

# Das Geometrias aos Sistemas como Obra de Arte

Andréia Machado Oliveira<sup>1</sup>  
UFRGS-Brasil/UdM-Canada  
Av. Otto Niemeyer, 2417-115  
Porto Alegre – RS – Brasil -  
91910 001  
[andreaoliveira.br@gmail.com](mailto:andreaoliveira.br@gmail.com)

Hermes Renato Hildebrand<sup>2</sup>  
UNICAMP/PUCSP – Brasil  
Rua Antonio Galvão de Oliveira Barros, 126  
Barão Geraldo – Campinas – São Paulo  
SP – Brasil - 13084-275  
[hrenatoh@gmail.com.br](mailto:hrenatoh@gmail.com.br)

Apresentador  
Hermes Renato Hildebrand

Contato  
Andréia Machado Oliveira

Palavras-chave  
Arte, Tecnologia, Matemática, Redes, Sistemas e Interatividade

---

<sup>1</sup> Professora e Artista Multimídia, Mestre em Psicologia Social e Institucional/UFRGS e doutoranda em Informática na Educação/UFRGS-Brasil e UdM-Canada. Integrante dos grupos: Modos de Trabalhar, Modos de Subjetivar/UFRGS; e NESTA (Núcleo de Estudos em Subjetivação, Tecnologia e Arte)/UFRGS. Bolsista CNPQ.

<sup>2</sup> Professor da UNICAMP/PUCSP e Artista Multimídia, Mestre em Multimeios/UNICAMP e Doutor em Comunicação e Semiótica/PUCSP. Desenvolve produções artísticas com o grupo de artistas SCIArts - Equipe Interdisciplinar. Integrante do Grupo LIPACS (Cultura, Sociedade e Mídia/UNICAMP/TIDIA-aE) de Estudos e Pesquisas.

# Das Geometrias aos Sistemas como Obra de Arte

Andréia Machado Oliveira e Hermes Renato Hildebrand

UFRGS/UNICAMP/PUCSP - Porto Alegre, Campinas e São Paulo – Brasil

**Resumo** — A noção de identidade estabelecida pelo modelo renascentista e cartesiano dá lugar a um imaginário com várias possibilidades perceptivas e com uma grande diversidade de pontos de observação com base na teoria das redes. Hoje, os signos digitais estabelecem novas perspectivas de relacionamentos e conexões sociais, ambientais, políticas, psicológicas, entre outras, que nos obrigam a repensar nossos paradigmas de percepção. Deixamos de privilegiar os modelos centrados e passamos a tratar dos modelos acentrados que primam pelos processos, redes e estruturas multilineares e multifacetadas. Obra, artista e interatores compõem um processo relacional e um *sistema como obra de arte*.

**Termos Indexados** — Arte, Tecnologia, Matemática, Geometrias, Redes e Sistemas

**Abstract** – The idea of identity established by the Cartesian Model has been changed by an imaginary with several perceptual possibilities as well as with a wide range of points of views based on the theory of networks. Nowadays, the digital signs provide new perspectives such as social, environmental, political and psychological relations and connections which demand us to rethink our paradigms of perception. Instead of focusing on the centralized models, we've looked for an acentric models which consider the processes, networks and structures multilinear and multifaceted. Work, artist and interactors comprise a relational process and a *system as a work of art*.

**Index Terms** - art, technology, mathematic, geometry, networks and systems

## I. Introdução

O objetivo do presente artigo é discutir e problematizar os pressupostos que determinam os espaços de representação artísticos e matemáticos deste o ciclo materialista industrial ocidental até a contemporaneidade com a ideia de *sistema como obra de arte* em espaços de representações digitais. Neste sentido, apontamos que a noção de identidade forjada pelo modelo cartesiano, que determina um sujeito observador que mantém uma distância do objeto observado, hoje, é substituída pela noção de subjetividade e pelas estruturas processuais multifacetadas e multilineares dos sistemas em rede.

No começo deste ciclo, as produções eram artesanais e nossos sensores eram os olhos e as mãos. Com a invenção das máquinas, nossos sensores naturais passaram a serem mediados pelos sensores mecânicos. E, a partir da descoberta da eletricidade e do mundo subatômico, passamos a interagir com tudo através dos sensores eletro-eletrônicos e digitais, densamente mediados. Assim, estivemos a ampliar nossa capacidade

perceptiva através da criação de suportes, ferramentas e linguagens.

Na cultura ocidental as representações baseadas na geometria euclidiana foram, paulatinamente, sendo substituídas, no imaginário dos artistas e cientistas, por representações das geometrias não-euclidianas e, mais recentemente, pelos signos de natureza topológica baseados, nas teorias das redes, dos grafos e dos sistemas complexos. De fato, as representações que há muito estiveram apoiadas em pontos fixos, em unidades discretas de tempo e espaço, na identidade de objeto e de sujeito, em conceitos univocamente determinados, dão lugar às redes, à multiplicidade de conexões e relacionamentos através das interfaces tecnológicas de informação e comunicação, especialmente as digitais, que estabelecem convergências entre as mídias e as linguagens. Encontramos diferentes formas de compreender o espaço, o tempo e o espaço-tempo, bem como o conceito de identidade, de sujeito e de subjetividade.

Ainda, Arte, Ciência e Tecnologia sempre estiveram intimamente ligadas, influenciando uma no pensamento da outra e, atualmente, integram-se através de uma infinidade de formas de observação. Há um diálogo construtivo entre elas, organizado por um pensamento que busca se esgotar em cada época. Aqui, escolhe-se abordar, de modo amplo, três momentos distintos de tal relação: do séc. XII até séc. XVIII - período pré-industrial, do séc. XVIII até metade do séc. XX - período industrial mecânico e, a partir dessa data até os dias de hoje - período eletro-eletrônico e digital.

No primeiro momento, a noção de identidade estabelecida pelos modelos dos matemáticos René Descartes (1596-1650) e Gerard Desargues (1591-1661) determinam métricas que solicitam um distanciamento entre o sujeito que observa e aquele ou aquilo que é observado. Isto é, a noção de identidade é estabelecida por pontos discretos, tempos, lugares e sujeitos determinados, por objetos pré-definidos, e pelo conceito de existência.

