

## **Criatividade na geração de formas e texturas para impressão 3D de peças cerâmicas: uma análise do processo criativo do ceramista Jonathan Keep**

*Creativity in generating shapes and textures for 3D printing of ceramic pieces: an analysis of the creative process of the ceramist Jonathan Keep*

CRUZ, Paola Rodrigues da; Especialista

paolarodriguesdacruz@gmail.com

O presente artigo buscou investigar os processos criativos do ceramista Jonathan Keep, professor do renomado Royal College of Art e contemplado em algumas premiações da categoria, no desenvolvimento de peças cerâmicas feitas em impressora 3D. Para tanto, foi feita uma entrevista semiestruturada acerca de suas atividades e percepções sobre criatividade no percurso entre a idealização do conceito e a materialização da peça. Os dados obtidos na entrevista orientaram a revisão bibliográfica na busca por teorias sobre criatividade e geração de conceitos. Também foi possível identificar uma ferramenta utilizada pelo artista para geração computadorizada de formas e texturas, que vai além dos softwares de modelagem 3D: a aplicação do algoritmo de Perlin Noise. Com isso, foi possível compreender a contribuição do ceramista para a produção criativa de vasos esculturais, dentro do que ele considera uma arte tradicional e universal, de acordo com as técnicas de sua era.

**Palavras-chave:** Impressão 3D, cerâmica, criatividade.

*This article sought to investigate the creative processes of ceramist Jonathan Keep, professor at the renowned Royal College of Art and awarded in some awards in the category, in the development of ceramic pieces made in 3D printer. Therefore, a semi-structured interview was conducted about his activities and perceptions about creativity in the course between idealization of the concept and materialization of the piece. The data obtained in the interview guided the literature review in the search for theories on creativity and concept generation. It was also possible to identify a tool used by the artist to automatically generate shapes and textures, which goes beyond 3D modeling software: the application of Perlin Noise algorithm. With this, it was possible to understand the contribution of the ceramist to the creative production of sculptural vases, within what he considers a traditional and universal art, according to the techniques of his era.*

**Keywords:** First keyword; Second keyword; Third keyword.

## 1 Introdução

As cerâmicas tradicionais, com base de argila, sílica e feldspato, são compostos inorgânicos cristalinos, ou parcialmente cristalinos, utilizados para produzir utensílios extremamente duráveis, sendo possível encontrar peças datadas de 5000 a.C. As técnicas para produção de peças cerâmicas variam de acordo com o período em que são produzidas, adaptando-se para as ferramentas disponíveis em cada época. Dessa forma, é possível acreditar que sua utilização irá perdurar por muitos anos. “Cerâmicas são materiais do passado, bem como do futuro” (ASHBY; JOHNSON, 2011, p. 205).

Em artigo para a revista *Studio Potter, Keep* (2019, p. 17) se identifica como um ceramista, além de um criativo, cuja missão é continuar a tradição de fazer vasos que representam a era em que vive, sendo esta a era em que a tecnologia computacional é onipresente.

Considerando a diversa herança da cerâmica, que um pote não é mais do que um objeto escultórico, uma construção humana, não limitado por uma única função, mas mais de uma linguagem visual comum e tradição que reflete a cultura em que foi produzido. Simplificando, se a cerâmica tem tudo a ver com funções domésticas e utilitárias, por que nem todos os potes têm a mesma aparência?

Segundo Csikszentmihalyi (2008), as atividades de *flow*, como arte, música, dança e jogos, têm sido desenvolvidas por todas as culturas, ao longo da evolução humana, como forma de melhorar a qualidade da experiência, visto que levam ao crescimento e à descoberta. As pessoas se tornam entediadas ou frustradas quando realizam as mesmas atividades no mesmo nível por muito tempo e, por isso, buscam expandir suas habilidades ou descobrir novas oportunidades de usá-las.

Embora essas atividades também possam servir a outros propósitos, o fato de proporcionarem diversão é o principal motivo de sua sobrevivência. Os humanos começaram a decorar cavernas há pelo menos trinta mil anos. Essas pinturas certamente tinham um significado religioso e prático. No entanto, é provável que a principal razão de ser da arte fosse a mesma na era paleolítica e agora, ou seja, era uma fonte de *flow* para o pintor e para o espectador. (CSIKSZENTMIHALY, 2008, p. 76).

Wingate (2002), em artigo para a revista *Ceramic Review*, revela que a vasta gama do trabalho de Jonathan Keep se relaciona pelo uso da argila como um meio de criação e expressão. Por acreditar que os vasos devem ser manuseados e tocados, seu empenho na geração de formas e texturas, evidenciado principalmente nas peças escultóricas de grande escala, promove analogias entre os vasos e o corpo humano, tanto na forma quanto no simbolismo, em que os vasos se tornam pessoas e as pessoas se tornam recipientes.

Para o ceramista, é clara a relação entre a utilização de software de modelagem com o trabalho em roda de oleiro. A exploração de formas arquetípicas por meio de uma série de armações de arame em evolução poderia ser feita também com um pedaço de argila, puxando, esticando e desenhando as formas. Entretanto, a transformação do processo de arremesso em outro meio visual o levou a trabalhar em um nível conceitual, permitindo a experimentação de formas que não poderiam ser sustentadas pelo material físico da argila (WINGATE, 2002).

