

As co-relações entre multiplicidade e singularidade no contexto da arte e design generativos

Monica Tavares, Juliana Harrison Henno

Resumo

Este artigo pretende abordar como artistas e designers exploram a associação entre os sistemas generativos e os métodos automatizados de produção no contexto de seus processos criativos. Em primeiro lugar, discute as noções de aleatoriedade e autonomia no contexto da arte computacional. Em segundo lugar, aborda a noção de complexidade no âmbito da arte generativa; em terceiro lugar, busca examinar como a confluência dos sistemas generativos e da fabricação digital podem interferir na arte e design digitais, visto que tal relação desestrutura a noção de múltiplo sempre igual e converge para as noções de multiplicidade e singularidade. Por fim, investiga alguns trabalhos de arte e design generativos, a partir dos quais pode ser gerada uma multiplicidade de representações físicas, marcadas em suas singularidades, portanto, decorrentes da noção de obra como modelo. Para tanto, examinaremos os seguintes trabalhos: “The Shape Project” (2006), de Allan McCollum, e a série “Computational Chair Design” (2004) produzida pelo EZCT Architecture & Design Research, em parceria com os pesquisadores Hatem Hamda e Marc Schoenauer. O primeiro é um sistema projetado para criar mais de 31 bilhões de formas distintas e exclusivas em analogias a cada habitante do planeta no ano de 2050; o segundo se refere a uma população de distintas cadeiras criadas digitalmente a partir de um sistema baseado em algoritmos evolucionários.

Palavras-chave: sistemas generativos, produção automatizada, aleatoriedade, multiplicidade, singularidade.

1 - A aleatoriedade e a autonomia no contexto da arte computacional

Partiremos da pressuposição de que o comportamento deste ou daquele sistema computacional depende da dialética entre ordem e desordem guiada pelo seu grau de autonomia ou auto-organização. Enquanto os sistemas caóticos são incertos, não previsíveis, não lineares, e expressam algum senso de causa e efeito, os randômicos são considerados “máquinas” determinísticas, em que a aleatoriedade instaura-se de modo reflexivo a partir de procedimentos diversos de criação. Com base em Schönlieb; Schubert (2013, p.29-34), a aleatoriedade como conceito é constitutiva da arte contemporânea. Contudo, tal conceito não se restringe ao momento atual e já foi bastante utilizado nos trabalhos do dadaísmo, do surrealismo e, também, da action painting. Se a aleatoriedade fora do contexto computacional pode ser conseguida por processos de repetição e seriação, nos sistemas computacionais, a máquina é alimentada por um algoritmo, admitido como um processo específico, que inclui instruções a serem seguidas, mantenedoras de uma desordem programada. A arte gerada a partir de processos aleatórios computacionais cria imagens, que são produto das relações ordem / desordem; simulam-se processos os mais variados, relacionados à criatividade, ao pensamento visual e também aos processos de crescimento naturais (PLAZA; TAVARES, 1998, p.135).

*Monica Tavares é Professora Associada do Departamento de Artes Plásticas da Escola de Comunicações e Artes da USP. Doutora em Artes pela Escola de Comunicações e Artes
2 Juliana Harrison Henno é Doutoranda e Mestre em Artes Visuais pela Escola de Comunicações e Artes (ECA-USP) / julianaharrison@usp.br.*