Já na Idade Moderna, o homem aparece separado da natureza, tornando-se um objeto de estudo independente e passando a ter propriedade de seu corpo. Conseqüentemente, torna-se controlador e responsável por ele. Segundo Denise Sant'Anna,

*O controle sobre o corpo é, portanto, indissociável da esfera política. [...] Como se a subjetividade moderna emergente não pudesse se afirmar sem o desenvolvimento de uma objetividade cotidiana: aquela do cálculo*

*matemático que fornece a medida, o significado de cada gesto e de cada palavra.*  
[1]

O corpo, como território divino, foi desacreditado pelo mundo mecânico que afirmava que o mistério é entender os problemas, as intenções do homem, sua essência e seus princípios. A verdade, neste momento, se situa no mundo humano regido pelo mecanicismo que buscou um ponto fixo no corpo centrado no cérebro. Depois do Renascimento, as técnicas manuais ganharam a luz da racionalidade, deixando de ser consideradas como arte menor, conforme preconizadas por Platão anteriormente.

Nesse período passa-se do mecanicismo para a termodinâmica, tudo se torna móvel quando a máquina torna-se autônoma. Deus não está mais dando corda, pois tudo é regido pelo motor. Simondon [2] coloca que o séc. XIX produziu uma filosofia tecnológica tecnocrática, porque se reduziu aos motores e não às regulações. De acordo com Sant'Anna [3], o corpo é uma usina de transformação de alimento em energia, conduzido a partir da dialética da linha de montagem: funciona e não funciona. Não se pode parar de funcionar, até o prazer e o ócio necessitam ser justificáveis. Tudo deve gerar energia. O homem se autoproduz, se autotransforma pela disciplina. Busca superar Deus ao fazer mais rápido e melhor do que ele. Pode-se ficar entre ser espectador do funcionamento das máquinas ou ser responsável pela organização dos conjuntos técnicos ao colocar as máquinas para trabalhar; progresso demonstrado, não mais no artesanato e sim no engenheiro (o organizador do conjunto de trabalhadores e máquinas). O homem que pensa o progresso não é o homem que trabalha.

Hoje, notamos que o conceito de verdade-absoluta, certeza e as tendências em direção ao centro esfacelam-se e, gradativamente, são substituídos pelas verdades-relativas, incertezas lógicas e conceitos que acentuam as características periféricas e as bordas dos fenômenos. A intensa troca cultural a que somos submetidos e a quantidade de informação que nos são disponibilizadas permitem uma infinidade de novas conexões que, ao serem tratadas de forma interdisciplinar, nos conduzem aos conceitos de interatividade, processos e a virtualidade das redes físicas e das redes mentais.

## II. A Geometria do Ponto de Fuga e a Paisagem

Na famosa afirmação de Descartes: “Penso, logo existo”, encontramos um sujeito constituído em sua subjetividade como centro das reflexões, um sujeito estável, univocamente determinado, individual e fixo no tempo e no espaço. Ao analisar as características deste período observemos o que Lúcia Santaella tem a dizer. Para ela,

*de acordo com essa imagem, a existência do sujeito é idêntica ao seu pensamento. Trata-se da idéia de um sujeito racional, reflexivo, senhor no comando do pensamento e da ação, cujos pressupostos atravessaram as*

*filosofias kantianas, hegelianas fenomenológicas e até existencialista. É essa mesma imagem de sujeito que esteve subjacente, até recentemente, às principais teorias sociais e políticas ocidentais.* [4].

Nas palavras de Albert Dürer, parafraseando Piero Della Francesca, “primeiro é o olho que vê; segundo, o objeto visto; terceiro, a distância entre um e outro” [5]. Na obra “O Casal Arnolfini” de Jan van Eyck - 1434 verificamos que o ponto de fuga é determinante na construção da pintura. Nesse quadro encontramos a frase “Jan van Eyck esteve aqui” fazendo uma referência clara à importância do olhar do observador que, além de determinar a estrutura perspectiva da obra, também indica a presença do autor refletido no espelho ao fundo com um registro documental estabelecido pela obra. No campo da matemática, os modelos nos ajudam a estabelecer os padrões de representação da natureza e das produções. Neste período, os sentidos são organizados através dos aparelhos sensoriais naturais, sem dispositivos mediadores. A perspectiva linear, utilizada pelos matemáticos e artistas do período renascentista, resume uma situação na qual o objeto é observado por uma percepção particularizada dos indivíduos e os modelos de representação são estruturados a partir da subjetividade de nossas visões.

Tal visão separa cultura e natureza ao fixar o espaço, em uma noção racionalista, na perspectiva e no uso da moldura como recorte da natureza. Esta forma de representação não se encontra apenas no renascimento, mas podemos observá-la nas pinturas romanas, nos panoramas do século XVIII e, até, nos ambientes virtuais de modelagem 3D e nos *games* dos computadores contemporâneos, estando sempre calcada na busca de um ilusionismo do espaço. São representações em que se obtém uma sensação de imersão via afirmação de uma realidade conhecida, uma substituição da pintura pela realidade, da cópia pelo original platônico. Valorizando apenas uma perspectiva, muitas vezes elas são utilizadas com um valor de documentário que consolida paradigmas da visão dominante, como, por exemplo, no Império Romano para glorificar as conquistas das batalhas e manter a unificação do Império; ou ainda nos panoramas, nos quais Oliver Grau questiona a função representativa da imagem: “como a maioria dos panoramas de batalha, A batalha de Sedan visava “educar” através de um modelo poderoso, não de pensamento democrático, mas de obediência inquestionável.” [6].