O que mais interessa a Keep na revolução digital dentro do estúdio de cerâmica são as novas abordagens para se trabalhar com a argila e como elas podem mudar a definição de vaso e a relação entre o ceramista e o objeto. Com a geração de formas para impressão 3D a partir de códigos, as ideias podem surgir em um espaço virtual interativo e depois ser materializadas,

camada por camada, através de um processo similar ao *coiling*. A redefinição da relação entre o ceramista e o vaso se dá na diferença do fluxo do conceito para a execução, em que as habilidades manuais não são mais tão exploradas quanto o conteúdo visual expressivo (KEEP, 2019).

Apesar de não ser necessário nenhum conhecimento sobre programação, especialistas que o têm podem usá-lo para maximizar as possibilidades de sua modelagem. O primeiro passo para controlar o movimento detalhado da impressora 3D é gerar as curvas para os caminhos. As curvas são transformadas em um g-code<sup>1</sup> que pode ser lido pela máquina (CUEVAS; PUGLIESE, 2020).

O caminho é a curva que deve ser seguida pelo bico da impressora 3D, sendo a base para qualquer design. A taxa de alimentação pode ser uma constante ou uma variável ao longo do design, produzindo resultados diferentes, inclusive com variações de velocidade. A taxa de extrusão é a quantidade de material extrudado, que pode ou não ser proporcional para distâncias entre pontos, permitindo excesso de material controlado para criar texturas interessantes (CUEVAS; PUGLIESE, 2020).

Keep reconhece, entretanto, a sensibilidade da mão humana e sua capacidade para gerar marcas sutis e expressivas. Porém, questiona a visão binária e romantizada em que a produção manual é melhor do que o processo mecanizado, dado que a tecnologia é inevitável e apenas a forma como é utilizada deveria ser discutida (KEEP, 2019).

Em essência, a cerâmica se trata de material e processo, expressão humana e imaginação. A escolha do artista ou fabricante da técnica de modelagem e o manuseio do material, tanto a argila quanto o esmalte, afetam profundamente a estética da obra. [...] o processo continua criticamente importante e suas qualidades são intrínsecas à expressão do objeto. (KEEP, 2019, p. 18 e 20).

Cuevas e Pugliese (2020) descrevem o processo de produção das peças cerâmicas envolvendo impressão 3D nas seguintes etapas: escolha da argila, de acordo com a plasticidade, grau de encolhimento e porosidade; mistura da argila com água ou álcool, manualmente ou em masseira, para eliminar as bolhas de ar; depósito da argila, em esferas, no cilindro de extrusão; extrusão da argila, empurrada por um compressor, para ser moldada com fluxo determinado para a modelagem; queima, após secagem apropriada da peça; por fim, esmaltação.

Segundo Keep (2019), muitas pessoas interessadas em impressão 3D não entendem que se trata apenas de um dispositivo, uma técnica de materialização. A parte mais importante é feita no computador, que tem a capacidade de processar informação de forma muito rápida, permitindo novos caminhos para trabalhar com a argila, desde o desenvolvimento de hardwares, como a impressora 3D, até os softwares, como os programas de modelagem 3D, que rodam de acordo com um código que o usuário controla. Tão interessante quanto a capacidade de explorar e manipular formas, é a possibilidade de ir além dos softwares 3D, e gerar formas e ideias a partir de códigos. Isso permite interação e colaboração entre arte e ciência.

“Ideias e informações podem ser facilmente transferidas e trocadas como dados entre disciplinas, oferecendo oportunidades para a cerâmica assumir um papel muito mais dinâmico e relevante na vida, cultura e pensamento contemporâneos” (KEEP, 2019, p. 21).

---

<sup>1</sup> Linguagem de programação para ordenar máquinas a fazer algo.

## 2 Método

A análise do processo criativo do ceramista Jonathan Keep foi feita a partir de entrevista semiestruturada, através da plataforma do Google Meet e seguida pela sua transcrição na íntegra e tabulação dos tópicos.

A entrevista tinha como objetivo revelar o conhecimento do ceramista acerca de seu processo criativo no desenvolvimento de peças cerâmicas em impressão 3D. Segundo Flick (2009), o entrevistado responde às questões abertas de forma espontânea, acessando uma reserva complexa de conhecimentos sobre o tópico, que inclui suposições explícitas e imediatas, complementadas por suposições implícitas.

Foram abordadas cinco questões, que tinham os seguintes temas principais: (1) formação acadêmica, início da carreira e primeiro contato com impressão 3D de cerâmica; (2) descrição do processo criativo, desde a concepção da ideia até a materialização da peça; (3) surgimento de ideias criativas quando o material e o processo já estão definidos, bem como sua possível limitação ou potencialização para a criatividade; (4) fatores que levaram seus projetos a serem contemplados em premiações; e (5) conselho para pessoas que gostariam de iniciar a exploração do processo.

A partir dos dados coletados na entrevista, foi feita uma revisão bibliográfica, a fim de encontrar relação entre o processo descrito pelo entrevistado e as teorias sobre criatividade e geração de conceitos.

## 3 Resultados

A entrevista semiestruturada orientou uma investigação mais aprofundada sobre os procedimentos que podem gerar design criativo, de Rosenman e Gero (1993) e a teoria da geração de conceito e competências de design para criatividade, de Taura e Nagai (2013). Com a identificação do uso de algoritmo para a geração de formas e texturas, a entrevista também resultou numa busca simplificada sobre o conceito de Perlin Noise.