Como toda configuração estética parte de um repertório de elementos (em estado de pré-ordem) fisicamente determinados, repertório que é seletivamente trans-realizado através de um código para um produto capaz de determinar um efeito estético em um sujeito, estabelece-se, então, uma relação dialética entre pré-ordem e ordem. A criação caracteriza-se, assim, pela transição de um repertório (finito) para um produto, produto este que pode ser reflexo do estado repertorial (ordem caógena) de um estado de ordem regular e normativa (ordem estrutural) ou de um estado irregular, configurado ou singular (BENSE, 1972, p.108-13). Assim, a arte gerada pela aleatoriedade computacional está ligada à teoria da “estética gerativa” de Max Bense (1975, p.136) que se propõe como teoria matemática tecnológica da transformação de um repertório em diretivas, destas em procedimentos e destes em realizações. No programa, constam as diretivas, que são expressas por um repertório de signos da linguagem de programação utilizada, cabendo, portanto, ao realizador a confecção desse programa (previsto com certo grau de probabilidade), que será executado, de modo “automático”, pelo computador, e na interação com o receptor. Contudo, de modo não contraditório, Galanter (2008, s.p.) amplia a noção da estética gerativa, ao preconizar a noção da arte generativa: Generative art refers to any art practice where the artist cedes control to a system that operates with a degree of relative autonomy, and contributes to or results in a completed work of art. Systems may include natural language instructions, biological or chemical processes, computer programs, machines, self-organizing materials, mathematical operations, and other procedural inventions. O que se demarca, aqui, na diferenciação entre automático e autômato, é a possibilidade de se incorporar a noção de feedback por aprendizagem, não se excluindo o de reflexo condicionado. Deste modo, as retroações auto-reguladoras – retroação negativa – e as auto-amplificadoras – retroação positiva – mantêm o sistema em funcionamento (TAVARES, 2001). No contexto computacional, o feedback reativo manifesta-se, ao atualizar, por meio de inputs, as opções de escolha já predeterminadas e sugeridas, que se encontram armazenadas em memória. Trata-se de uma regulação em constância, sendo que a finalidade do sistema manifesta-se no propósito de manter o seu comportamento (manter-se em equilíbrio, em homeostase), apesar de, neste caso, haver a possibilidade de não se esgotar a finitude de opções a explorar. As possibilidades de articulação dos significantes (escolha e combinação) mostram-se finitas (TAVARES, 2001). Já no feedback positivo, ocorrem possíveis reorganizações a partir de regras estruturais predefinidas. Neste caso, demarca-se a transposição, da noção de finitude das possibilidades a atualizar (por essência, reativa ou auto-adaptativa, em semelhança a uma auto-regulação negativa) para o conceito de “campo dos possíveis” a ser explorado (por essência, instável ou autodidata, em analogia a uma auto-regulação positiva).

Nesta perspectiva, este tipo de feedback é de ordem superior, e a retroação é dita positiva, em razão de o sistema comportar-se de maneira autoamplificadora. Nele, a experiência passada é utilizada tanto para regular os movimentos específicos, quanto a política de comportamento (TAVARES, 2001).

O primeiro tipo foca a interação entre seres humanos e computadores seguindo a ação-reação ou o modelo reflexo; o segundo tipo examina a ação enquanto guiada pela corporeidade, personificações, percepções, processos sensório-motores e autonomia, considerada esta última na referência ao conceito de "autopoiesis" proposto por Francisco Varela, em seu seminal trabalho *Autonomie et connaissance: essais sur le vivant*. (COUCHOT, 2010, p.185).

Assim, o desenvolvimento dos sistemas artificiais auto-organizados, que admitem espécie de autonomia dada pela capacidade de realizarem feedbacks negativos e positivos, decorre de uma ordem e uma finalidade constituídas pelo próprio programa. Como comenta Cox (2010), o feedback positivo assegura um desenvolvimento adicional do processo, causando uma mudança fundamental e não previsível no sistema (TAVARES, 2004).

Logo, com base no que Johnson (2011, s.p.) propõe, se admitirmos tais sistemas como complexos, eles devem conter se não todas, mas sim a maioria das seguintes características: a) o sistema contém uma coleção de objetos que interagem entre si e são conhecidos como "agentes"; b) o comportamento destes objetos é afetado pela memória ou feedback; c) os objetos podem adaptar suas estratégias de acordo com suas histórias; d) o sistema é tipicamente "aberto"; e) o sistema parece estar "vivo"; f) o sistema exhibe fenômenos emergentes que são geralmente imprevisíveis e podem ser extremos; g) os fenômenos emergentes tipicamente se apresentam na ausência de qualquer sorte de "mão invisível" ou controlador central; h) o sistema mostra uma mistura complicada de comportamentos ordenados e desordenados. Entende-se que o grau de complexidade varia em função da adequação do sistema a quantidade e tipo de feedback é de ordem superior, e a retroação é dita positiva, em razão de o sistema comportar-se de maneira autoamplificadora. Nele, a experiência passada é utilizada tanto para regular os movimentos específicos, quanto a política de comportamento (TAVARES, 2001).

O primeiro tipo foca a interação entre seres humanos e computadores seguindo a ação-reação ou o modelo reflexo; o segundo tipo examina a ação enquanto guiada pela corporeidade, personificações, percepções, processos sensório-motores e autonomia, considerada esta última na referência ao conceito de "autopoiesis" proposto por Francisco Varela, em seu seminal trabalho *Autonomie et connaissance: essais sur le vivant*. (COUCHOT, 2010, p.185).

Assim, o desenvolvimento dos sistemas artificiais auto-organizados, que admitem espécie de autonomia dada pela capacidade de realizarem feedbacks negativos e positivos, decorre de uma ordem e uma finalidade constituídas pelo próprio programa. Como comenta Cox (2010), o feedback positivo assegura um desenvolvimento adicional do processo, causando uma mudança fundamental e não previsível no sistema (TAVARES, 2004).

