



ESTRUTURAS GEOMÉTRICAS: EXPLORAÇÃO, ORGANIZAÇÃO E CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO

Ricardo Mendonça Rinaldi
UNESP – Universidade Estadual Paulista, PPGDI - FAAC
ricardomrinaldi@ig.com.br

Roberto Alcarria do Nascimento
Aniceh Farah Neves
UNESP - Universidade Estadual Paulista, Departamento de Artes e
Representação Gráfica - FAAC
alcarria@faac.unesp.br; aniceh@faac.unesp.br

RESUMO

Este artigo apresenta algumas atividades desenvolvidas na disciplina “Estruturas geométricas” do Programa de Pós-graduação em Desenho Industrial da UNESP. Os exercícios desenvolvidos têm por objetivo perceber as formas geométricas como modo de apreensão e organização do espaço e construir reflexões baseadas nas estruturas desenvolvidas.

Palavras-chave: educação gráfica, ensino, forma, representação gráfica.

ABSTRACT

This article presents some activities developed in the discipline "Geometric structures" of the Post graduation Program in Industrial Design of UNESP. The developed exercises have by objective to realize the geometric forms as apprehension and organization of the space and to build reflections based on developed structures.

Key words: graphic education, teaching, form, graphic representation.

1 Introdução

Uma das primeiras coisas que as crianças descobrem é que os objetos em seu entorno possuem materiais, formas, cores e tamanhos diferentes. Esses objetos, no entanto, estão dispostos de diferentes modos e, desde muito cedo, as pessoas lidam diariamente com a organização de elementos variados.

Profissões como Engenharia, Arquitetura, Design e áreas afins, exigem do profissional percepção, representação e raciocínio espacial. Essas habilidades, muitas vezes conquistadas

na vida cotidiana, têm seus procedimentos e técnicas potencializadas em cursos técnicos e superiores. Os profissionais da área de desenho não se dão conta de o quanto possuem aguçada sua percepção visual e a maioria destes, considera banal essa capacidade de imaginar e representar objetos, conclui RAMOS (2005).

Assim, este trabalho visa refletir sobre parte das atividades empregadas na disciplina “*Estruturas geométricas, infografia e educação*” do Programa de Pós-graduação em Desenho Industrial da Unesp (campus Bauru - SP) com o propósito de perceber as formas geométricas como uma maneira de apreensão e organização do espaço. A construção do pensamento também faz uso da computação gráfica com a finalidade de explorar as estruturas desenvolvidas.

As teorias versadas durante a disciplina são amplamente abordadas por autores como BARBOSA (2000), NASCIMENTO *et al.* (2000, 2005), RAMOS (2005), SILVA *et al.* (2000) e NEVES *et al.* (1999) que propõem reflexão e crítica sobre formas bi e tridimensionais, geração e organização do espaço, agrupamentos, seccionamentos, intersecções e o uso da informática na educação e na representação das formas desenvolvidas em sala de aula.

2 Novas informações visuais por meio das observações diárias

As atividades e reflexões apresentadas aqui têm como ponto de partida o grupo formado no primeiro semestre de 2007, constituído por arquitetos e designers. A procura da disciplina é ocasionada, muitas vezes, como suporte para os projetos de pesquisa que serão desenvolvidos junto ao Programa de Pós-graduação.

As discussões iniciais do grupo foram pautadas na relação educação *versus* informática. Como apresentado por BARBOSA (2000) as novas tecnologias são vistas, em geral, como *ferramentas*, que o aparato escolar deve aprender a utilizar, o que justifica, talvez, a associação que muitos professores fazem do termo “novas tecnologias” ao uso da televisão ou do computador em sala de aula.

As investigações foram colocadas em prática por intermédio de atividades programadas. Os exercícios realizados são sempre de grande valia para a fixação do conteúdo junto ao aluno em qualquer nível de aprendizado. Neste curso, é por meio dessas atividades que se pode vivenciar a transformação de uma simples forma em algo novo. A observação diária, aliada aos conhecimentos da geometria, pode ser transformada em uma nova informação visual.