Nesta forma de representação, a valorização da paisagem ocorre devido ao anseio de domínio da própria paisagem, uma crença no domínio da natureza, de apropriação de uma realidade absoluta via um racionalismo métrico. Para Anne Cauquelin, “a perspectiva formaliza a realidade e faz dela uma imagem que será considerada real.” [7]. A paisagem

renascentista surge como uma exigência do olhar perspectivo, uma vez que

*ela projeta diante de nós um “plano”, uma forma que se une a percepção; vemos em perspectiva, vemos quadros, não vemos nem podemos ver senão de acordo com essas regras artificiais estabelecidas em um momento preciso, aquele onde nascem a questão da pintura e a da paisagem. [8]*

“A paisagem é um decalque na parede, uma narrativa que fala de um outro, de uma visão unilateral de uma realidade múltipla; presa na moldura, ela recorta o real e, ao subtrair o excedente, visa aproximar a ilusão do dito real idealizado”[9]. A paisagem ilusionista acaba afirmando uma crença que existe e uma realidade absoluta que pode ser representada de modo inquestionável.

A paisagem constrói-se no entre olho e no real, na ação de ver. Francisco Varela corrobora com tal idéia:

*A realidade não é projetada como algo dado: ela é dependente do sujeito da percepção, não porque ele a “constrói” por um capricho, mas porque o que se considera um mundo relevante é inseparável da estrutura do percipiente. [10]*

Ocorre uma dupla construção e, assim,

*compreendo porque vejo, e à medida que vejo, mas só vejo por meio e com o auxílio do que compreendo que é preciso ver naquilo que vejo. [11]*

Portanto, focando-se no Renascimento – momento que solidifica o pensamento ocidental greco-romano, percebemos uma procura pelo domínio e mensurabilidade do espaço via razão, uma aspiração em possuir a realidade exterior através da categorização e classificação. Esta ambição pode ser visualizada na arte pela lei da perspectiva que domina as medidas de todo o espaço dando uma ilusão espacial da realidade; nas leis da proporção que colocam o homem como centro e medida de todas as coisas; nos estudos científicos da anatomia humana e da natureza em geral; na composição espacial que localiza o homem como centro composicional da obra e como observador; bem como os físicos, formulando leis que pudessem dar conta de explicar, mensurar e determinar a realidade exterior.

Observa-se um pensamento recursivo voltado a atingir uma realidade dada *a priori*, ficando o ser humano com papel de observador de algo já existente, de contemplador da obra, interagindo primordialmente via o sentido do olhar e preso à *mimese* de um real absoluto; como, por exemplo, a “Escola de Atenas” de Rafael Sanzio.



Fig. 2 – “A Escola de Atenas” de Rafael Sanzio - 1511, Vaticano.

### III. A Geometria Projetiva e a Arte Moderna

Com as máquinas e suas tecnologias mecânicas, as representações do espaço fundem-se com o tempo e se camuflam, gerando os movimentos contínuos que são estudados pelos matemáticos através das séries infinitas, das funções e do cálculo diferencial e integral. Tudo é movimento. Na arte, também podemos perceber estas mesmas transformações no processo de geração de imagem na fotografia, nas telas de cinema e nas representações pictóricas dos quadros cubistas, futuristas e dadaístas. Picasso deixa-se influenciar pela deformação das figuras baseadas nos modelos africanos e libera suas representações à expressividade. Com a fragmentação dos objetos, os artistas mostram vários ângulos de uma mesma imagem, ao mesmo tempo. Tal estrutura de pensamento foi sofrendo alteração desde o romantismo, como nas obras de William Turner (1775 – 1851); bem como com o surgimento da máquina fotográfica, rompendo-se com a barreira figura-fundo racionalista e iniciando-se a penetração em outros níveis da forma e da matéria, como se vê nas obras impressionistas.

Cézanne, pós-impressionista, rompe com as leis racionalistas da perspectiva, possibilitando uma imersão na paisagem “ausentes de si”, como ele próprio mencionava, ofertando uma perspectiva oriunda dos sentidos da percepção, como se observa na obra “La Meule” em que ele busca não a representação da realidade, mas a estrutura desta realidade. A arte moderna, no início do século XX, faz uma fissura neste espaço exterior hegemônico e estilhaça-o com o cubismo, penetra-o com o abstracionismo, questiona-o com o dadaísmo, recria-o com o surrealismo.

Tais movimentos mostram-nos a possibilidade de perspectivismo nietzscheano – cada perspectiva se definindo a partir do lugar de onde se olha -, da coexistência de múltiplos espaços, da diversidade de caminhos de entrada na obra, da existência de paradoxos, da inclusão do acaso, do inacabado, da feiúra, enfim, de outras noções espaciais e temporais.

Faz-se uma quebra da realidade externa como absoluta e única; abre-se a percepção para outras realidades existentes; abalam-se as dicotomias de figura e fundo, a preponderância do sentido visual sobre os demais, incluindo-se o tátil.

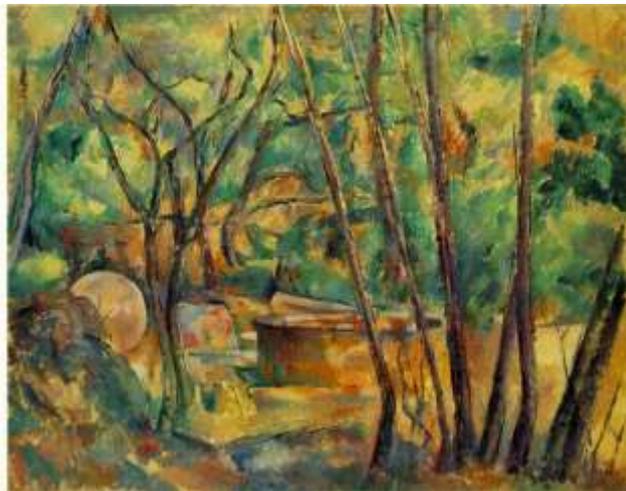


Fig. 3 – “La Meule” de Paul Cézanne - 1892, The Barnes Foundation – Pennsylvania.

Algumas destas questões aparecem também na ciência, como a lei da relatividade, a física quântica, as geometrias não-euclidianas e a teoria dos conjuntos não-cantorianos. Deixa-se de observar o mundo através de uma geometria intuitiva e passa-se a estudá-lo através dos paradoxos e das contradições, assim como o de Zenão e de Aquiles e a Tartaruga. Escher exemplificou estes modelos quando realizou seus desenhos e gravuras apresentando os paradoxos gerados por representações tridimensionais que eram realizadas no plano. Ele elaborou a representação de pessoas subindo e descendo escadas explicitando o verdadeiro labirinto e as contradições.

