



GEOMETRIA FRACTAL: UMA NOVA PROPOSTA PARA O ENSINO DO DESENHO GEOMÉTRICO

Ricardo Mendonça Rinaldi

UNESP – Universidade Estadual Paulista, PPGDI - FAAC

ricardomrinaldi@ig.com.br

Marizilda dos Santos Menezes

UNESP – Universidade Estadual Paulista, Departamento de Artes e

Representação Gráfica - FAAC

zilmenezes@uol.com.br

RESUMO

O artigo desenvolve uma reflexão dos procedimentos adotados no ensino do Desenho Geométrico no curso de Desenho Industrial da UNESP/Bauru. Aponta como base de ensino a Geometria Euclidiana e apresenta a temática dos fractais por meio de uma geometria diferenciada e que poderá ser utilizada como forma de estimulação de aprendizagem para os futuros profissionais. Com técnicas de construção, a Geometria Fractal pode enriquecer o repertório de representação gráfica dos estudantes.

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

ABSTRACT

The article develops a reflection of the procedures adopted in the teaching of the Geometric Drawing in the course of Industrial Design of UNESP/Bauru. It points as teaching base the Geometry Euclidiana and presents the thematic of fractais by means of a differentiated geometry and that will be able to be used as learning stimulation form at the professional futures. With construction techniques, the Geometry Fractal can enrich the repertoire of graphic representation of the students.

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

1 Introdução

A geometria é uma área da matemática responsável pelo estudo das formas e de suas propriedades. Com ela, o homem pôde organizar e sistematizar áreas. Os postulados de Euclides impulsionaram o estudo dos planos e das três dimensões e deram origem a

Geometria Euclidiana.

Os estudos geométricos fazem parte da vida cotidiana e são amplamente empregados em diversas situações: seja na medição de uma simples parede, como no planejamento de uma cidade. A importância da disciplina faz com que ela seja obrigatória em muitos cursos superiores. Assim, os alunos de Matemática, Engenharia, Arquitetura, Design e outros cursos afins, são submetidos à apreciação da geometria.

No curso de Desenho Industrial da UNESP, a geometria está presente nas disciplinas de Desenho Geométrico, Geometria Descritiva I e II e nos cursos de Desenho Técnico I, II e III. É uma grade estruturada onde o aluno é preparado desde o primeiro ano do curso a pensar tendo referência às instruções da geometria.

É notável que o domínio da organização, estruturação e comunicação das formas é essencial para o profissional da área de Desenho Industrial. A geometria é aplicada em projetos diversos que vão desde o planejamento de peças gráficas a construção de automóveis e implementos.

A Geometria Euclidiana é estudada durante a vida escolar e na universidade é investigada a fundo. Contudo, há outra condição geométrica que pode ser utilizada como ferramenta de ensino para os estudantes. A Geometria Fractal pode ser divulgada e ensinada, pois, através dessa geometria não-euclidiana é capaz de resolver problemas relacionados ao design, podendo fazer parte de projetos bi ou tridimensionais.

A Geometria Fractal expõe o traçado de formas irregulares e fragmentadas que a Geometria Euclidiana não apresenta. Por meio de procedimentos sistematizados e lógicos, esta geometria pode ser ensinada e divulgada com a finalidade de se conhecer uma nova construção geométrica e se ter um novo modo para representar e fazer uso em diferentes projetos que envolvam técnicas e procedimentos adotados no design.

De acordo com MANDELROT (2004), os fractais são formas geométricas abstratas de uma beleza incrível, com padrões completos que se repetem infinitamente, mesmo limitados a uma área finita. O autor constatou ainda que havia uma curiosa e interessante relação entre estes objetos e aqueles encontrados na natureza.

Como apresentado por MENEZES (2003), existem dois tipos de fractais: os geométricos (determinísticos) e os não não-lineares (ou aleatórios). Os geométricos repetem padrões continuamente. Os fractais não lineares, ou aleatórios, guardam a simetria de escala, mas a transformação não é previsível. São, em geral, construídos em computadores. Os fractais são resultados de funções simples ou complexas e suas características principais são a auto-similaridade, dimensionalidade fracionária e a complexidade infinita. Sua construção é baseada em iteração dos elementos, rotacionando-os, refletindo-os ou dilatando-os.