A primeira atividade constituía-se em trabalhar com uma fração da área do quadrado como módulo e pesquisar as possibilidades de composição deste módulo a partir de simetrias. O resultado da atividade foi muito proveitoso. Cada aluno trouxe uma visão diferente sobre o mesmo enunciado e o desfecho disso foi uma série de figuras desenhadas a mão livre, manipuladas via computação gráfica e até mesmo, recortadas e agrupadas em forma de colagens.

Foi possível observar a diversidade de maneira bastante clara e ver que, mesmo em tempos de inovações tecnológica, um simples desenho feito em uma folha de papel ainda pode representar uma idéia com muita credibilidade. O experimento ressaltou o raciocínio espacial

no que diz respeito à organização e composição dos módulos. A Figura 1 e Figura 1a exemplificam, respectivamente, estudos feitos à mão e finalizados com a computação gráfica.

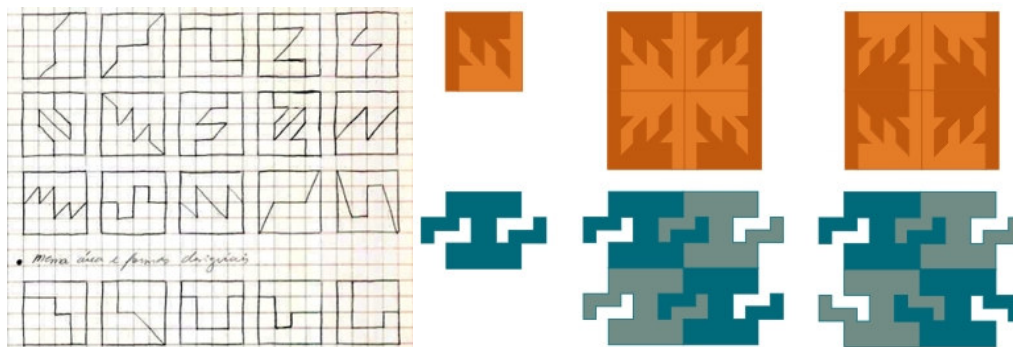


Figura 1e Figura 1a: Quadrados divididos por equivalência - possíveis composições

A tarefa seguinte explorava as transformações geométricas. A partir de um módulo ou figura geométrica básica era necessário aplicar uma razão constante, como apresentado nos exemplos da Figura 2.

A percepção, aliada a criatividade para o desenvolvimento de agrupamentos, foi essencial para o raciocínio de análise e comparação das figuras. Para o acabamento das estruturas geradas, a observação do cotidiano estimulou o pensamento crítico e a avaliação do que estava sendo desenhado, frente às regras da geometria.



Figura 2: Agrupamentos de módulos submetidos à razão constante

Os trabalhos produzidos reforçam as habilidades e capacidades que os alunos têm ao se deparar com a geometria, tanto nos estudos manuais como na prancheta eletrônica. A familiaridade com o desenho e com a informática não trouxe dificuldades no que diz respeito às técnicas empregadas. Porém, a principal preocupação dos discentes foi à criação e análise, ou

melhor, “o como” organizar de forma mais harmônica as figuras.

O seccionamento do cubo foi o primeiro passo ao se passar do plano bi para o tridimensional. A princípio, estudos foram realizados com o objetivo de conseguir cortes equivalentes e obter duas formas geométricas de mesmo volume. Com o desenho traçado sobre axonometrias de forma livre na prancheta convencional, os cortes foram manipulados com ferramentas eletrônicas. Estudos finalizados são apresentados na Figura 3.