Walter Benjamin, no livro “*Magia e técnica, arte e política*” [12], fala sobre a arte na era da reprodutibilidade técnica. Esta questiona alguns conceitos tradicionais vigentes até o final do século XIX, como criatividade e gênio, validade eterna e estilo, forma e conteúdo. Com o surgimento da máquina fotográfica, e, conseqüentemente, da reprodução de imagens, o conceito de autenticidade escapa à reprodutibilidade técnica ao perder a referência ao original, àquele objeto igual e idêntico a si mesmo, a uma autoridade que o legitime como verdadeiro, à tradição imposta a ele, à sua aura enquanto discurso consagrado. A unidade e durabilidade dão lugar à transitoriedade e repetibilidade. A sacralização da obra, ritual secularizado, impõe uma relação de poder, enquanto a reprodução aproxima a obra do espectador. Ao retirar seu invólucro e destruir sua aura legitimada, lhe dá autonomia e substitui a existência única por uma serial. O objeto, sua cópia, sua reprodução fica cada vez

mais próximo e acessível ao fruidor. A obra de arte criada é para ser reproduzida; assim se emancipa cada vez mais do seu uso ritualístico, no qual a importância consistia em que as imagens existissem e não que fossem vistas. Agora, pelo contrário, aumenta sua exponibilidade, uma vez que elas são produzidas para atingir uma maior visibilidade.

Didi-Huberman aborda em seu livro “O que vemos, o que nos olha” [13] a concepção de aura em Walter Benjamin, apresentado duas posturas distintas: uma em que a aura é vista como um discurso legitimado e instituído, e outra como uma atmosfera da obra. Neste artigo, o comentário sobre a aura da obra de arte refere-se ao seu poder de legitimação.

Já Marcel Duchamp aplica o conceito de movimento aos seres humanos através de suas versões do “Nu Descendo a Escada”. A respeito destes trabalhos ele escreveu que eles não eram pinturas, mas sim uma organização de elementos cinéticos que expressavam o tempo e espaço através das representações abstratas do movimento. Para ele, devemos ter em mente que, quando consideramos o movimento representado no espaço, estamos entrando no reino da matemática e da geometria.

As representações estruturam-se a partir das novas perspectivas de observação, agora, mediadas pelas máquinas. No período industrial mecânico a racionalidade é levada ao extremo e produz um pensamento calcado no inconsciente humano que, num primeiro instante, parece ser paradoxal, assim como as representações de M. C. Escher, porém, em outro momento passamos a não ficar nada surpreso, ao admitir que os sonhos dizem muito mais sobre as questões humanas do que poderíamos perceber conscientemente.

O homem vê que a máquina passa a ser um importante meio de produção e de comunicação e conforme Walter Benjamin [14], consolida-se a industrialização mecânica como o período da “reprodutibilidade técnica”. Ao se implantar o novo processo de produção de bens, onde o trabalho das máquinas acrescenta velocidade ao sistema produtivo, redirecionamos nossas percepções e ações no mundo. A civilização industrial introduz a serialidade em seu sistema produtivo.

#### IV. A Topologia e os Sistemas em Redes

Hoje, o grau de complexidade de nossos modelos e a amplitude de variáveis que devem ser consideradas nos ambientes simulados, nos obriga a buscar novas perspectivas de observação para compreender a relação entre sujeito e objeto. Diante desta abordagem, em que novas categorias se formulam ou se evidenciam, encontramos a teoria matemática das redes, que agora não mais enfatiza a idéia de ponto fixo, de tempos e lugares determinados, de sujeitos e objetos estabelecidos, mas, busca encontrar a multiplicidade das formas de representação das redes que se interconectam

numa infinidade de possibilidades. Enfim, estamos diante de ecossistemas que são constituídos pela sua capacidade de gerar relacionamentos entre os “nós” e através das “conexões” disponíveis em cada modelo.

A teoria das redes, como modelo, nos permite observar estas conexões, a multiplicidade de ambientes em que podemos navegar, a incerteza diante de múltiplas escolhas, a interdisciplinaridade e o caráter dialógico da linguagem que agora, não tem mais o centro como elemento fixo da perspectiva linear, mas está espalhado em pontos periféricos numa cartografia e nos diversos mapas e diagramas que podemos construir com as redes. Abandonamos o centro e passamos a atuar em todas as partes e em todas as direções. Os pontos periféricos e as bordas, nos modelos atuais, adquirem valor e importância e os pontos centrais dos modelos ora estão nas bordas, ora nos centros, ora em outro lugar e as vezes, em lugar nenhum, modificando-se em função de variáveis que se alteram a todo instante.

Assim, sem muito rigor científico, podemos definir rede como um conjunto de pontos interligados. E de maneira axiomática, podemos definir rede pelos conceitos de nó (ponto) e de aresta (conexão - relação) que liga dois nós. De fato, as redes são agrupamento de pontos (nós) que se ligam a outros pontos (outros nós) por meio de linhas (arestas) e nos conduz a uma estrutura de organização matemática com um grau de liberdade muito grande determinando estruturas em processo.

Vamos então começar por uma reflexão dos padrões lógicos que passamos a visualizar de modo mais constante. Obviamente, neste artigo não será possível abordar com profundidade temas tão complexos como todos os modelos lógicos de representação que podemos identificar nos dias de hoje. Portanto, esta análise, será apresentada de forma esquemática, dirigindo-se especificamente para alguns sistemas perceptivos visuais das artes e da matemática. Ao olhar para a ciência, apoiaremos nossas observações na Matemática porque, conforme Charles Sanders Peirce, lógico e matemático, a principal atividade desta ciência é descobrir as relações entre os vários sistemas e padrões encontrados na natureza e na cultura, sem identificar ao que eles se referem, a não ser em relação aos aspectos criados pela própria linguagem. [15] Para isto, os estudiosos sempre estiveram preocupados com os tipos de representações que a Matemática formula porque entendem ser esta a “ciência dos padrões” [16].

Os elementos da visualidade, assim como as expressões abstratas, são relativas ao tratamento matemático e, de fato, e de algum modo, as imagens representam, ou traduzem, as linguagens abstratas, enquanto as expressões são representações destas formas [17].