Visto que a Geometria Fractal é pouco explorada nos cursos superiores de Design, comenta RINALDI (2006), este trabalho reflete sobre os procedimentos adotados no ensino do Desenho Geométrico no curso de Desenho Industrial da UNESP e apresenta, como estímulo de aprendizagem, uma nova geometria capaz de gerar formas diferenciadas e inovadoras.

2 Atividades relacionadas ao ensino do Desenho Geométrico

Encontramos em NEVES (1999), que o conteúdo abordado em Desenho Geométrico apresenta conceitos de paralelismo, perpendicularidade, obliquidade, circunferência, razão e proporção, semelhança e homotetia, figuras equivalentes, tangência, curvas, malhas regulares e simetria.

Os conceitos apresentados como tópicos para o ensino da geometria são empregados em atividades como seccionamento, agrupamento e construção de figuras e malhas geométricas. O trabalho com polígonos, ou seja, de formas geométricas planas limitadas por segmentos de retas, é uma das práticas adotadas logo no início do curso.

Após os alunos adquirirem conceitos de geometria, eles passam a estudar como os polígonos irão se comportar quando agrupados. Esse procedimento é realizado inicialmente com estudos feitos à mão livre e depois são desenhados com o auxílio de instrumentos como esquadros, régua e compasso.

Na Figura 1 são apresentados dois exemplos de agrupamento. No primeiro, do lado esquerdo, são agrupados seis triângulos equiláteros com áreas diferentes. No desenho seguinte, um triângulo retângulo serve de base para o desenvolvimento da composição.



Figura 1: Agrupamento de polígonos

Outra prática adotada para o ensino de características geométricas é o seccionamento. As figuras são submetidas a cortes equivalentes ou não. Em um primeiro momento, apenas são seccionados quadrados e depois, após o entendimento de conceitos como mediatriz e bissetriz, outros polígonos são estudados. A Figura 2 exemplifica o seccionamento de um quadrado. No exemplo, os dois quadrados estão seccionados por equivalência. Além do traçado correto de um polígono regular e o planejamento dos cortes, o aluno pode vivenciar a divisão de ângulos e segmentos de reta.



Figura 2: Seccionamento de quadrados

O trabalho com malhas geométricas triangulares, hexagonais ou quadradas também é adotado no ensino da disciplina Desenho Geométrico. Na malha, o aluno pode estudar a

organização dos módulos e o seu comportamento com outros módulos iguais. A Figura 3 exibe uma malha geométrica triangular e o desenvolvimento de módulos a partir da malha demonstrada.

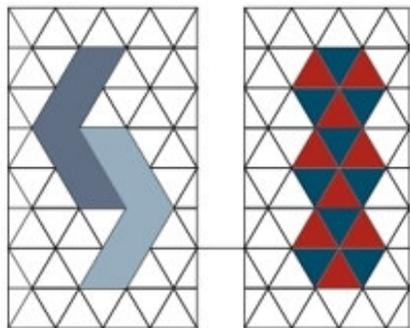


Figura 3: Malha geométrica triangular

Com o auxílio da malha geométrica é possível desenvolver módulos e assimilar novas figuras que podem ser utilizadas, por exemplo, como símbolos na criação de logomarcas.

As atividades relacionadas ao traçado tendo como base uma malha, são o primeiro passo para o desenvolvimento de mosaicos. Trabalhar com recortes de figuras que formam um ornamento já requer conhecimento da geometria, neste caso, da Geometria Euclidiana.

A Figura 4 mostra um mosaico resultante da aplicação de um módulo estabelecido. A figura base é aplicada e forma uma composição alternada de claro e escuro.