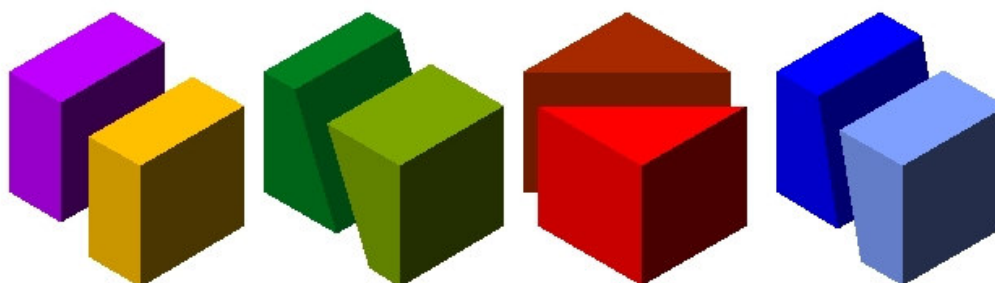


Figura 3: A secção do cubo em partes equivalentes – finalização em AutoCAD

O computador tem demonstrado grande eficiência como recurso de ensino, facilitando a visualização e a construção das formas. Mas é possível que apesar de construir um sólido no computador, ainda assim, o aluno não tenha clareza em relação de como este poderia ser representado em outro meio, contesta GROSSI (1999).

Esse argumento é reforçado por NEVES *et al.* (1999) que acredita que nos computadores os estudos já saem com aparência de definitivos, podendo ser criados sem nenhum critério geométrico, embora se trabalhe com a geometria. Os autores ainda replicam ao discutir que o computador mascara o acaso e pode dificultar a reflexão.

Assim, *softwares* de computação gráfica invadiram o cotidiano de profissionais, docentes e discentes sem que questionamentos acadêmicos, pedagógicos ou científicos fossem levantados, conclui SOARES (2005). Questões relacionadas com a computação gráfica são apontadas por NASCIMENTO *et al.* (2005): a própria Geometria Descritiva ainda tem sentido diante das novas tecnologias que permitem a modelagem virtual em 3D? A computação gráfica deve ser utilizada para a representação ortogonal de pontos, retas e planos? São questões a serem pensadas, discutidas e experimentadas em sala de aula.

Ainda com o seccionamento do cubo em cortes planejados é possível adquirir sólidos platônicos, que são poliedros regulares convexos. Gerar poliedros a partir de seccionamentos planos implica no domínio de outros conceitos em relação às formas espaciais, defende NASCIMENTO *et al.* (2000). O experimento foi realizado diretamente com o uso do computador, uma vez que os alunos do curso já estavam familiarizados com a computação gráfica.

Como apresentado por SILVA *et al.* (2000), o cubo, apesar de sua simplicidade e capacidade de ocupação plena dos espaços, é extremamente rico nas possibilidades de novas soluções espaciais e, quando submetido a intervenções, pode produzir uma infinidade de

novas formas tridimensionais.

As secções do cubo que resultaram em um octaedro e tetraedro são apresentadas na Figura 4 e Figura 4a.

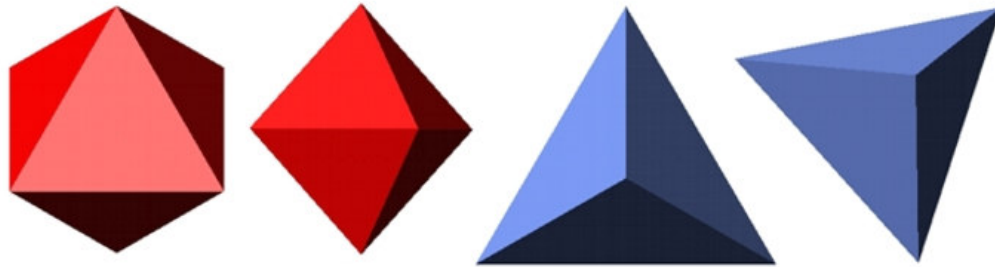


Figura 4 e Figura 4a: Octaedro obtido com a secção do cubo – tetraedro regular

Obter poliedros regulares a partir do seccionamento do cubo não é uma tarefa simples, principalmente em relação ao dodecaedro e ao icosaedro, expõe NASCIMENTO *et al.* (2000). O autor completa que mesmo quando se busca construir o tetraedro e o octaedro há a necessidade de conhecer as características geométricas da inscrição desses poliedros no cubo original.