Começamos este raciocínio identificando três grandes áreas de estudo das representações matemáticas, são

elas: a Geometria Métrica que é aquela que herdamos de Euclides; a Geometria Projetiva que trata das projeções e das transformações invariantes no espaço e a Topologia que observa as representações espaciais matemáticas na sua forma mais geral.

De fato, as “Imagens Matemáticas” [18] produzidas pela cultura ocidental estruturam-se por algoritmos extraídos, inicialmente, da Geometria de Euclides, depois das Cônicas de Poncelet, das Transformações Afins de Möbius e Klein, passando por Lobachevsky, Bolyai e Riemann e pelas Geometrias Não-Euclidianas, chegando hoje, às diversas estruturas Topológicas: Combinatórias, Algébricas e Diferenciais abrangendo grande parte do conhecimento matemático.

Na Geometria Métrica as transformações pautam-se pela invariância das medidas dos ângulos, das distâncias, das áreas, da continuidade e da não possibilidade de deformação das figuras. Uma representação do espaço que define relações internas de medida e ordem entre os elementos. Sabemos que a Geometria, inicialmente, é pensada como um ramo da Matemática e que estuda as formas e as dimensões espaciais. Ela permite que analisemos as propriedades dos conjuntos que são invariantes sob determinados grupos de transformações. Isto significa dizer que ela estuda as propriedades dos pontos, linhas, superfícies e objetos sólidos e suas relações, quando eles sofrem transformações espaciais, assim como, reflexão, rotação e translação.

Considerada como a ciência do espaço, a Geometria, por muito tempo, foi definida com base em cinco axiomas. Ela foi totalmente formulada e deduzida a partir destes axiomas, nos textos "Os Elementos", de Euclides, por volta de 300 aC. e perduraram por 1.500 anos. A partir da descoberta das Geometrias Não-Euclidianas, que são aquelas que não necessitam do quinto axioma para serem elaboradas, nossas concepções físicas e abstratas do mundo começam a se alterar. Os matemáticos acreditavam que o axioma das paralelas poderia ser deduzido logicamente a partir dos outros quatro. Com as descobertas realizadas por Lobachevsky, Bolyai e Riemann, a dimensão dos objetos e sua espacialidade ganham novos métodos de análise que permitem a formalização da Teoria da Relatividade de Albert Einstein.

A criação da Geometria Não-Euclidiana ocorreu a partir da tentativa de se transformar o quinto axioma em teorema. O primeiro a entender o problema do axioma foi Gauss em 1817, e, posteriormente, Janos Bolyai em 1823 e Lobachevsky em 1829. Bolyai e Lobachevsky admitiam em sua Geometria Hiperbólica, como ficou conhecida, a negação do quinto axioma de Euclides e a validade dos axiomas da incidência, da ordem, da congruência e da continuidade. Eles chegaram à conclusão que o número de paralelas deste espaço geométrico era maior que um. Estas formulações

matemáticas somente se completaram, em 1854, com Riemann.

Atualmente, constatamos que existem três tipos diferentes de Geometrias: a Hiperbólica de Bolyai-Lobachevsky, a Elíptica de Riemann e a Euclidiana. Com o uso das novas tecnologias digitais, podemos construir as representações não-euclidianas de modo muito fácil.

E com a descoberta destes novos espaços de representação, as idéias topológicas começaram a invadir o conhecimento matemático da época, dando vida ao que chamamos de Topologia. Em 1735, Euler publicou um texto sobre a solução do Problema da Ponte de Königsberg, que começa a introduzir discussões sobre os conceitos topológicos matemáticos. De fato, o primeiro resultado realmente conhecido sobre Topologia foi realizado por Möebius, em 1865. Em seus estudos, vemos a descrição detalhada das faixas de um lado só.

Em 1872, Felix Klein ampliou as discussões sobre os espaços topológicos através da teoria dos grupos, fazendo surgir a verdadeira concepção de Topologia [19]. Weierstrass, em 1877, deu uma prova rigorosa do que seria conhecido como o famoso Teorema de Bolzano-Weierstrass, introduzindo o conceito de vizinhança de um ponto, fundamental para o desenvolvimento da matemática, daí por diante. Hilbert, usando este conceito de vizinhança, em 1902, elaborou trabalhos sobre transformações em grupos diferenciais e análises sobre o conceito de continuidade em espaços topológicos.

Newton Costa define Topologia como "a estrutura global da totalidade dos objetos que estão sendo considerados" [20], e assim, ampliamos significativamente os estudos sobre os problemas topológicos, em particular, os estabelecidos para as redes matemáticas. Pierre Rosenstiehl afirma que se alguma forma de conhecimento marca a época em que vivemos, este fenômeno é o das redes. Segundo ele,

Como todos os fenômenos morfológicos profundos, de caráter universal, o fenômeno da rede pertence não só à ciência, mas também à vida social. Cada um de nós se situa em redes, correspondendo cada rede a um tipo de comunicação, de frequência, de associação simbólica. [21]

A definição matemática de rede é muito genérica. Elas estão associadas aos objetos matemáticos pela sua natureza topológica. Uma rede é conjunto de vértices ou nós que podem ser: lugares, memórias, elementos nos bancos de dados, pontos de conexão, pessoas numa fila, casas de um tabuleiro de xadrez, enfim, tudo aquilo que se caracteriza como fixo. Segundo Costa, os fixos são elementos aos quais atribuímos ou reconhecemos características que neles se sedimentam [22]. Porém, o que transforma este sistema em uma rede são as ligações efetuadas entre estes nós, sendo informações que podem

circular tendo estes fixos como baliza e catalisadores. As redes são modelos matemáticos estudados pela Topologia Combinatória que, por sua vez, vão buscar referências na Teoria dos Grafos. Já, os Grafos, geram modelos a partir de um conjunto abstrato de pontos sem propriedades, e de um conjunto de linhas que possuem a propriedade de unir dois pontos sem se cruzarem. Isto demonstra o grau de liberdade axiomática dos modelos estruturados como Rede. [23]

Diante destas conceituações teóricas, onde novas categorias se formulam ou se evidenciam, as Teorias das Redes e dos Grafos, baseada na Lógica Combinatória, apresentam-se como uma solução sistêmica muito interessante. Os ecossistemas, constituídos pela sua capacidade de gerar relacionamento entre os "nós" e fluindo pelas "arestas", determinam também a multiplicidade dos ambientes percebidos e o caráter dialógico das linguagens apresentado pela diversidade dos sistemas semióticos. Abandonamos o centro e passamos a atuar em todas as partes e em todas as direções, a partir de informações locais, assim como nos labirintos. Nesta dinâmica dos processos de mediação cada vez mais densos e complexos, verificamos que as interfaces digitais, hoje, permitem novas formas de conexão entre todas as áreas do conhecimento humano.