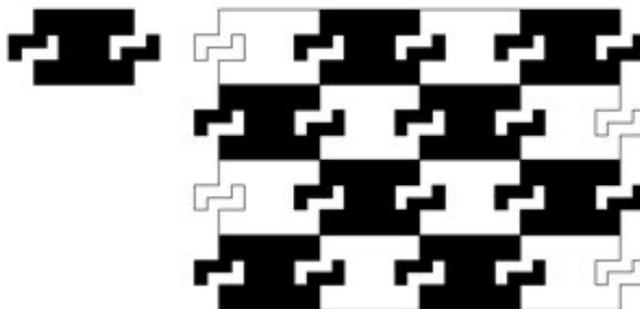


Figura 4: Elaboração de mosaico

Diversas são as atividades que englobam agrupamento, seccionamento e estudo das formas. As rosáceas também são projetadas pelos alunos tendo em vista os conhecimentos adquiridos com o uso da circunferência.

Outro procedimento utilizado é a ampliação ou redução das figuras geométricas estudadas. Este procedimento é conhecido, dentro da geometria, como Homotetia. Neste caso, é necessário um ponto de intersecção das retas. A Figura 5 apresenta um procedimento homotético de ampliação e redução de um polígono irregular.

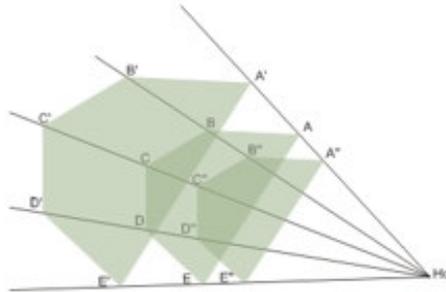


Figura 5: Ampliação e redução

3 Propostas para o ensino da Geometria Fractal

A Geometria Fractal pode ser inserida no ensino do Desenho Geométrico estimulando os alunos a desenvolver formas não encontrada na Geometria Euclidiana. Métodos conhecidos podem ser demonstrados em exercícios iniciais. Após conhecer esta nova geometria e com a prática, figuras interessantes são desenhadas e empregadas em projetos de design.

Existem alguns procedimentos para se desenvolver estruturas fractais. A sua construção pode ter como base criações existentes. Como referência, apresentamos a Curva de Koch, as remoções que criam o triângulo de Sierpinski e o fractal pentagonal de Dürer.

A Curva de Koch é desenvolvida a partir de um segmento de reta. Neste caso o segmento é dividido em partes iguais e inicia-se uma iteração em uma das partes divididas. Nota-se, na Figura 6, que o segmento sofre intervenção na parte central e o desenho é gerado tendo a intervenção como referência.



Figura 6: A Curva de Koch

O triângulo de Sierpinski é formado com a remoção de partes da figura. Um triângulo eqüilátero é dividido em quatro triângulos menores e o triângulo central é removido. Na seqüência, os três triângulos resultantes são utilizados para preencher o espaço de um dos triângulos anteriores. A Figura 7 apresenta o processo.



Figura 7: O Triângulo de Sierpinski

Uma outra forma de compor um fractal é estabelecida na formação do fractal pentagonal de

Dürer. Ao construir um pentágono regular, este poderá ser a base para a construção de outros cinco pentágonos regulares, como observado na Figura 8. As iterações são sucessivas, tomando-se como referência o nível anterior apresentado.

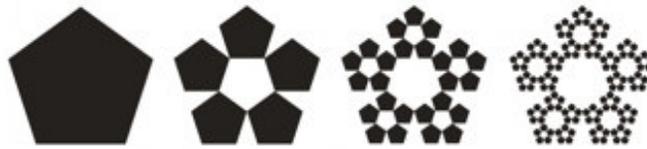


Figura 8: Fractal pentagonal de Dürer

Fractais do tipo árvore podem ser desenvolvidos com o uso de triângulos. Em um primeiro momento utiliza-se o triângulo retângulo fundamental, com lados na proporção 3, 4 e 5. Sobre seus catetos e sobre sua hipotenusa são construídos quadrados. Com a base formada é possível desenvolver o desenho. A seqüência é apresentada na Figura 9.

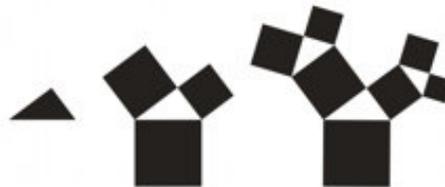


Figura 9: Fractal tipo árvore

As demonstrações servem como auxílio para a obtenção de outros desenhos. Assim, fractais são gerados pela fronteira quando o segmento de reta é dividido e sofre iteração. O procedimento foi mostrado com a Curva de Koch. Na Figura 10, um quadrado tem os seus lados divididos em partes iguais. Na divisão central do segmento surge um “dente” e inicia-se a geração da estrutura.