### 3.1 Entrevista com Jonathan Keep

Para introduzir sua relação com o processo criativo de desenvolvimento de peças cerâmicas em impressora 3D, Keep contou que começou a trabalhar com argila há cerca de 50 anos, quando ainda estava na escola, na África do Sul. Apesar do grande interesse na área de ciências, principalmente biologia, tinha maior vocação artística, o que o levou a se graduar em Belas Artes.

Keep acredita que seu interesse na evolução das formas seja resultado da infância em reserva de caça africana. Com o pai, cirurgião veterinário, integrante do Projeto Save The White Rhino, o ceramista se viu muito conectado com ecologia, o que o fez se interessar por genética, Darwinismo e Teoria da Evolução.

Em 1986, mudou-se para a Inglaterra, para deixar o regime do apartheid. Desenvolvia utensílios domésticos em roda de oleiro, para uso na cozinha, o que considera peças orientadas pelo design, respeitando custo, tamanho e estética. Entretanto, seu maior interesse era pelos vasos escultóricos; vasos produzidos em todo o mundo, principalmente na América do Sul e na África, no período pré-colonial, em que era utilizada a técnica de *coil*, que permite a produção de formas assimétricas.

Em 1998, um ano antes de iniciar seu mestrado no Royal College of Art, em Londres, Keep teve seu primeiro contato com a tecnologia digital. Ao ser comissionado para compor um CD-ROM sobre sua prática artística e de outros dez artistas, recebeu um computador emprestado com diversos programas de modelagem 3D. Poder gerar e visualizar formas antes de produzi-las, o que não era possível no estúdio de cerâmica, foi o que realmente o instigou a trabalhar com técnicas digitais. Esse interesse o levou a aprender sozinho lógica de programação básica. Trabalhando, há cerca de 15 anos, com código Java para gerar formas, o ceramista gosta da ideia de trazer para a contemporaneidade a tradição de desenvolver vasos e esculturas em cerâmica, considerada por ele uma arte universal.

Com isso, Keep se considera um tradicionalista, ao fazer relação entre o processo de *coil* com a tecnologia de impressão 3D, para a produção de vasos. A diferença é que a primeira técnica é feita pelas mãos do artesão, e a segunda, pela máquina guiada pelo computador, com visualização e exploração prévias do resultado.

O que realmente o intriga é a passagem da ideia abstrata do conceito para o objeto físico, em busca de funções matemáticas interessantes, mas, conforme frisado pelo artista, em um nível muito simples. Dessa forma, ele utiliza códigos computacionais para imitar ou explorar sistemas e padrões naturais encontrados no mundo físico e, com isso, oferecer contato visual e tátil para esse material abstrato (o código); similar a ter um pensamento executado para experienciá-lo de novas maneiras.

Em um de seus primeiros trabalhos pelo qual se tornou conhecido, Iceberg Field, Keep explorou seu interesse na ideia de como o acaso atua em nossas vidas, ao aplicar o código de Perlin para gerar formas aleatórias em vasos. Para o artista, a criatividade está na programação; a impressão 3D é apenas uma ferramenta, um meio para executar sua ideia, do qual ele não extrai muita exploração criativa.

Por já ter construído suas próprias impressoras, Keep acredita ter controle suficiente do processo de impressão 3D, para que gere exatamente o que ele espera. Não busca por falhas para gerar estímulos criativos e, portanto, não interage criativamente com a máquina, o que pode ser parte da metodologia criativa de outros artistas, mas que não funciona para a sua “personalidade controladora”.

Após a impressão, as peças ainda passam por um trabalho na superfície, esmaltação e queima, processos que agregam cor e textura e que também fascinam o ceramista. A impressão 3D é, portanto, parte de todo o processo de criação e transformação do objeto cerâmico, que envolve muitas etapas.

Keep ainda enfatiza a importância de se ter domínio do material tão profundamente quanto do processo; suas características, como quantidade de água que deve ser misturada com a argila para entrar na impressora e quanto a peça deve secar para ficar estável, são informações fundamentais para ter seus projetos bem executados.

Apesar de não reconhecer um senso de fama pela sua atuação, Keep acredita que projetos bem sucedidos, que são contemplados em concursos, são resultado de muito trabalho e interesse. Pessoas com interesse em algum assunto específico tendem a gravitar ao redor dele. Mas, além disso, deve-se gastar muito tempo nisso, as conhecidas dez mil horas de trabalho.

Como professor do Royal College of Art, Keep aconselha seus alunos a entender o que querem obter de suas carreiras; estudantes que investiram muito para entrar nos programas de pós-graduação e que querem expor nos melhores lugares, mas que, ano após ano, vão sendo ultrapassados por uma nova turma. Por isso, a importância em entender a motivação do que

querem fazer, para que possam sustentá-la pelo resto de suas vidas. Para ele, o estilo de vida não deve ser orientado por um único objetivo, e sim pelo estilo de vida em si.

Com interesse em psicologia evolutiva, Keep também tem se dedicado a estudar cognição e incorporação, concordando com os cientistas que defendem que só podemos experienciar o mundo através de nossos próprios corpos. Portanto, ao ser frequentemente questionado se o computador poderia fazer arte, responde que poderia ser programado, através de inteligência artificial, para fazer um trabalho parecido com arte. Mas não seria arte, pois a máquina não é capaz de reagir ao ambiente, já que não tem corpo e emoções como o ser humano. Para ele, o que realmente importa para ser criativo e construir uma identidade é a autoconsciência.