Atualmente, devemos focar nossas atenções nos processos inacabados em vez das produções concluídas. Devemos dar ênfase às conexões, às arestas e a fluidez das bordas, aos espaços vazios e ao sujeito mediado pelo "Outro" da cultura. Todos estes modelos não enfatizam a idéia de ponto fixo, de tempos e lugares determinados, de sujeitos e objetos com identidades bem definidas. Buscamos sim, a multiplicidade das formas que se interconectam, as soluções dos problemas que descrevem dinamicamente um grande número de unidades cooperantes, embora individualmente livres, e ainda tratam da simulação dos sistemas complexos e de uma infinidade de temas em que o paradigma acentrista tem lugar.

## VII. Sistema como Obra de Arte

Baseados nestes pressupostos, verificamos que os suportes digitais apoiados nos meios de produção do período eletro-eletrônico e digital permitem novas formas de conexão entre Arte, Ciência e Tecnologia. Tal dinâmica nos leva à concepção de *sistema como obra de arte*. Focar no sistema em vez da obra propriamente dita é dar ênfase, às arestas, à fluidez das bordas, às conexões, os espaços vazios, o sujeito mediado pelo Outro, pela linguagem e pela cultura e às forças não visíveis da natureza. Consideramos que estas questões são vitais, dada a vertiginosa dinâmica que as tecnologias propiciam nos processo de mediação cada vez mais densos e complexos. Ao compartilharmos vários pontos de vista estamos dando vazão a uma pulsão de vida na medida em que a descoberta de novos

padrões culturais e naturais não somente permitem a ampliação do conhecimento, como também estabelece novos sentidos a nossa percepção da realidade.

Em tal perspectiva de *sistema como obra*, Gilbert Simondon nos auxilia ao apontar a idéia de sistema como um processo de individuação. Neste sentido, a obra de arte e observador se constituem num mesmo processo e fazem parte do mesmo sistema. De acordo com Simondon, deve-se “conhecer o indivíduo pela individuação muito mais do que a individuação a partir do indivíduo” [24]. Ele concebe o indivíduo a partir da individuação, ou seja, a partir de uma ontologia que pondera o ser não como único, pronto e isolado, mas como algo que está sempre se tornando. Um processo dinâmico que não permite o congelamento da forma, do corpo fixo, uma vez que este se satura e transforma-se continuamente, estando em permanente diferenciação de si mesmo. Simondon entende que “[...] primeiro, existe o princípio de individuação; em seguida, este princípio opera em uma operação de individuação; por fim, o indivíduo constituído aparece” [25]. Os indivíduos – obra, artista e interator – pertencem ao mesmo processo de individuação, estando em interatividade constante. A interatividade ocorre entre corpos em atividade relacional em sistemas de individuação, uma vez que a interatividade, aqui, é vista como ressonância interna de um sistema. Esta visão sistêmica requer outro modo de representação, precisando-se substituir a mimese das cópias platônicas pela afirmação do simulacro. O simulacro é a potência de afirmar todas as séries heterogêneas, misturando-as e desordenando-as, validando a divergência e o descentramento, isto é, “o simulacro inclui em si o ponto de vista diferencial; o observador faz parte do próprio simulacro, que se transforma e se deforma com seu ponto de vista” [26]. Os indivíduos vivos não são termos de uma relação, mas, como Simondon nos diz, teatro e agente de uma relação em uma comunicação interativa em que não está em relação nem consigo mesmo nem com outra realidade, já que ele “es el ser *de* la relación, y no ser *en* la relación, pues la relación es operación intensa, centro activo” [27].

Assim, a individuação não é resultado de forma e matéria, corpo e alma, e sim expressão de uma resolução em constante (trans)formação [28]. A interatividade, vista pela individuação, é uma experiência de presentificação, indo além da representação. Deleuze comenta que

dir-se-á tanto que ela (individuação) estabelece uma comunicação interativa entre as ordens díspares de grandeza ou de realidade; ou que ela atualiza a energia potencial ou integra as singularidades; ou que ela *resolve o problema* posto pelos díspares, organizando uma dimensão nova na qual eles formam um conjunto único de grau superior [29].

Observa-se que a função do público é alterada na visão de sistema como obra de arte. Segundo Milton, “a interação propriamente dita, no sentido do público afetar os eventos que lá acontecem, dá ao público uma nova função ou característica, solicitando sua participação não só através da interpretação ou reflexão mental, mas também a sua atuação corporal na obra” [30]. Ressalta-se, novamente, que esta atuação na obra não se restringe a uma ação definida *a priori*, como apertar um botão, mas uma ação de experimentação ao nível molecular dos corpos ou elementar dos objetos tecno-estéticos, uma ação de agenciamentos, “agenciar é estar no meio, sobre a linha de encontro de um mundo interior e de um mundo exterior.” [31]. O público inter(ator) pertence a obra, já que, por exemplo, “o espaço das instalações que era ocupado com elementos tridimensionais dá lugar ao público que precisa se movimentar e atuar dialogando com os elementos virtuais que se atualizam” [32].

Podemos observar tais relações em obras de realidade virtual, como “Osmose” (1995) de Charlotte Davies, uma vez que proporcionam uma experiência sem contigüidade com o referente real e com outras situações espaço-temporais. Segundo Oliver Grau,

“enquanto ambientes virtuais anteriores apresentavam portais que resultavam em transições abruptas, no mundo das imagens de “Osmose” o observador vivencia transições osmóticas de uma esfera a outra, vindo uma esfera esmorecer lentamente antes de se amalgamar à próxima” [33].