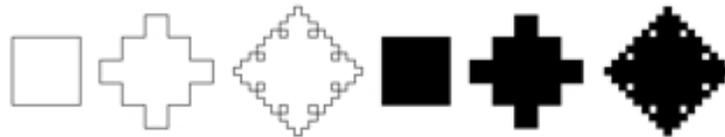


Figura 10: Fractal gerado pela fronteira

Apreciado o procedimento que forma o triângulo de Sierpinski, outras figuras são desenhadas. No exemplo da Figura 11, ao considerar um quadrado, este é dividido e algumas partes são extraídas. O resultante da divisão e das extrações é utilizado para compor o fractal. A parte geradora foi colocada nos sete quadrados restantes, resultando em 49 novos quadrados.

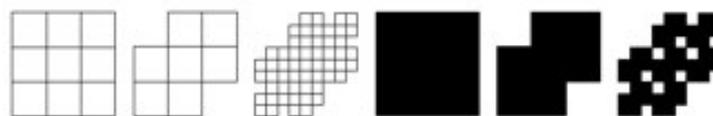


Figura 11: Processo de fractal por remoção

A iteração aplicada no fractal pentagonal de Dürer, quando aproveitadas em hexágonos e octógonos, desenvolve novos fractais. A Figura 12 exemplifica as transformações ocorridas em um hexágono regular.

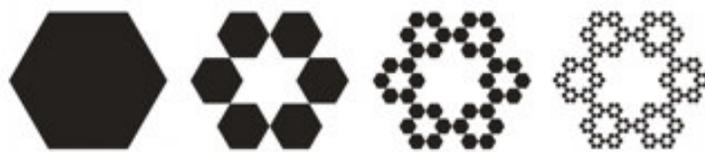


Figura 12: Hexágono transformado em fractal

Originar fractais exige uma seqüência lógica de acontecimentos. Um módulo agrupado com outro módulo de mesmo caráter é capaz de formar um fractal. No entanto, há a necessidade de fazer alterações em sua escala e prever a organização das formas no espaço onde a estrutura está se desenvolvendo. Como exemplo é apresentado a Figura 13.

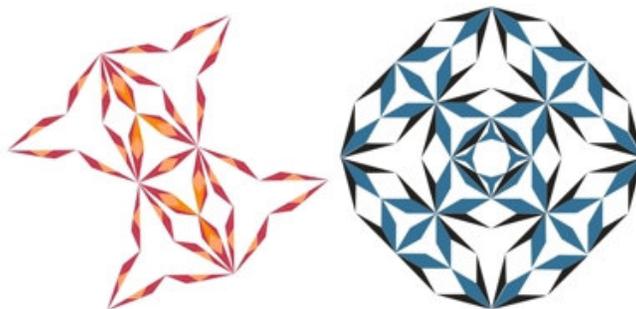


Figura 13: Fractais

A Geometria Fractal pode diminuir a resistência que alguns alunos apresentam no estudo da geometria como um todo. Fazer a relação de um desenho gerado com uma forma encontrada na natureza pode ser um exercício muito proveitoso para diminuir a barreira do aluno com a disciplina. Com os fractais pode ser experimentado, como na Geometria Euclidiana, a projeção de malhas geométricas hexagonais e triangulares. A evolução é apresentada na Figura 14.

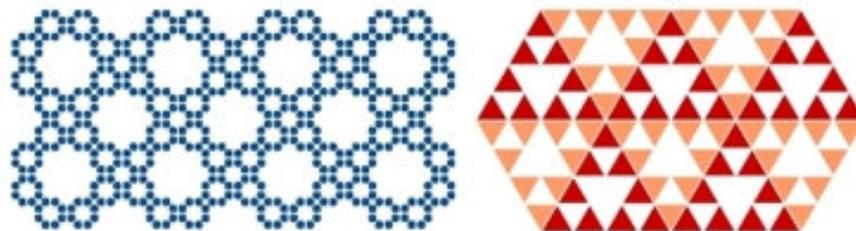


Figura 14: Malhas formadas por fractais

O agrupamento de fractais é outra prática que pode ser adotada na disciplina de Desenho Geométrico. Os módulos podem ser agrupados de formas variadas e gerar desenhos como os indicados na Figura 15.