Keep conclui que, ao ver o trabalho de outros artistas, acredita estar recebendo de volta a energia e o prazer investidos, que se transformam numa faísca de criatividade. O artista descreve seu próprio trabalho como tranquilo e explica que não tenta forçar um ego artístico e que, trabalhando com processos naturais, tenta entrar em sintonia com o ambiente. Espera que o espectador seja sensível ao material, à forma, às sensações e às qualidades mais sutis de suas peças. Mas entende que essa é uma forma de equilíbrio com outros artistas, que, em contrapartida, buscam resultados acidentais, através da exploração excitante do processo.

### 3.2 Design criativo e geração de conceitos

Segundo Rosenman e Gero (1993), existem cinco procedimentos que podem ocasionar design criativo: combinação, mutação, analogia, princípios fundamentais e emergência. Cross (2006) discute as possibilidades e/ou dificuldades que parecem existir na modelagem computacional para fornecer modelos adequados de design criativo por meio desses procedimentos.

Design criativo pode ocorrer através da combinação de características de designs existentes em uma nova configuração (ROSENMAN; GERO, 1993). Porém, em sistemas computacionais, é difícil saber como definir o limite, visto que um sistema não reconhece se o conceito satisfatório ou mais do que satisfatório foi criado a partir de combinações de conceitos anteriores (CROSS, 2006).

Já o design criativo por mutação envolve a modificação da forma de alguma propriedade específica de um design existente (ROSENMAN; GERO, 1993). Em sistemas computacionais, as características podem ser selecionadas e modificadas tanto aleatoriamente, sendo avaliadas em seguida, quanto através de algum procedimento direcionado para características específicas. Entretanto, existe a dificuldade em identificar quais propriedades estruturais do projeto existente devem ser selecionadas para modificação e quais tipos de modificação devem ser aplicadas (CROSS, 2006).

O pensamento analógico, utilizado para ajudar a descrever e, possivelmente, gerar um novo conceito, tem sido considerado a base do design criativo há muito tempo. A dificuldade para modelagem computacional baseada em analogia está em abstrair as propriedades comportamentais apropriadas de um design existente (CROSS, 2006).

Segundo Cross (2006, p. 55), “projetar ‘a partir dos princípios fundamentais’ está no cerne de qualquer entendimento significativo de design”. Dessa forma, o projeto avança identificando requisitos ou funções desejadas, e argumentando a partir dos princípios fundamentais para formas ou estruturas apropriadas. Rosenman e Gero (1993) mencionam a cadeira Balans como exemplo de projeto feito a partir dos princípios fundamentais de ergonomia da postura sentada. Entretanto, é difícil identificar quais são exatamente os princípios fundamentais em qualquer situação de design e como eles podem ser usados para gerar conceitos de design (CROSS, 2006, p. 55).



Por fim, através da emergência, propriedades novas, anteriormente não reconhecidas, são percebidas como parte de um projeto existente. Os designers são capazes de reconhecer comportamentos, funções e estruturas emergentes. Porém, existe uma dificuldade para sistemas computacionais, conforme Cross (2006, p. 56) atenta:

Em qualquer coisa que não seja um padrão plano, design gráfico ou decorativo, a emergência é não apenas uma questão de reconhecimento de forma. Envolve reconhecer o comportamento emergente fora da estrutura e/ou a função emergente fora do comportamento. Portanto, apresenta desafios significativos em termos de modelagem computacional.

Taura e Nagai (2013) definem a competência de design como “base” e “habilidade” da geração de conceito para a criatividade de design, podendo ser dividida em três categorias: competência de inspirar uma motivação de dentro para fora do espaço do pensamento, competência de abstrair os conceitos e competência de controlar a questão do vai e vem. Porém, para o escopo da investigação, apenas as duas primeiras competências serão abordadas.

A primeira competência determina o limite entre dentro e fora do espaço do pensamento. Os autores consideram que a fronteira do espaço de pensamento do design pode ser determinada como vinda de dentro. Pessoas que têm alta motivação intrínseca para se envolver em uma determinada atividade produzem trabalhos altamente criativos (TAURA; NAGAI, 2013).

A segunda competência, de abstração de conceitos, é a capacidade de extrair propriedades particulares de um determinado conceito. Segundo Taura e Nagai (2013, p. 22), “gerar um novo conceito combinando vários conceitos é uma atividade sofisticada”, que compreende três etapas: obter conceitos mais gerais, combinar esses conceitos, e gerar um novo conceito, especificando os conceitos gerais combinados. Os autores definem conceito abstrato como o conceito geral, obtido pela extração de propriedades ou características particulares de objetos, e conceito de entidade, como o objeto em si.

Taura e Nagai (2013) classificam a geração de conceito em geração de conceito de primeira ordem, baseada no processo de reconhecimento de similaridade, e geração de conceito de alta ordem, baseada no processo de reconhecimento de dissimilaridade.

Na primeira, um novo conceito é gerado preservando-se uma propriedade similar. Esse processo pode ser representado como metáfora, quando um conceito de entidade é gerado, ou abdução, quando um conceito abstrato é gerado. O conceito abstrato gerado pela combinação de vários conceitos abstratos é considerado pelos autores como um conceito abstrato de alta ordem, e a geração de conceito de alta ordem, como o processo de gerar um novo conceito com base no conceito abstrato de alta ordem (TAURA; NAGAI, 2013).