Foram construídos, em um segundo momento de trabalho com formas tridimensionais, poliedros diversos. Com o cubo, por exemplo, a recomendação era obedecer a cortes planejados para se obter poliedros regulares e semi-regulares.

O trabalho foi executado como pedido, no entanto, os alunos também se sentiram tentados a promover cortes aleatórios e geraram sólidos únicos e totalmente irregulares. Esse procedimento é significativo como experiência de manipulação das ferramentas computacionais e deve ser visto como forma de estímulo na obtenção de estruturas diferenciadas.

Os poliedros, quando agrupados, podem formar combinações muito interessantes. Neste caso, foi entregue aos alunos uma diversidade de poliedros para a construção de malhas tridimensionais. Unir as formas de modo harmônico virou um desafio em sala de aula e os estudantes formaram pequenos grupos para pensar nas construções que poderiam fazer.

Malhas tridimensionais das combinações de poliedros Platônicos e Arquimedianos são apresentadas por PEARCE (1990). Segundo o autor é possível classificar múltiplos sistemas de malhas tridimensionais e alguns sistemas fazem uso de até quatro tipos de poliedros regulares ou semi-regulares. A simetria dos poliedros é crucial para a obtenção de estruturas diversas.

A combinação de poliedros pode auxiliar no planejamento de produtos diversos. O uso de estruturas geometricamente harmônicas pode ser empregado desde brinquedos (Figura 5), objetos decorativos e até mesmo no desenvolvimento de arquiteturas inovadoras de casas e escolas (Figura 6). Por fim, outras combinações de poliedros são apresentadas na Figura 7.

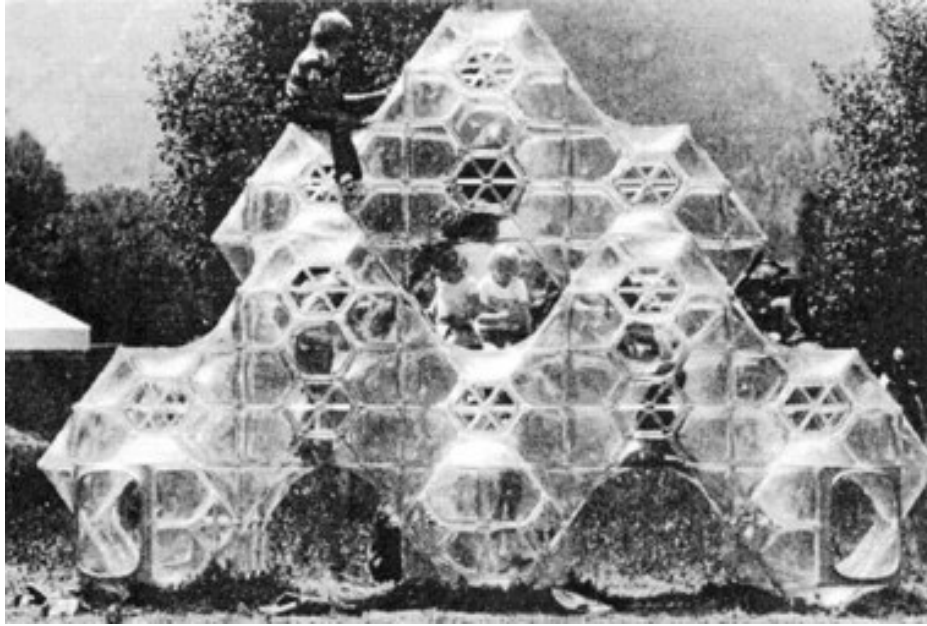


Figura 5: 13-cell Curved Space diamond labyrinth (PEARCE, 1990, p. 237).