Logo, com base no que Johnson (2011, s.p.) propõe, se admitirmos tais sistemas como complexos, eles devem conter se não todas, mas sim a maioria das seguintes características: a) o sistema contém uma coleção de objetos que interagem entre si e são conhecidos como "agentes"; b)

o comportamento destes objetos é afetado pela memória ou feedback; c) os objetos podem adaptar suas estratégias de acordo com suas histórias; d) o sistema é tipicamente "aberto"; e) o sistema parece estar "vivo"; f) o sistema exhibe fenômenos emergentes que são geralmente imprevisíveis e podem ser extremos; g) os fenômenos emergentes tipicamente se apresentam na ausência de qualquer sorte de "mão invisível" ou controlador central; h) o sistema mostra uma mistura complicada de comportamentos ordenados e desordenados. Entende-se que o grau de complexidade varia em função da adequação do sistema a quantidade e especificidades dessas características. Como acrescenta Galanter & Levy (2003, p. 259): "complex systems exhibit emergent behavior that is both deterministic and dynamic in ways that can be dramatic, fecund, catastrophic or so unpredictable as to seem random."

Inegavelmente, as novas pesquisas científicas que paradigmaticamente a simulação de criaturas artificiais à semelhança dos sistemas naturais, quando transmutadas para o âmbito da arte, indicam a possibilidade de criação de mundos virtuais semelhantes em sua tridimensionalidade e em seus estados comportamentais. No entanto, mesmo que esse produto seja emergentemente distinto a cada aparição, dada a potencialidade da máquina para operar com programas complexos, a sua forma retrata basicamente uma (im)previsibilidade no arranjo dos elementos (e das relações entre suas partes). Esses sistemas inteligentes estabelecem uma auto-correlação e uma mútua influência entre os elementos que deles fazem parte, dando conta de uma ordem-desordem existente, sem contudo terem a capacidade de criar abduzivamente (TAVARES, 2004). Paradoxalmente, a própria incapacidade do homem de dominar o infinito pelo artifício do finito no ato da programação, necessariamente, o faz recorrer à máquina para aplicar ordenadamente ou desordenadamente, randomicamente ou caoticamente, as operações complexas e o jogo combinatorio embutido no algoritmo, decorrendo daí a ilusão de os entes numéricos estarem, a cada momento, se autojulgando. O que cabe lembrar é que as imagens assim geradas não representam o "real", mas são, sobretudo, conceitos elaborados sobre esse real (TAVARES, 2004). O que, aqui, se faz é subliminarmente jogar com as variantes e as equivalências das regras de programação e também com a capacidade paramórfica, de transdução e de otimização do número em fornecer para o homem as condições, as mais diversas, para gerar, processar, modificar e criar esses sistemas inteligentes (TAVARES, 2004). Se para a máquina, hoje, já é possível aprender e, assim, obter soluções de antemão não previstas (contidas no programa e inerentes ao rompimento da homeostase do sistema), vale reforçar que tal possibilidade deve-se negavelmente à sinergia homem-máquina (em referência ao conceito de isodinamismo, proposto por Simondon (1969, p.137-8). A emergência de sistemas complexos existe pelo input previamente dado por quem os programa e, necessariamente, atualizado a todo instante pelo trabalho colaborativo da máquina (e do receptor). Em suma, a capacidade de aprendizado desses sistemas se atualiza implicitamente devido ao propósito do homem de treiná-los e ao deles de fazer aparecer possibilidades, de antemão programadas, mas não necessariamente previstas. (TAVARES, 2004).

2 - A complexidade no âmbito da arte generativa

Como visto, a complexidade do sistema se refere ao potencial de ordem/desordem emergente, mas também baseia-se na teoria cibernética que descreve os limites dos sistemas de autorregulação com base em parâmetros pré-determinados.

Portanto, sistemas complexos se tornam caóticos de modo “previsível”, ao expressarem a dialética entre ordem e desordem. Mesmo ao incorporar a possibilidade de aprendizado, adaptabilidade e auto-reprodução, tais sistemas, como diria Bense (1975), são resultado da seleção de elementos, extraídos de um repertório finito, em estado de pré-ordem, combinados para formar uma nova ordem gerada pelas múltiplas relações de suas partes.

Assim, vale reiterar que enquanto a “primeira cibernética” enfoca prioritariamente as noções de controle e comunicação (no animal e na máquina) e as de informação, a “segunda cibernética” concentra-se preferencialmente sobre as noções de auto-organização, estruturas emergentes, redes, questões de adaptação e de evolução (COUCHOT; TRAMUS; BRET, 2003, p. 32). Nesta perspectiva, os algoritmos passam a incorporar propriedades das ciências cognitivas e das ciências da vida, e se acrescentam àqueles que simulam modelos físicos e mecânicos (COUCHOT, 2010, p.185-186).