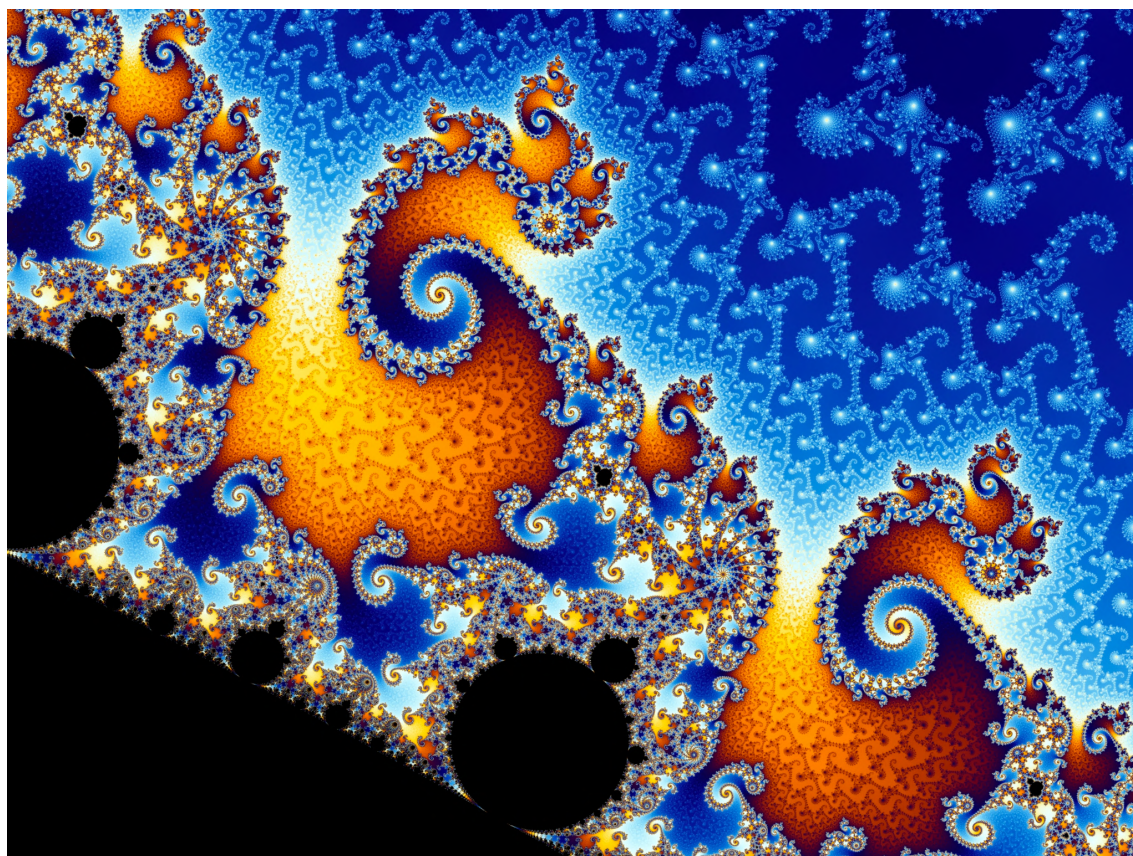
### 3.3 Perlin Noise e geração computacional de formas e texturas

O estudo de formas e geometria da natureza é um campo de estudo que produz uma série de possibilidades de aplicação do formalismo matemático para sua representação através de códigos de computador. Formações complexas, como costas marítimas, montanhas e nuvens, apesar de, em um primeiro momento, apresentarem pouca similaridade, possuem uma estrutura estatística que pode ser descrita através de fractais (VOSS, 1988).

Um exemplo dessa formalização é o conjunto de Mandelbrot. O conjunto possui uma formulação matemática fixa, porém, por sua característica recursiva, é possível gerar um número infinito de imagens. Com a formalização desse conjunto, é possível definir parâmetros

determinísticos para o controle do resultado, escolhendo regiões específicas do conjunto (FREDRIKSSON, 2015).

Figura 1 – Zoom de uma região do conjunto de Mandelbrot



Fonte: Beyer (2005)

Diferentemente da característica determinante do conjunto de Mandelbrot, Keep utilizou o algoritmo de Perlin Noise nos seus trabalhos. Ou seja, enquanto no conjunto de Mandelbrot sempre temos o mesmo resultado, o Perlin Noise possui uma aleatoriedade embutida, o que torna o modelo probabilístico. Dessa forma, ao executar o algoritmo do Perlin Noise, é possível a cada vez obter um resultado ligeiramente diferente. Em entrevista, Keep introduz o algoritmo:

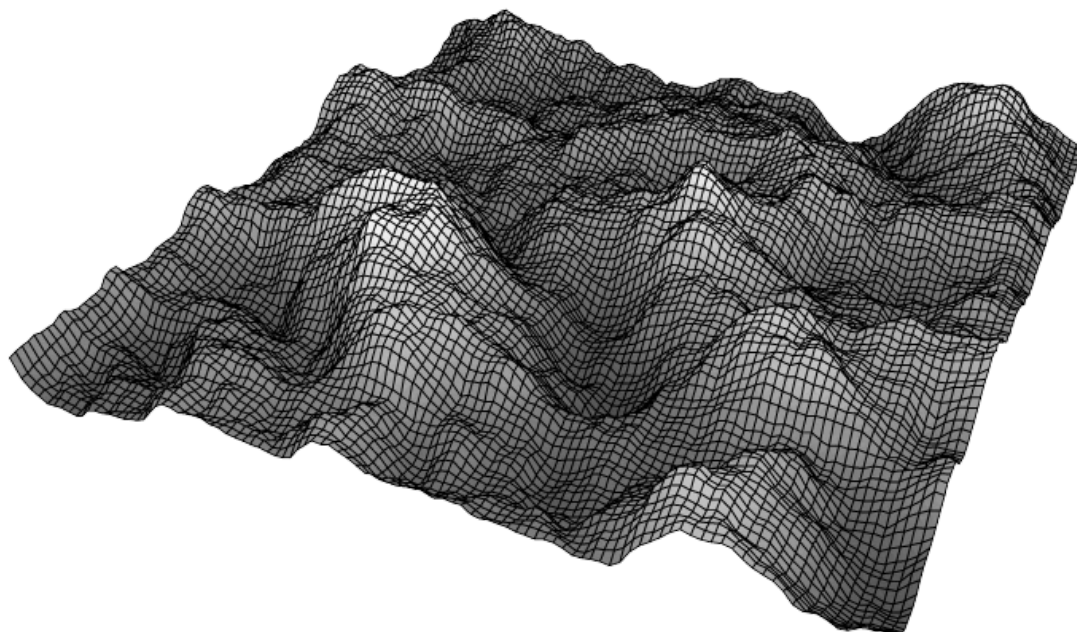
Perlin é um matemático que desejava obter imagens mais realistas geradas por computador. Porém, o algoritmo possui uma aleatoriedade que depende do resultado anterior da iteração. Ou seja, não é totalmente aleatório, porém possui um caráter de imprevisibilidade. O resultado da fórmula é utilizado para criar o formato da cerâmica.

O Perlin Noise pertence a uma classe de algoritmos chamada de texturas procedurais. Uma descrição matemática é utilizada para a geração de texturas, ao invés de armazenamento direto dos dados de imagens, por exemplo (PERLIN, 1985). Uma explicação detalhada do algoritmo de Perlin Noise foge do escopo deste artigo, porém, é possível descrever seu funcionamento de maneira simplificada: através de um algoritmo probabilístico, são geradas texturas utilizando um gerador de números aleatórios para adicionar um ruído, que confere variabilidade ao resultado final. A propagação dos resultados aleatórios remete, para Keep, à



evolução das espécies, através da propagação de mutações genéticas ao longo das gerações, conforme mencionou durante a entrevista.

Figura 2 – Superfície gerada através do algoritmo de Perlin Noise



Fonte: Scratchapixel, 2022

Apesar dos resultados do Perlin Noise serem extremamente satisfatórios na construção de texturas através de computadores, muitos avanços ocorreram desde sua criação. Atualmente, o estado da arte são as Redes Neurais Adversariais Generativas. Utilizando complexas estruturas matemáticas, elas são capazes de gerar, por exemplo, rostos humanos realistas, utilizando métodos probabilísticos, assim como o Perlin Noise, para adicionar aleatoriedade nas imagens (KARRAS et al, 2019).

## 4 Discussão

Com base nos procedimentos que podem levar ao design criativo, descritos por Rosenman e Gero (1993), na definição da competência de design para geração de conceitos, de Taura e Nagai (2013) e na compreensão da aleatoriedade do algoritmo de Perlin Noise para a geração de formas e texturas, alguns dos trabalhos produzidos por Jonathan Keep puderam ser analisados sob a perspectiva da criatividade.

Considerando que a tecnologia de aprendizado de máquina está cada vez mais avançada, buscou-se levantar reflexões sobre como o método de criação de Keep e os conceitos de design criativo se relacionam com as novas formas de interação do homem com a inteligência artificial. Com isso, foi possível levantar possíveis perspectivas para o desenvolvimento de design criativo no futuro.

### 4.1 Design criativo no trabalho de Jonathan Keep

Considerando que a forma de recipiente é uma característica de um design existente - o vaso - algumas das intervenções provocadas pelo ceramista poderiam ser descritas como combinação

e/ou mutação. Na série Sound Surface, Keep utiliza o som digital para gerar texturas variadas, de acordo com a música escolhida:

Com esses vasos, um ponto é codificado no espaço virtual para espiralar e, à medida que cresce na forma de um vaso, uma malha tridimensional de computador é criada ligando os pontos. A superfície da malha é texturizada progressivamente pela adição de gravação de som digital à forma crescente. A superfície, da base à borda, torna-se uma representação do tom e do ritmo da música nomeada no título do vaso. (KEEP, 2014a).

Figura 3 – Four sea interludes, de Benjamin Britten



Fonte: Keep (2014a)

Tomando por base os conceitos de motivações extrínsecas e intrínsecas de Taura e Nagai (2013), é possível inferir que as motivações extrínsecas de Keep seriam: sua infância em reservas de caça na África do Sul, as referências culturais da América do Sul e da África pré-coloniais e seus estudos sobre evolução e incorporação. Com isso, o ceramista demonstra características da competência de inspirar a motivação de dentro do espaço do pensamento. Essas características entram em um nível mais sofisticado quando o ceramista defende que a produção de vasos cerâmicos reflete a era em que foram produzidos e que, portanto, é coerente que hoje a tecnologia digital faça parte do processo. Sua reflexão sobre o uso da tecnologia digital na produção de vasos poderia ser considerada sua motivação intrínseca.