O interator atinge um estado de imersão através das transformações da paisagem digital, experimentando sensação de leveza, ausência de gravidade e movimento multidirecional. Em “Osmose” utiliza-se capacete de realidade virtual, recursos da computação gráfica 3D e sons interativos que são explorados sinesteticamente.

Tais relações também podem ser encontradas nas obras do grupo SCIArts – Equipe Interdisciplinar que desenvolve seus trabalhos na intersecção entre arte e ciência e tecnologia e a partir da idéia de sistema como obra de arte. [34] A produção do grupo procura exprimir a profunda complexidade existente na relação entre estes elementos e a representação de conceitos artístico-científicos contemporâneos que demandem novas possibilidades midiáticas e poéticas. Trabalhos como “Por um Fio” que priorizam as relações entre os diversos trabalhos existentes em uma mostra de arte e opera com os processos paradoxais da observação humana onde interação simultaneamente espaços virtuais e realidade, imagens em tempo real e imagens pré-gravadas. “Entremeios I e II” que é uma obra que opera nos espaços entre obras e transforma a individualidade das obras, presentes em um evento, em um sistema integrado que ganha significado com a presença dos interatores no ambiente. “Re-Trato e Des-Espelho” e “Marciso” atuam com o sujeito mediado pelo Outro, pela linguagem e pela cultura os sistema são construídos de maneira a que se produzam “espelhos

bizarros” que reflitam outras faces de nós mesmos para a nossa própria contemplação. Eles propõem jogos de imagens no qual o indivíduo se reconheça a partir de outros pontos de vista que não o seu próprio, mas de um outro externo e estranho sobre si mesmo.



Fig. 4 – “Atrator Poético” de Grupo SCIArts – Equipe Interdisciplinar – 2005.

Por fim, “Atrator Poético” e “Gira.S.O.L” são produções que operam com as forças não visíveis da natureza. A instalação hipermídia interativa “Atrator Poético” constrói sua poética através do diálogo entre imagem, som, ferro-fluído (um líquido magnético que se conforma ao campo formado por bobinas eletromagnéticas) e a interação com o público e foi realizada em parceria com o músico Edson Zampronha.

Já, a obra “Gira S.O.L.” - Sistema de Observação da Luz - utiliza-se de uma estrutura que possui a propriedade de se organizar diante de um estímulo ambiental tal como a flor girassol. A relação entre a natureza e a tecnologia, através da utilização da energia solar constrói a poética da obra.

A idéia de “sistema como obra de arte” faz parte de uma visão processual e relacional do mundo que, cada vez mais, vem se afirmando em todos os campos do conhecimento. Essa ideia faz referência à obra propriamente dita, que não se apresenta, neste caso, como um objeto ou um espaço físico delimitado e visível, mas como um sistema.

As instalações desenvolvidas pelo grupo SCIArts, desde o princípio baseia-se na idéia de um sistema interligando eventos, influenciado pelas teorias dos “sistemas complexos”, dos “campos mórficos” [35], da “teoria das redes” [36] e do “efeito borboleta” [37]. A “teoria geral dos sistemas” surgiu influenciada por alguns teóricos holistas, mas foi encaminhada, em 1950, pelo biólogo Ludwig von Bertalanffy [38]. Essa visão holística, predominante na biologia, também passou a influenciar a Arte.

Na Argentina, nos anos 60, o “Centro de Estudios de Arte y Comunicación” (CAYC), apontou para essa possibilidade trazendo a idéia da “Arte de Sistemas”. É preciso considerar o conteúdo semântico presente na expressão “arte de sistemas” e compará-lo com a expressão “sistema como obra de arte” que aqui está sendo proposta. No primeiro caso, há uma generalidade artística que, de alguma maneira, se conforma em um sistema, enquanto, no segundo caso, é a natureza do sistema que permite vê-lo como obra artística. Há ainda uma diferença crucial no enfoque dado ao conceito de sistema, hoje, as teorias consideradas fazem suas observações com base nos sistemas complexos.

De uma maneira muito simplificada, a “Teoria da Complexidade” define sistemas complexos como organizações constituídas de muitas partes heterogêneas que interagem localmente sem interferências de um controle centralizado. Segundo a abordagem oferecida por tais teorias, o universo é sistêmico. A economia, o cérebro, os sistemas de tráfego das grandes cidades podem ser descritos como sistemas que compartilham comportamentos ou dinâmicas semelhantes, não obstante a diversidade, a escala, ou a natureza de suas composições. O entendimento de tais dinâmicas sistêmicas requer a integração de inúmeras perspectivas oriundas das mais diversas áreas do conhecimento, partindo da física à química, da biologia à ciência da computação, da ciência social à economia, da ciência cognitiva à matemática. O tipo de abordagem que se realiza dentro da perspectiva da complexidade enfatiza aspectos da organização, da arquitetura dos sistemas em detrimento do estabelecimento de estados individuais. O objetivo da teoria da complexidade é buscar compreender como novas classes de entidades se estabelecem e permanecem, como por exemplo, sistemas químicos autônomos, organismos vivos, estruturas cognitivas e sociedades, modelando-as no contexto de uma abrangente teoria da evolução. Dentro de uma perspectiva de aplicação tão ampla, não é descabido supor que as Artes e suas práticas possam ser consideradas como objetos de estudo no campo de conhecimento configurado pelas teorias dos sistemas complexos.

Aventar tal possibilidade de análise, não implica negar ou desconsiderar outras abordagens. Ao contrário, a utilização de um instrumental oriundo da Complexidade se coloca aqui como uma tentativa de contribuir para a ampliação do conhecimento crítico da Arte, principalmente quando se trata de refletir sobre características emergentes como as que se apresentam nas obras de Artes Contemporâneas com base nas Novas Tecnologias. As práticas artísticas de hoje e as rupturas com padrões pré-estabelecidos que elas representam são tais que sua crítica, no contexto da Arte, demanda novos paradigmas e, eventualmente, a reformulação de aspectos ontológicos da Arte.