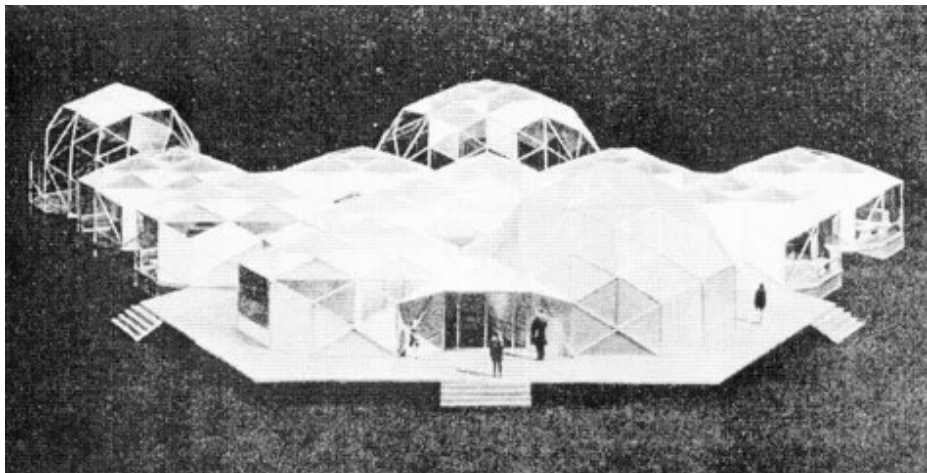


Figura 6: A Min-a-Max school building (R. Conrad *apud* PEARCE, 1990, p. 211)

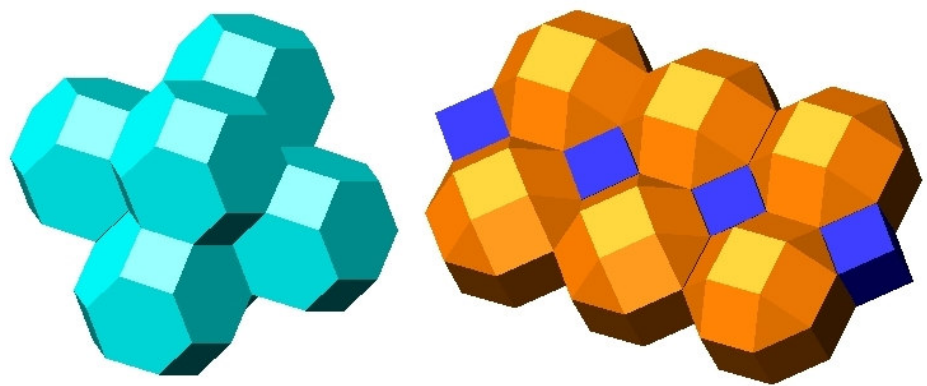


Figura 7: Combinações de poliedros com 1 e 2 tipos de sólidos

Os mosaicos tridimensionais, porém, podem ser elaboradas partindo-se de um plano bidimensional. Ao invés do uso de poliedros, os mosaicos podem surgir de figuras planas. Um polígono regular, ao sofrer intervenções, terá sua forma modificada, mas a sua área continuará igual.

É evidente que há desavenças a respeito deste tipo de malha, pois, em sua maioria, elas são utilizadas como revestimento e, neste caso, ficam com o mesmo aspecto bidimensional que tinham antes de ganhar uma nova dimensão. No entanto, não custa experimentar as suas potencialidades. Como demonstração é mostrada, na Figura 8, a transformação sofrida por um hexágono.