Os objetos passam a ser dotados de características dos sistemas vivos e inteligentes, comportando-se como seres artificiais, mais ou menos autônomos. Nesta perspectiva, surge a questão: de que modo pode-se entender a complexidade no âmbito da arte generativa? Antes de tudo, deve-se considerar que os algoritmos incorporam procedimentos, ou seja, sistema de leis que definem formas de ações. O uso de algoritmos computacionais potencializa a criação de objetos virtuais, definido matematicamente no espaço-tempo do computador, criado pela mente a partir de juízos perceptivos e códigos de representação e não como percepção visual (PLAZA; TAVARES, 1998, p.40). Entre a criação da imagem-modelo e a execução, interpõem-se operações comandadas pelos algoritmos.

A criação computacional implica a descrição de passos que, segundo um esquema chamado organograma, aporta um rigor operacional necessário ao processo de pensamento.

O organograma é transformado em um programa ou sequência de instruções que viabilizam as possibilidades de criação de modelos (PLAZA; TAVARES, 1998, p. 40-41).

Os modelos tendem a substituir imagens e/ou processos; e, neste sentido, comportam-se como descrições algorítmicas do objeto ou fenômeno que se está a re(criar). Assim sendo, para produzir sistemas computacionais de diferentes complexidades, utiliza-se a capacidade do computador de não só vencer o infinito pelo artifício do finito, mas também a sua capacidade de autoorganização como via para potencializar procedimentos de repetição, recursão, transformação geométrica e numérica, transcodificação, parametrização, visualização, simulação etc. Nesta perspectiva, os códigos e linguagens utilizados matematizam as formas de criação, que, se pensadas na dialética ou na co-dependência entre banal e originalidade, ordem e desordem, revelam o pensamento e a vida em sistema.

Assim, ao se admitir diferentes formas de utilização de códigos e linguagens, entende-se que a complexidade é variante entre os polos da ordem e da desordem. Tal afirmação é complementada, ao se considerar a figura 1 – proposta por Galanter (2003, s.p.), com base no livro “The Computational Beauty of Nature” de Gary Flakes (1998) – que exhibe diferentes sistemas de arte generativa.

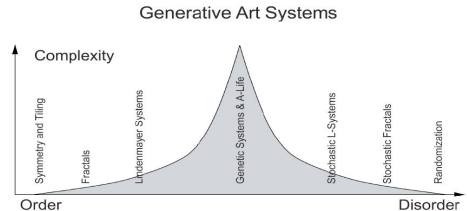


Figura 1: Sistemas de arte generativa. Fonte: Galanter (2003, s.p.).

Ao ampliar a compreensão do que a arte generativa realmente seja, Galanter (2003, s.p) expõe que a complexidade é específica a cada sistema e que nem todos os sistemas são igualmente complexos. Nesta perspectiva, o autor releva que mesmo sistemas não computacionais, como os trabalhos da cultura islâmica, as obras de Escher e as experimentações de artistas minimalistas e conceituais como Carl Andre, Mel Bochner, Donald Judd, Paul Mogenson, Robert Smithson e Sol Lewitt, já expunham o princípio generativo como mote de criação.

Galanter (2003, s.p.) enfatiza que enquanto sistemas complexos representam, de alguma maneira, o futuro da arte generativa, estes não devem ser de modo algum privilegiados em relação aos sistemas simples. Cada tipo de sistema ocupa, portanto, lugar histórico e referência contemporânea no contexto da prática artística. Tanto os de extrema ordem quanto os de extrema desordem são importantes para o entendimento geral do que venha a ser o conjunto da arte generativa. Logo, ratificamos a importância de diferentes códigos e linguagens como via para o entendimento dos processos de criação na arte generativa. Mesmo que pareça paradoxal, exemplos outros corroboram tal observação: artistas e músicos, tais como Mel Bochner, John Cage, Allan Kaprow, Sol LeWitt, Yoko Ono e La Monte Young, escrevem, tais como os programadores, instruções para a realização de ações, enfim, algoritmos, procedimentos, direções que ampliam as possibilidades de criação (REAS; McWILLIAMS; BARENDSE, 2010, p.21).