Figura 15: Agrupamento de fractais por auto-similaridade

A formação de malhas, estudo de simetrias, agrupamentos, ampliação e redução de figuras influenciam o desenvolvimento de exercícios semelhantes aos praticados com a Geometria Euclidiana, porém, eles são realizados tendo em vista as características de formação dos fractais.

4 Construção de fractais em programas gráficos

É notável a aplicação da informática no ensino da geometria. Porém, com o advento do compasso e da prancheta eletrônica, muitas etapas podem ser perdidas, mas o acabamento final do desenho torna-se impecável. A construção de fractais pode perfeitamente ser associada ao uso de régua, esquadros e compasso, ou também com a ajuda de pequenos módulos e peças construídas em madeira. A obtenção dessas estruturas com recursos de computação gráfica é válida e pertinente.

As figuras apresentadas neste trabalho foram desenvolvidas com o auxílio do *software* AutoCAD, bastante utilizado para as atividades empregadas no Desenho Técnico.

Como lembrado por AMORIM (1999), as várias disciplinas relacionadas com a expressão gráfica foram bombardeadas com uma série de novas possibilidades até então inimagináveis. Segundo o autor, a correta e adequada utilização de novas ferramentas requer a formação de uma “cultura computacional” para que os resultados alcançados sejam os esperados e efetivos.

Existem no mercado diversos programas computacionais voltados ao ensino da geometria. Alguns como o Cabri, o Geometricks e o NFRACT podem ser utilizados para a composição de fractais. Os programas criam imagens diferenciadas entre si. Com representações variadas, de acordo com o programa utilizado, os fractais podem ser aproveitados como convier.

A Figura 16 apresenta, respectivamente, um desenho gerado no Cabri, no Geometricks e no NFRACT. Observe que todas são fractais, porém com formas diferentes de representação.

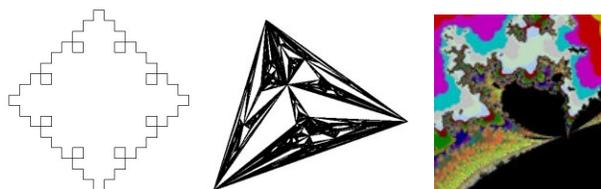


Figura 16: Fractais gerados no Cabri, Geometricks e NFRACT

Para o ensino da Geometria Fractal na disciplina de Desenho Geométrico, os programas Cabri, Geometricks e AutoCAD seriam os mais indicados. Estes programas evidenciam todas as etapas para a obtenção de uma estrutura fractal e ferramentas eletrônicas podem ser manuseadas para esta finalidade.

5 Seria válido o ensino da Geometria Fractal?

O ensino da geometria no Ensino Fundamental e Médio muitas vezes é vago. Alguns tópicos são abordados em aulas de Matemática, Desenho e Educação Artística.

Muitos estudantes, ao chegarem ao Ensino Superior, se deparam com uma grande quantidade de disciplinas que exigem o conhecimento de diversos procedimentos geométricos. Algumas vezes, os alunos chegam à universidade com déficit em relação ao conhecimento que deveria ter sobre a disciplina. Assim, surgem as primeiras barreiras enfrentadas pelos discentes frente ao uso de esquadros e compasso.

O conhecimento da Geometria Euclidiana faz-se necessário por motivos óbvios. As lógicas utilizadas são amplamente empregadas, divulgadas e aceitas pela humanidade como forma de organização, definições e ensinamento da matemática. No entanto a Geometria Fractal pode ser ensinada, a princípio, como estímulo de aprendizagem.

