)	

Fonte: Autoria própria

Tabela: Contextualização de experiências como discente e docente em relação às categorias de práticas didáticas identificadas (continuação)

Categorias/Subcategorias		GRAPHICA 1996	2000-2001	2002-2007	GRAPHICA 2011	2012-2014	GRAPHICA 2013	2013-2014	2014	GRAPHICA 2015
3	Emprego de recursos tecnológico-computacionais para romper com o ensino tradicional	Wanderlinde e Pereira (1996)								
	Emprego de recursos tecnológico-computacionais para atender aos diferentes estilos de aprendizagem	Wanderlinde e Pereira (1996)			Ledo e Ulbricht (2011)					Teixeira et al. (2015)
	Emprego de recursos gráfico-computacionais para representações bidimensionais				Machado (2011)		Dalla Vecchia, Dametto e Vasconcellos (2013)	Experiência docente Engenharia Química		Machado e Iwata (2015)
	Emprego de recursos gráfico-computacionais para reconstrução das situações espaciais: modelagem tridimensional digital	Lopes e Almeida (1996)			Vaz, Andrade e Silva (2011); Vasconcellos, Borda e Panisson (2011); Pires et al. (2011); Alves, Costa e Cardoso (2011); Lima, Carvalho e Bezerra (2011); Soares e Lima (2011); Soares (2011)		Souza (2013); Souza (2013); Eymar et al. (2013)	Experiência docente Engenharia Química	Experiência estágio docência GGD2/FaUrb	Rêgo e Carreiro (2015); Tordesillas, Rodríguez e Desvaux (2015); Nogueira et al. (2015)
	Emprego de recursos digitais para estudo da geometria mediante preservação de parâmetros	Loureiro (1996); Braviano, Ulbricht e Vieira (1996)			Alves, Costa e Cardoso (2011); Lima, Carvalho e Bezerra (2011); Lima, Carvalho e Oliveira (2011)		Rodrigues e Rodrigues (2013, p. 2); Pereira e Vaz (2013); Eymar et al. (2013)		Experiência estágio docência GGD2/FaUrb	Toste et al. (2015); Nogueira et al. (2015)
	Ensino de noções das operações matemáticas de criação/funcionamento do <i>software</i>	Todeschini e Ulbricht (1996)			Castelan e Fritzen (2011, p. 2)					
	Exploração das potencialidades de processamento do computador para reproduzir os processos descritivos na máquina	Souza Filho (1996)					Teixeira e Santos (2013)			Teixeira et al. (2015); Teixeira e Santos (2015)
	Exploração de diferentes interfaces para desenvolvimento de recursos auxiliares ao ensino de geometria						Pereira, Pinheiro e Vaz (2013)			
	Revelam importância da alternância entre meios manuais e digitais de representação				Vasconcellos, Borda e Panisson (2011); Machado (2011)				Experiência estágio docência GGD2/FaUrb	Nogueira et al. (2015)
4	Experiências que revelam preservadas características do ensino tradicional/clássico de desenho/geometria	Kopke (1996)	Experiência discente de formação em Desenho Industrial	Experiência discente de formação em arquitetura	Silva, Alves e Sampaio (2011); Vaz, Andrade e Silva (2011); Vasconcellos, Borda e Panisson (2011); Pires et al. (2011); Machado (2011); Ueno (2011)	Experiência docente Edificações	Soares e Patek (2013); Dalla Vecchia, Dametto e Vasconcellos (2013); Souza (2013, p. 2); Eymar et al. (2013)	Docência Engenharia Química	Experiência estágio docência GGD2/FaUrb	Ivanóski (2015); Machado e Iwata (2015); Fonseca, Colchete Filho e Braida (2015); Nogueira et al. (2015)
5	Experiências que revelam associar representação gráfica e algébrica	Loureiro (1996); Braviano, Ulbricht e Vieira (1996)			Rodrigues, Rodrigues e Carvalho (2011); Castelan e Fritzen (2011, p. 2)		Rodrigues e Rodrigues (2013); Pereira e Vaz (2013); Eymar et al. (2013)		Experiência estágio docência GGD2/FaUrb	Toste et al. (2015); Nogueira et al. (2015)

Fonte: Autoria própria