3 - A multiplicidade e a singularidade no âmbito da arte generativa e da fabricação digital

A imagem autônoma e digital, construída a partir de uma organização numérica, não necessariamente se limita ao formato virtual e desmaterializado das telas dos computadores para se apresentar. Como vimos, o fato determinante de que a criação desses modelos digitais se dá por meio de códigos numéricos de representação torna, portanto, possível modelar estruturas complexas. Desta maneira, artistas e designers das mídias digitais veem nessa característica uma vantagem, pois conseguem produzir formas, cuja execução manual seria impraticável e, mais ainda, que simulam o comportamento de sistemas complexos. A alternativa oferecida para se materializar formas digitais é a fabricação digital que permite a transformação de modelos virtuais em representações físicas com diferentes características. Com a possibilidade da produção digital, redefine-se a lógica do múltiplo sempre igual, resultante de uma fabricação de modelos idênticos baseados em uma única matriz, e caminha-se para a lógica da customização, de modo que cada imagem impressa seja singular em sua multiplicidade. Para Moles (1990, p. 111-114), a obra de arte no sentido antigo não mais existe. Ela deve ser múltipla não só na sua essência, mas na sua intenção. O autor sugere a obra, não como simples resultado,

mas como um modelo, o qual deve se impor pelo seu valor de difusão, oferecendo dois métodos para viabilizá-lo: a cópia e a permutação. Enquanto a cópia não se apresenta mais como obra do artista, e sim, como “multiplicação do real”, cada vez mais degradada e controlada pelos difusores de massa; a permutação (aqui considerando a arte generativa), ao contrário, possibilita “uma multiplicidade de formas novas a partir de um número limitado de elementos”. Estabelece-se como resultado variações de um algoritmo em função dos seus elementos de entrada, responsáveis pela criação de várias e distintas obras que, no entanto, apresentam-se similares. Portanto, pelo caráter numérico, a arte e o design generativos no contexto computacional permite criar uma multiplicidade singularizada, ampliando, conseqüentemente, a especificidade entre as imagens.

Essa mudança afeta a prática de designers e artistas, que no intuito de representar formas distintas, viam-se obrigados a recorrer a caras e estandarizadas produções industriais do produto e/ou à produção artesanal, que nem sempre alcançava o nível de detalhe desejado. A fabricação digital não necessita de moldes ou de uma tiragem mínima, a sua única imposição é que o modelo digital a ser produzido seja corretamente convertido para o formato codificado pela máquina para que, assim, esta possa gerar o artefato físico, ou seja, dá-se um fluxo de informação – CAD/CAM iii. As diferentes técnicas possibilitam diferentes combinações de materiais e acabamentos a custos variados e em um tempo relativamente rápido. Distintas possibilidades de representação física da ideia-modelo podem ocorrer. Ao se reordenar e reorganizar o algoritmo, são geradas variadas e distintas visualizações e conseqüentes representações físicas dessa ideia-modelo, realizadas a partir da articulação das regras tecnológicas inicialmente propostas (Plaza & Tavares, 1998, p.40), instaurando-se, pela customização, uma diversidade de novos objetos. Logo, arrisca-se a afirmar que, sob o ponto da fabricação digital, tanto a noção de finitude das possibilidades a atualizar (por essência, reativa ou auto-adaptativa, em semelhança a uma auto-regulação negativa), quanto o conceito de “campo dos possíveis” a ser explorado (por essência, instável ou autodidata, em analogia a uma auto-regulação positiva) – discutidos no tópico 1 – potencializam, em condições semelhantes, mas específicas, os processos de customização de objetos.

Ambos os procedimentos trazem, em potencial, mesmo que de maneiras diferentes, a prerrogativa de representar fisicamente os objetos virtuais simulados nos específicos algoritmos. Em ambos os casos, incita-se a geração de distintas, mas similares obras, dando lugar a multiplicidade e singularidade concretas. A cada possibilidade de readaptação dos sistemas envolvidos, reorganize o algoritmo computacional seja por meio de parametrizações, repetições, simulações, transformações e/ou visualizações. Mas, também recria-se, a partir das regras estruturais já nele predefinidas, uma multiplicidade de distintas obras e, em alguns casos, novas artes (Moles, 1990, p. 258-259), reafirmando a máxima de que, na arte (e também no design), as regras são finitas e os eventos infinitos. Assim, no contexto da fabricação digital, podemos admitir que seja ao vencer o infinito pelo artifício do finito, seja ao explorar o campo de possíveis, o artista e o designer passam a lidar, em graus distintos de complexidade, com as noções de “obra combinatória”, “obra permutatória”, “obra como modelo” ou de “obra-mãe”. Nestes casos, o sistema comporta-se na tendência à instabilidade, pois a possibilidade de sua reorganização (em razão dos desvios) explicita uma mudança de patamar de funcionamento desse sistema, dando margem, portanto, não só à criação de novas artes, mas também de representação física de novos objetos. Logo, instaura-se sempre uma nova reorganização do sistema em uma distinta forma de visualização,

sem contudo se descaracterizar a série de instruções propostas nos algoritmos. Cada sistema, ao manifestar-se isomorficamente pode vir a gerar outros distintos, de caráter homomórfico (TAVARES, 2004). No intuito de melhor caracterizar a associação entre os sistemas generativos e os métodos automatizados de produção, a seguir analisaremos dois estudos de caso no contexto da arte e do design generativos computacionais. O primeiro, em que seja a noção de feedback negativo condiciona o seu funcionamento; o segundo, em que a noção de feedback positivo age como mantenedor das atualizações. Ambos os trabalhos se utilizam da potencialidade da fabricação para se fazerem fisicamente representados.