Keep também demonstra competência na abstração de conceitos, ao extrair propriedades de determinados conceitos para gerar um novo conceito abstrato. De acordo com Taura e Nagai (2013, p. 31-32), “na geração de um conceito de primeira ordem, um novo conceito é gerado mapeando uma propriedade ou característica comum (conceito abstrato de primeira ordem) para um conceito existente”. Em sua série Iceberg Field, o novo conceito de vasos foi gerado ao

transferir a forma e cor de icebergs para a forma de vasos. Keep (2019, p.20) explica que utilizou

a translucidez da argila de porcelana para ecoar a translucidez do gelo e a estratificação do processo de impressão 3D para fazer referência à estratificação do gelo. As formas geradas a partir do código de computador usam um algoritmo que imita a erosão do gelo - material, processo e intenção artística são um só.

Figura 4 – Iceberg Field



Fonte: Keep (2012)

Já na série Petrified Trees, o artista transfere para as esculturas o conceito de árvore petrificada, que, por sua vez, já carrega o processo de reconhecimento de similaridade em seu nome, ao descrever de forma simplificada sua composição, madeira petrificada com calcedônia.

No entanto, a geração de um conceito de primeira ordem é útil apenas para criar uma subespécie de um objeto existente, uma vez que não pode se estender além da categoria do produto existente. [...] Outra questão importante a ser identificada é que o mapeamento de propriedade é eficaz apenas para explicar a geração do conceito de uma maneira 'ex post facto'. (TAURA; NAGAI, 2013, p. 32).

Portanto, não é possível gerar um novo conceito além da categoria de vasos, sendo esperado apenas a geração de novos vasos criativos. Também não é possível determinar por que os icebergs e as árvores petrificadas foram escolhidos, sem questionar o autor das obras.

Em um trabalho subsequente, intitulado Random Growth Series, Keep aprofundou seu interesse por características matemáticas presentes na natureza e em formações como, por exemplo, estalactites e colônia de formigas. “Essas formas possuem uma estrutura intrínseca ou lógica, porém, utilizando um código de computador para gerar essas formas com uma função aleatória; a cada execução a forma final é diferente.” (KEEP, 2015).

Figura 5 – Random Growth Series



Fonte: Keep (2015)

#### 4.2 Aprendizado de máquina e o futuro da criatividade

É notável o papel vanguardista de Keep em utilizar algoritmos em seu processo criativo. Para um observador desavisado, é improvável que seja feita imediata associação entre sua obra e a fonte geradora da forma, os algoritmos. Para o próprio artista, fica abstraída a associação entre as fórmulas matemáticas e seu resultado: Keep não programa explicitamente o Perlin Noise para reproduzir algo que sua mente concebeu, mas, sim, a própria exploração dos resultados do algoritmo criam formas inusitadas às quais cabe ao artista refinar e associar com elementos do mundo ao seu redor.

Porém, enquanto no caso de Keep há uma associação utilitarista com o resultado do algoritmo, nas técnicas mais avançadas de aprendizado de máquina, temos a máquina tomando o papel central do ente que entende, aprende e sintetiza formas novas. Há uma enorme prevalência de redes neurais profundas nesse contexto: arquiteturas de inteligência artificial que buscam simular os neurônios humanos. Esses sistemas são empregados nas mais diversas tarefas, como análise de risco de crédito, assistentes de voz, como a Alexa da Amazon e, até mesmo, como ferramentas criativas.

Nesse contexto, pode-se citar o Dall-E 2 como um exemplo do que existe de mais avançado. Ele consiste em uma arquitetura de redes neurais, que é treinada em um conjunto extremamente