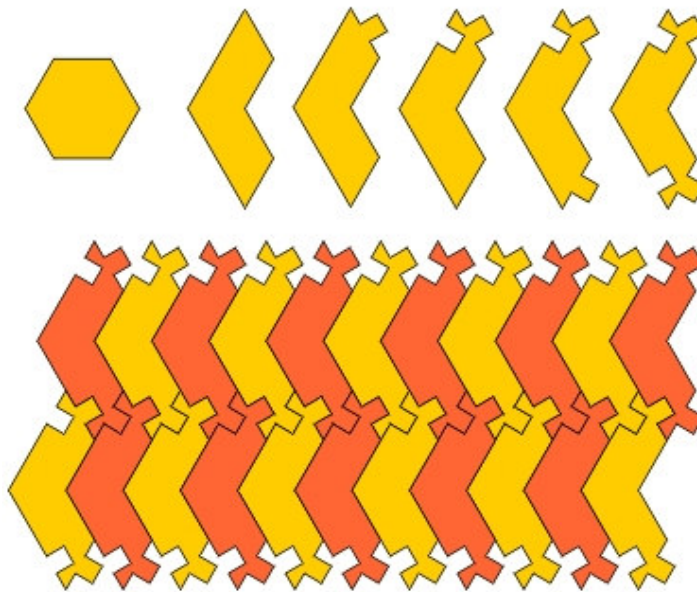


Figura 8: Intervenções realizadas em um hexágono regular

A construção da malha irá partir do módulo desenhado. Com as figuras agrupadas de modo contínuo, o agrupamento pode ganhar uma terceira dimensão o que resultará em uma malha geométrica tridimensional.

Outras construções foram experimentadas com triângulos e quadrados. Os polígonos sofreram intervenção na forma, contudo, a sua área não foi alterada. A Figura 9 mostra, respectivamente, mosaicos tridimensionais obtidos com o uso do quadrado, triângulo e hexágono.

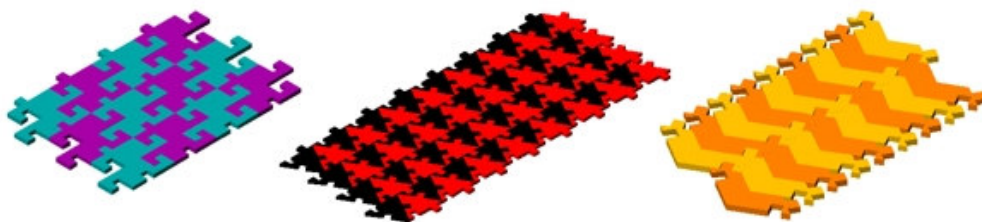


Figura 9: Mosaicos tridimensionais obtidas com polígonos: quadrado, triângulo e hexágono.

As composições foram projetadas de forma que ficassem unidas em diferentes pontos. Assim, ao fazer uso dessas malhas para compor revestimentos, os encaixes de um módulo ao outro tornaria a estrutura mais resistente. Outras possibilidades de aplicação devem ser exploradas.

O enfoque da atividade em sala de aula buscava a construção de malhas 3D com os poliedros, uma vez que a disciplina havia estudado os polígonos e agora as atividades eram aplicadas com o uso de sólidos. Contudo, as malhas foram submetidas à experiência com os polígonos regulares.

As atividades apresentadas pelos autores, têm a preocupação de reter ou reutilizar conceitos e procedimentos perante os alunos. Vale ressaltar que os discentes da disciplina são todos graduados em áreas que fazem uso do desenho, ou seja, já cursaram disciplinas relacionadas ao universo da representação gráfica como a Geometria Descritiva, Desenho Técnico e Geométrico.

Como apresentado por RODRIGUES *et al.* (2003), é tarefa do professor instituir um processo clínico de formação que construa a teoria, ao menos em parte, a partir de casos, e não necessariamente de “problemas” da experiência cotidiana.

3 Considerações finais

A percepção, aliada a criatividade, foi essencial para o raciocínio de análise e comparação das figuras desenvolvidas nos exercícios propostos aos estudantes em sala de aula. As atividades ora eram desenvolvidas a mão livre, ora eram estudadas ou finalizadas via computação gráfica. Entretanto, é preciso muita cautela para não incorrer no equívoco de simplesmente substituir as aulas de desenho por aulas de treinamento na operação de *softwares* gráficos, lembra SOARES (2005).

Para NASCIMENTO *et al.* (2005), o estudo da representação gráfica deve servir não só como linguagem comum entre os envolvidos em projetos coletivos, mas como ferramenta de pesquisa e definição da forma. Quando se privilegia uma concepção espacial, objetiva-se fazer com que a representação da forma se torne o mais independente possível dos meios e instrumentos utilizados.