4 - Estudos de casos

• “The Shape Project” (2006), de Allan McCollum

O artista americano, Allan McCollum trabalha conceitos que envolvem a produção em massa, a singularidade e a categorização. Para McCollum, a obra de arte não necessariamente precisa ser única para ter valor, ao seu ver a réplica e a reprodução em massa podem também fazer parte do vocabulário de expressão de um artista como algo original. Para ele, as peças produzidas em larga escala possuem alguma qualidade que as distingue uma das outras sem no entanto torná-las alheias àquele grupo ao qual pertencem. O trabalho “The Shape Project” é um exemplo deste procedimento de criar. Neste caso, foi elaborado um sistema que tem potencialidade de gerar 31 bilhões de formas, número que excede a estimativa da população do mundo, no ano 2050. Cada uma destas formas é única e foi composta pela junção de 4 ou 6 partes (ver figura 2 e 3). Cada uma destas partes compõe um catálogo de 300 figuras vetorizadas pelo artista no software Adobe Illustrator® de modo a serem combinadas de maneiras diferentes e sem qualquer tipo de repetição resultando em dezenas de bilhões de formas. De todas as formas possíveis, McCollum já realizou experimentos com milhões delas representando-as de maneiras diferentes, desde silhuetas impressas e emolduradas, passando por utensílios domésticos desenvolvidos por meios artesanais até esculturas realizadas com meios digitais. A este artigo, interessa apresentar a série de formas realizada em conjunto com o GraphicStudio em 2006, onde 25 formas, medindo 30,48cm x 45,72cm x 13,97cm cada, foram reproduzidas em madeira laminada compensada com o auxílio de meios digitais e expostas no Friedrich Petzel Gallery (Nova Iorque) (ver figura 4). O processo de fabricação das 25 peças teve início com o arquivo vetorizado, criado a partir do sistema de formas de McCollum, que foi interpretado por uma fresadora CNC de modo a cortar 8 formas idênticas em madeira compensada. Estas oito formas foram coladas uma sobre as outras e pressionadas por quase um dia para garantir que as peças não se desprendessem formando um conjunto sólido. Uma vez coladas, a lateral da peça foi lixada e como acabamento foram aplicadas duas camadas de verniz. Esta obra demonstra que o artista se preocupou em encontrar uma lógica para o desenvolvimento de sua obra, neste caso, o sistema desenvolvido seria o responsável por criar uma multiplicidade de formas semelhantes, mas contudo distintas. Simples regras de adição das partes tendo em vista o repertório criado pelo artista substituíram sofisticados softwares generativos e permitiram a criação de uma família de formas na escala de bilhões. Ao simular uma permutatória de combinações, a obra apreende o infinito a partir do finito; ela se constrói à semelhança de um sistema de retroação auto-reguladora. Enfatiza-se uma ação/reação de estrutura circular, contudo consegue-se pelas múltiplas possibilidades de combinações e pela potencialidade da fabricação digital, apresentar peças distintas, porém similares pertencentes a uma mesma gramática/família de formas.

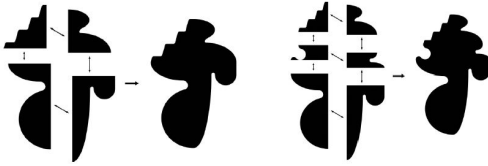


Figura 2 – Exemplo de combinação de 4 e 6 partes diferentes para se obter uma forma única. Fonte: <<http://allanmccollum.net/amcnet2/album/shapes/2006exhibition.html>>

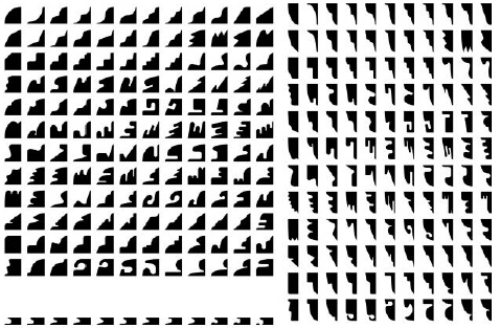


Figura 3 – Amostra das partes que compõem as formas do trabalho. Fonte: <<http://allanmccollum.net/amcnet2/album/shapes/2006exhibition.html>>