Em Design, esta geometria parece ter o seu emprego garantido. A busca por solução de projetos que trazem novidade é uma busca incessante. Os desenhos produzidos com estruturas fractais podem ser aplicados desde a confecção de peças gráficas, sistemas multimídia e até mesmo na elaboração de texturas para aplicação em objetos tridimensionais como utensílios de cozinha ou produtos decorativos. A aplicação dependerá dos desenhos produzidos aliados à criatividade do desenhista. Para isso ocorrer, os estudantes precisam conhecer esta geometria.

O ensino das novas técnicas é aliado ao ensino da Geometria Euclidiana. Novas informações poderão ser introduzidas em atividades paralelas e exercícios de fixação.

A descoberta de uma representação gráfica diferenciada pode diminuir a resistência que os alunos têm em relação à geometria. Os procedimentos adotados para o desenho de fractais são instigantes, pois desperta a curiosidade do processo iterativo que as formas são submetidas, requerendo lógica e raciocínio geométrico.

O trabalho aqui apresentado tem como iniciativa promover a reflexão sobre o ensino de uma nova geometria nos cursos superiores de Design. Seu objetivo é mostrar que existem procedimentos simples e que podem ser utilizados para a divulgação de um assunto pouco difundido no meio acadêmico.

As propostas apresentadas em sessões anteriores ainda não foram empregadas na disciplina de Desenho Geométrico do curso de Desenho Industrial da UNESP. São apenas formulações iniciais do que poderá ser empregado no ensino de uma geometria tão rica em termos gráficos, capaz de gerar estranhamento e curiosidade por parte dos alunos de graduação, principalmente em habilitações como Programação ou Comunicação Visual.

Sabe-se que o ensino de tópicos relacionados ao universo da Geometria Euclidiana deve

ser rigorosamente ensinado, pois são obrigatórios por lei. No entanto, isto não diminui a inserção, mesmo que pouco aprofundada, de uma nova geometria.

A sugestão de aplicar a Geometria Fractal como complemento de ensino em Desenho Industrial se faz pertinente pelas inúmeras possibilidades de aplicação em projetos artísticos ou de design propriamente ditos.

Se a Geometria Euclidiana nos ajuda a entender o universo em que vivemos, através de seu vasto emprego e formulações, a Geometria Fractal nos mostra e faz pensar de modo diferenciado, vendo que o acaso é organizado e que deve ser pensado como solução e não como erro matemático.

A irregularidade de formas não deve ser vista como algo mal feito e sim como obra da natureza, podendo ser encontrada no formato das nuvens, das copas e galhos das árvores, cadeias de montanhas, corais e vários outros organismos encontrados cotidianamente. Como percebido, as formas fractais são subdivididas em partes e cada parte reduzida será uma parte semelhante da forma toda original.

A apreciação de uma nova geometria só faz enriquecer o repertório e transforma a visão dos estudantes sobre os formatos orgânicos que se encontra em nosso entorno.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC/CNPq/Unesp processo 115969/2005-5.

Referências

- [1] AMORIM, A. L.; e REGO; R. M. **A reestruturação do ensino do desenho**. Revista Educação Gráfica, Bauru, v. 3, p. 37 – 52, 1999.
- [2] FRAME, Michael, MANDELROT, Benoit and NEGER, Nial. **Introduction to Fractals**. In: Fractal Geometry, 2004. Disponível em: <<http://www.classes.yale.edu/99-00/math190a/>>. Acessado em: 08 dez. 2004.
- [3] MENEZES, M. S., CUNHA JR, H. A. **Formas geométricas e estruturas fractais na cultura africana e afrodescendentes** In: DE PRETO A AFRODESCENDENTE: trajetos de pesquisa sobre o negro, cultura negra e relações étnico-raciais no Brasil ed. São Carlos: EduFSCar Editora da Universidade Federal de São Carlos, 2003, p. 307-320.
- [4] NEVES, A. F.; GIUNTA, M. A. B.; NASCIMENTO, R. A. **Geração e organização da forma: alternativa para o Desenho Geométrico**. Revista Educação Gráfica, Bauru, v. 3, n. 3, p. 53 - 62, 1999.
- [5] RINALDI, R. M.; MENEZES, M. dos S. **Novas formas e imagens: inserindo fractais em projetos gráficos** In: Anais do 7º Congresso Brasileiro de Pesquisa & Desenvolvimento em Design. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006. CD-Rom.