## Referências

- [1] SANT'ANNA, D. Corpo e História. In: *Cadernos de Subjetividade*. São Paulo: Editora Educ, 1996.
- [2] SIMONDON, Gilbert. *Du mode d'existence des objects techniques*. Paris: Editions Aubier, 1989.
- [3] SANT'ANNA, D. Corpo e História. In: *Cadernos de Subjetividade*. São Paulo: Editora Educ, 1996.
- [4] SANTAELLA, M. L. Sujeito, subjetividade e identidade no ciberespaço. In: LEÃO, L. (org.). *Derivas: cartografias do ciberespaço*. São Paulo: Annablume, 2004.
- [5] PANOFSKY, E. *O Significado nas Artes Visuais*. São Paulo: Perspectiva, 1979, p. 360.
- [6] GRAU, O. *Arte Virtual: da ilusão à imersão*. São Paulo: Editora UNESP: SENAC, 2007, p. 137.
- [7] CAUQUELIN, A. *A invenção da paisagem*. São Paulo: Martins, 2007, p. 114.
- [8] Ibidem, p.79.
- [9] Ibidem, p.104.
- [10] VARELA, F. O Reencantamento do Concreto. In: *Cadernos de Subjetividade – O Reencantamento do Concreto*. São Paulo: Hucitec/EDUC, 2003, p. 79.
- [11] CAUQUELIN, A. *A invenção da paisagem*. São Paulo: Martins, 2007, p. 85.
- [12] BENJAMIN, W. *Magia e técnica, arte e política: ensaios sobre literatura e história da cultura*. São Paulo: Brasiliense, 1994.
- [13] DIDI-HUBERMAN, G. *O que vemos, o que nos olha*. São Paulo: Ed. 34, 1998.
- [14] BENJAMIN, W. *Magia e técnica, arte e política: ensaios sobre literatura e história da cultura*. São Paulo: Brasiliense, 1994.
- [15] HILDEBRAND, H. R. *As Imagens Matemáticas: a semiótica dos espaços topológicos matemáticos suas representações no contexto tecnológico*. Tese de doutoramento apresentada no Programa de Comunicação e Semiótica de PUCSP, 2002, p.103.
- [16] DEVLIN, K. *Matemática: a ciência dos padrões*. Portugal: Porto Editora, 2002.
- [17] PEIRCE, C. S. *The New Elements of Mathematics*. The Hague: Mouton. Ed. Eisele, Carolyn, 4 vols, 1976, p. 213.
- [18] HILDEBRAND, H. R. *As Imagens Matemáticas: a semiótica dos espaços topológicos matemáticos suas representações no contexto tecnológico*. Tese de doutoramento apresentada no Programa de Comunicação e Semiótica de PUCSP, 2002.
- [19] BOYER, C. B. *História da matemática*. Traduzido por Elza F. Gomide. São Paulo: Edgard Blucher, 1974, p.401.
- [20] COSTA, N. C. A. *Ensaio sobre os fundamentos da lógica*. São Paulo: Hucitec, 1990, p.16.
- [21] BOYER, C. B. *História da matemática*. Traduzido por Elza F. Gomide. São Paulo: Edgard Blucher, 1974, p.401.
- [22] COSTA, N. C. A. *O conhecimento científico*. São Paulo: Discurso Editorial, 1997, p.113.
- [23] ROSENSTIEHL, P. *Lógica Combinatória: Redes*. In *Enciclopédia Einaudi - Volume 13*. Lisboa: Imprensa Nacional – Casa da Moeda, 1988, p. 228-246.
- [24] Simondon ibidem p.100.
- [25] Simondon ibidem p.100.
- [26] DELEUZE, G. *Lógica do Sentido*. São Paulo: Editora Perspectiva, 1969, p. 264.
- [27] SIMONDON, G. *El individuo y su genesis Físico-Biológica – La individuación a la luz de las nociones de forma y de información*. Tradução Ernesto Hernández B. Universitaires de France, 1964, p.38.
- [28] OLIVEIRA, A. M. *Análise e Criação em Artemídia: Tecnicidade, Paisagem e Corpo nas dramáticas do acontecimento digital*. Projeto de Tese de doutoramento apresentada no Programa de Informática na Educação, UFRGS, POA, 2008.
- [29] DELEUZE, G. *Lógica do Sentido*. São Paulo: Editora Perspectiva, 1969, p. 119.
- [30] SOGABE, M. O espaço das instalações de arte. In: *ARTECH 2008 - Proceedings of the 4th International conference on Digital Arts*. Porto, 2008.
- [31] DELEUZE, G. *Lógica do Sentido*. São Paulo: Editora Perspectiva, 1969, p. 131.
- [32] SOGABE, M. O espaço das instalações de arte. In: *ARTECH 2008 - Proceedings of the 4th International conference on Digital Arts*. Porto, 2008.
- [33] GRAU, O. *Arte Virtual: da ilusão à imersão*. São Paulo: Editora UNESP: SENAC, 2007, p.222.
- [34] HILDEBRAND, H. R.; SOGABE M. T. & FOGLIANO, F.; LEOTE R.; BLUMEINSHEIN, J. *NSCIArts – Equipe Interdisciplinar*. Disponível em <http://www.sciarts.org.br>. Acessado em 4 de dezembro de 2009.
- [35] SHALDRAKE, R. *Sete Experimentos Que Podem Mudar O Mundo*. São Paulo: Cultrix, 1999.
- [36] ROSENSTIEHL, P. *Lógica Combinatória: Redes*. In *Enciclopédia Einaudi - Volume 13*. Lisboa: Imprensa Nacional – Casa da Moeda, 1988, p. 228-246.
- [37] LORENZ, E. N. *Previsibilidade: o bater de asas de uma borboleta no Brasil desencadeia um tornado no Texas*. O artigo foi apresentado em 1972 em um encontro em Washington. (<http://www.geocities.com/inthechaos/histo.htm>)
- [38] CORNING, P. *The re-emergence of “emergence”: A venerable concept in search of a theory*. *Complexity*. Volume 7, Issue 6. Hoboken: Wiley Periodicals; 2002, p.3.