Figura 4 – Esculturas das formas expostas no Friedrich Petzel Gallery (Nova Iorque) entre novembro e dezembro de 2006. Fonte: <<http://allanmccollum.net/amcnet2/album/shapes/2006exhibition.html>>

• “Computational Chair Design” (2004), EZCT Architecture & Design Research

Os arquitetos da EZCT (Architecture & Design Research) em parceria com o pesquisador Hatem Hamda (INRIA – École Polytechnique) e o também pesquisador e especialista em Computação Evolucionária Marc Schoenauer realizaram em 2004 um projeto que se baseia nos mecanismos da evolução natural para criar uma população de cadeiras pertencentes a uma mesma “família” (ver figuras 5 e 6). Para que isso acontecesse, algoritmos genéticos, baseados nos mecanismos naturais de variação e seleção natural,

foram criados de modo a serem geradas diferentes formas de cadeiras passíveis de suportarem o peso de uma pessoa sentada. Os autores do projeto utilizaram a computação em GRID iv no processo de criação ao se valerem da ligação em rede de várias máquinas para conseguir processar uma quantidade maior de informação. Por estarem ligados em rede, os equipamentos pertencentes a este GRID processavam os dados de maneira coletiva tornando o conceito de inteligência algo distribuído. Partindo deste princípio, o projeto da série de cadeiras foi realizado a partir de uma rede de doze computadores da École Polytechnique de Paris que utilizavam a plataforma LINUX e eram controlados por Hatem Hamda do centro de matemática aplicada da mesma universidade. Essa rede de computadores utilizou algoritmos genéticos cuja função de adequação permitia a realização de uma avaliação estrutural de modo a garantir estabilidade para a cadeira ao determinar a seleção das formas mais adequadas dentre as diferentes variações produzidas pelo sistema (ver figura 7). Algumas das formas de cadeira geradas foram produzidas e materializadas em escala 1:1 utilizando a fabricação digital como recurso técnico. De antemão, não se podia prever as diferentes formas resultantes das regras inicialmente impostas nos algoritmos. Entretanto, essa potencialidade de criação permitiu a automatização não-seriada e uma conseqüente customização no processo de fabricação.

Não simplesmente se atualiza o banco de dados a partir das regras estruturais já predefinidas, mas principalmente, cria-se um sistema computacional em que se simulam “criaturas” artificiais. Aqui, a não previsibilidade do sistema e a mútua influência entre as partes que dele fazem parte constroem um sistema dito autônomo, edificado na dominância da retroação auto-amplificadora. Possíveis reorganizações podem se dar a partir das regras impostas pelo criador, que simulam um comportamento computacional auto-generativo.



Figura 5 – Simulação da população de cadeiras (esquerda) – Figura 6 – Model Test1 – 860 M – realizado após 860 gerações (direita). Fonte: <http://transnatural.org/wp-content/uploads/2011/09/EZCT_Booklet-Screen.pdf>



Figura 7 – Processo de evolução do modelo da cadeira. A cada geração uma parte da “matéria” é removida e a cadeira é avaliada em seu nível estrutural. As melhores formas são escolhidas e dão origem a um novo cruzamento. Fonte: <http://transnatural.org/wpcontent/uploads/2011/09/EZCT_Booklet-Screen.pdf>

Considerações finais

Com base na argumentação exposta neste artigo, pode-se concluir que: a) os sistemas da arte e do design generativos caracterizam-se por graus distintos de complexidade; b) a simulação desta complexidade no âmbito computacional se desenvolve a partir de sistemas de retroação autoreguladora e de retroação auto-amplificadora; c) a noção de que a arte e, por extensão, o design generativos não se circunscrevem exclusivamente aos sistemas computacionais; d) ao se produzir sistemas computacionais de diferentes complexidades utiliza-se a capacidade do computador de não só vencer o infinito pelo artifício do finito, mas também a sua capacidade de auto-organização como via para potencializar procedimentos de repetição, recursão, transformação geométrica e numérica, transcodificação, parametrização, visualização, simulação etc; e) a fabricação digital potencializa a representação física de objetos construídos computacionalmente tanto em semelhança à retroação negativa quanto à retroação positiva, dando margem ao aparecimento de uma multiplicidade de objetos distintos, mas contudo similares, que se impõe por suas singularidades. Geram-se, portanto, novas obras e, também, novas artes.