Como dito, os procedimentos mencionados foram realizados com estudos à mão livre e finalizados via computação gráfica. No entanto, ambos necessitam de conhecimentos geométricos para serem efetuados. O reconhecimento e a representação de formas geométricas são pontos iniciais de todas as atividades realizadas na disciplina.

Mas, até que ponto a execução das atividades diretamente no computador seriam válidas? Especificamente neste grupo de alunos, a apreciação acerca da geometria era bagagem trazida do curso de graduação. Desta forma, conceitos já estavam apreendidos e a utilização da informática, neste caso, apenas auxiliava na representação teórica do conhecimento.

O limite entre o manual e o virtual deve ser experimentado com atividades programadas nas disciplinas que envolvem o desenho. O uso de instrumentos e pranchetas convencionais não deve ser visto como peças em extinção. Seu emprego ainda se faz fundamental no início

dos cursos, pois, a maioria dos alunos tem dificuldades que são trazidas do Ensino Médio.

A manipulação dos instrumentos e representação gráfica, mediante os estudos tidos como convencionais, auxilia muito na retenção dos conhecimentos adquiridos. Assim, o próximo passo seria a vivência dessas informações no meio virtual.

Como observado por BARBOSA (2000), essas alterações na estrutura e na lógica dos conhecimentos refletirão, inevitavelmente, nas formas de ensinar e aprender, caracterizando-se como desafios para a educação.

Referências

- [1] BARBOSA, Ana Cristina L. S. **Educação e novas tecnologias: aquisição de conhecimentos e constituição dos saberes em mudança.** In: III Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 14^o Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. Ouro Preto: UFOP, 2000, CD-ROM.
- [2] GROSSI, F. **Visão Espacial x Inteligência Tridimensional.** In: Revista Educação Gráfica, Bauru, v.3, n.3, p. 31-36, 1999.
- [3] NASCIMENTO, R. A. do; GIUNTA, M. A. B.; NEVES, A. F. **Formas poliédricas como meio de inserção da computação gráfica na disciplina Geometria Descritiva.** In: GRAPHICA 2005 – XVII Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, VI International Conference on Graphics engineering for Arts and Design, GRAPHICA 2005. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2005.
- [4] NASCIMENTO, R. A. do; HAMAGUCHI, L.; OSHIRO S.; SILVA, S. F.; **Seccionamento virtual de poliedros regulares: o uso de novas tecnologias na pesquisa da forma tridimensional.** In: XII Congresso de Iniciação Científica, CIC 2000. São José do Rio Preto, Universidade Estadual Paulista, 2000.
- [5] NEVES, A. F.; GIUNTA, M. A. B.; NASCIMENTO, R. A. do; **Geração e organização da forma: alternativa para o Desenho Geométrico.** In: Revista Educação Gráfica, Bauru, v. 3, n. 3, p. 53-62, 1999.
- [6] PEARCE, P. **Structure in nature is a strategy for design.** Cambridge: THE MIT Press, 1990.
- [7] RAMOS, Evandro de M. **Percepção visual e representação gráfica.** In: GRAPHICA 2005 – XVII Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, VI International Conference on Graphics engineering for Arts and Design, GRAPHICA 2005. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2005.
- [8] RODRIGUES, M. H. W. L.; KOPKE, R. C. M.; MATA, S. F. da; **Competências para o desenvolvimento de atividades na área gráfica.** In: GRAPHICA 2003 – XVI Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, V International Conference on Graphics engineering for Arts and Design, GRAPHICA 2003. Santa Cruz do Sul: Universidade de Santa Cruz do Sul, 2003.
- [9] SILVA, B. F. C.; NEVES, A. F.; GIUNTA, M. A. B., NASCIMENTO, R. A. do; **Secções planas no cubo e a organização do espaço tridimensional.** In: III Congresso

Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 14º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. Ouro Preto: UFOP, 2000.

- [10] SOARES, C. C. P.; **Computação Gráfica: uma mudança nos paradigmas das técnicas de representação.** In: GRAPHICA 2005 – XVII Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, VI International Conference on Graphics engineering for Arts and Design, GRAPHICA 2005. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2005.