Referências Bibliográficas

BENSE, Max. *Estética de la información*. Madrid, Alberto Corazón, Editor, 1972. BENSE, Max. *Pequena estética*. São Paulo: Perspectiva, 1975. COUCHOT, Edmond. *The Automatization of Figurative Techniques: Toward the Autonomous Image*. In: Grau, Oliver (org.). *Media Art Histories*. Cambridge: The MIT Press, 2010. COUCHOT, Edmond; TRAMUS, Marie-Hélène; BRET, Michel. "A segunda interatividade. Em direção a novas práticas artísticas. In: DOMINGUES, Diana (org.). *Arte e vida no século XXI: tecnologia, ciência e criatividade*. São Paulo, Editora da UNESP, 2003. COX, Geoff. *Anti-thesis: the dialectics of software art*. Disponível em: <http://www.anti-thesis.net/wp-content/uploads/2010/01/antithesis.pdf>. Acesso: 10.09.15 FLAKE, Gary W. *The computational beauty of nature: computer explorations of fractals, chaos, complex systems, and adaptation*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1998. GALANTER, Philip; LEVY, Ellen K. *Leonardo*, Vol. 36, No. 4, pp. 259-267, 2003. GALANTER, Philip. *What is Complexism? Generative Art and the Cultures of Science and the Humanities*. Disponível em: <http://www.generativeart.com/on/cic/papersGA2008/13.pdf>. Acesso: 10.09.15. GALANTER, Philip. *What is Generative Art? Complexity Theory as a Context for Art Theory*. Disponível em: http://www.philipgalanter.com/downloads/ga2003_paper.pdf. Acesso: 10.09.15 JOHNSON, Neil F. "Two's company, three is complexity." In: JOHNSON, Neil F. *Simply complexity: a clear guide to complexity theory*. Oxford: Oneworld Publications, 2011. LABACO, Ronald T. (org.). *Out of Hand: Materializing the Postdigital*. London: Black Dog Publishing, 2013 MOLES, Abraham. *Arte e computador*. Porto: Edições Afrontamento, 1990. MOREL, Philippe. *Computational Intelligence: The Grid as a Post-Human Network*. *Architectural Design: Collective Intelligence in Design*. London: Wiley-Academy, p.100-103, 2006. PLAZA, Julio; TAVARES, Monica. *Processos Criativos Com os Meios Eletrônicos: Poéticas Digitais*. São Paulo: Hucitec, 1998. REAS, Casey; McWILLIAMS, Chandler; BARENDSE, Jeroen. *Form + Code in Design, Art, and Architecture*. New York: Princeton Architectural Press, 2010. SCHÖNLIEB, Carola-Bibiane; SCHUBERT Franz. *Random simulations for generative art construction – some examples*. *Journal of Mathematics and the Arts*, v.7,n.1, p.29-39, 2013.

SIMONDON, Gilbert. *Du mode d'existence des objets techniques*. Paris: Aubier-Montaigne, 1969. TAVARES, Monica. *A recepção no contexto das poéticas interativas*. Tese (doutorado em Artes). USP, ECA, 2001. TAVARES, Monica. *Ciberespaço e metodologias de criação*. *Conexão – Comunicação e Cultura*. UCS, Caxias do Sul, v.3,n.6, p.103-17, 2004. Disponível em: <http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/conexao/article/viewFile/92/82>. Acesso:

Outras fontes

Computational Chair Design (2004), EZCT Architecture & Design Research Disponível em: http://transnatural.org/wpcontent/uploads/2011/09/EZCT_Booklet-Screen.pdf Acesso em: agosto de 2015, *Shape* (2006), de Allan McCollum Disponível em: <http://allanmccollum.net/amcnet2/album/shapes/2006exhibition.html> Acesso em: agosto de 2015

- i "A arte generativa refere-se a qualquer prática artística em que o artista cede o controle para um sistema que opera com um grau de autonomia relativa, e contribui ou resulta em um completo trabalho artístico. Os sistemas podem incluir instruções em linguagem natural, processos biológicos ou químicos, programas de computador, máquinas, materiais
- ii "Sistemas complexos exibem um comportamento emergente que é determinista e dinâmico de maneiras que podem ser dramáticos, fecundos, catastróficos ou tão imprevisíveis como a parecer aleatórios". (tradução nossa).
- iii CAD – Abreviatura para Computer-Aided Design (design auxiliado pelo computador) / CAM – Abreviatura para Computer-Aided Manufacturing (manufatura auxiliado pelo computador).
- iv Conforme Morel (2006, p.100) a computação GRID ou GRID Computing "is a protocol for linking discrete but geographically dispersed machines into a distributed processing network" ("é um protocolo para a ligação de máquinas discretas mas geograficamente dispersas em uma rede de processamento paralelo distribuído" (tradução nossa).