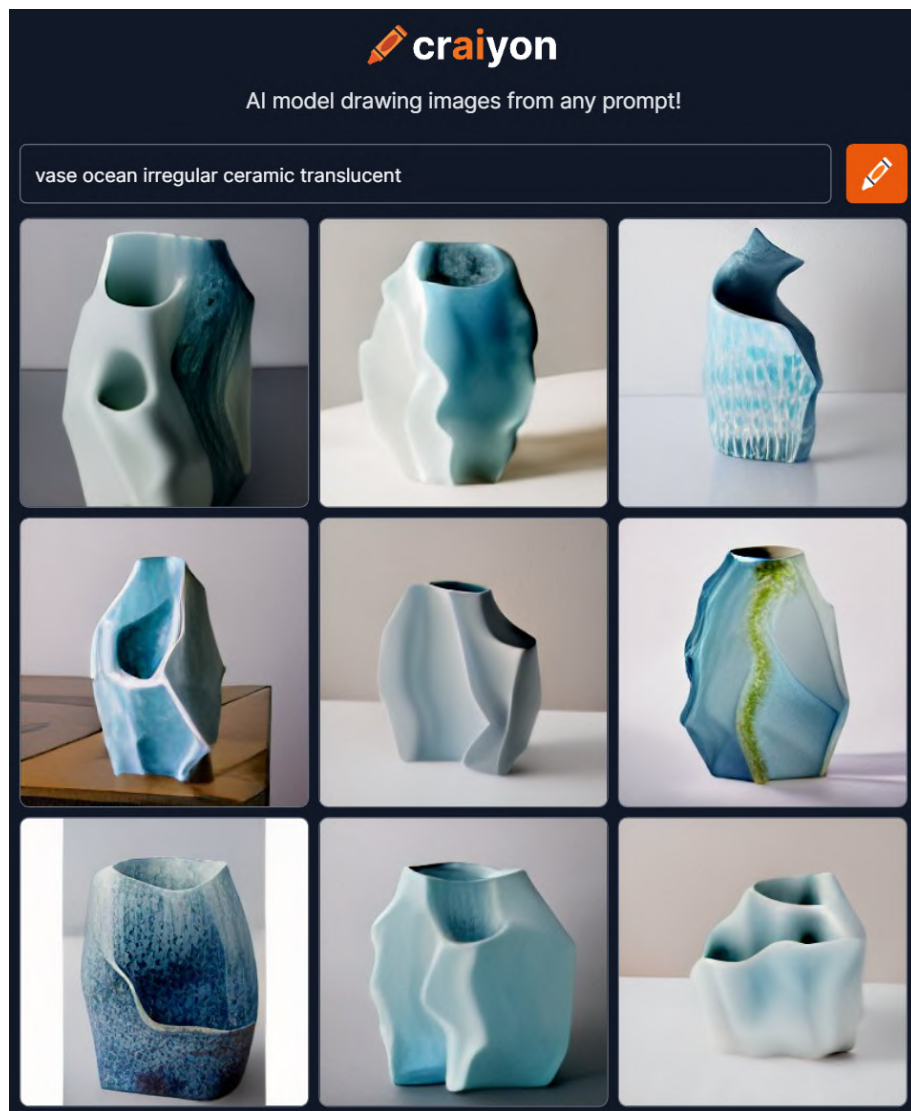


grande de dados, constituído por uma série de duplas - imagem, legenda da imagem. O sistema, assim, é capaz de aprender os elementos constituintes de cada imagem baseando-se no texto da legenda, criando um vocabulário de elementos e conceitos, com suas respectivas representações visuais (RAMESH *et al.*, 2022).

Como os próprios autores citam, o Dall-E 2 é capaz de aprender representações que capturam tanto semântica como estilo, baseando-se nas imagens de seu conjunto de treino. A partir de uma entrada textual do usuário em linguagem natural<sup>2</sup>, o modelo treinado é capaz de produzir imagens complexas e inéditas sobre qualquer assunto desejado, contanto que esteja dentro de algum conceito previamente observado no conjunto de dados de treino (RAMESH *et al.*, 2022).

Para exemplificar o funcionamento do Dall-E 2, foi utilizada a plataforma gratuita crayon.com que tem seu funcionamento baseado em uma versão simplificada do Dall-E 2. As palavras “vase”, “ocean”, “irregular”, “ceramic” e “translucent” foram fornecidas como entrada textual para a geração de imagens inéditas, conforme a figura 6.

Figura 6 – Conjunto de imagens de vasos criadas a partir de inteligência artificial



<sup>2</sup> Modo como os humanos usam palavras para comunicar ideias e sentimentos.



Fonte: Crayion (2022)

O Dall-E 2 nos leva a questionar as conclusões de Cross (2006) sobre as dificuldades na modelagem computacional para gerar modelos adequados de design criativo, dado que, com o Dall-E 2, é possível vislumbrar que esse tipo de sistema poderia ser capaz de transpor as limitações das abordagens atuais. Com futuros desenvolvimentos tecnológicos, uma inteligência artificial ainda mais sofisticada poderia ser concebida e, a partir de sua capacidade de aprender conceitos primordiais e primitivos, executar um processo criativo independente e com alto teor de ineditismo, tal qual o artista humano.

## 5 Considerações finais

Partindo do objetivo de situar o processo criativo do ceramista Jonathan Keep dentro das teorias sobre criatividade no design, o artigo levantou algumas perspectivas de análise que podem ser utilizadas para entender o grau de sofisticação de sua prática no desenvolvimento de peças criativas.

Foi possível sugerir procedimentos utilizados pelo ceramista para gerar design criativo: combinação de características de designs existentes em uma nova configuração e mutação da forma de uma propriedade específica de um design existente. Também foram identificadas as competências de design que Keep demonstrou apresentar: competência de inspirar uma motivação de dentro para fora do espaço do pensamento e competência de abstrair conceitos para gerar um novo conceito abstrato.

Outras análises poderiam ser feitas sobre os processos criativos de Keep, a fim de comparar sua prática com outras teorias sobre geração de conceito, e justificar sua contribuição, de forma criativa, para a tradicional arte de produzir vasos de cerâmica de acordo com as técnicas do período em que vive.

Ainda que o trabalho de Keep não tenha como foco a geração de conceito de entidade, ou seja, um novo objeto em si, sua forma de idealizar os conceitos traz inovação para a forma de construção das peças, ao associar a aleatoriedade na geração de formas e texturas, a partir de algoritmo do Perlin Noise, com a evolução das espécies. Confirma, portanto, o domínio da técnica, não apenas enquanto material e processo, mas como elemento fundamental de expressão de um determinado período da humanidade. Em artigo para a revista Ceramic Review, Keep (2014b, p. 35) explica:

Foi apontado que esse desejo de trabalhar com dados brutos provavelmente representa o artesanato em mim que deseja trabalhar e compreender o material e as técnicas no nível mais básico. Embora possa ser assim, também estou interessado em como o código de computador tem sido usado para imitar a natureza e os códigos da natureza para oferecer uma maior compreensão dos padrões e processos naturais. [...] Meu objetivo neste trabalho é ilustrar o quanto estamos conectados em um nível muito profundo ao mundo natural.

Observa-se, em Keep, uma união entre a máquina e a criatividade humana. É possível projetar que, em um futuro próximo, essa junção torne-se cada vez mais íntima, com as ferramentas computacionais intrinsecamente ligadas ao processo de criação do artista. Enquanto, no caso de Keep, um paradigma computacional algorítmico é utilizado, projetos como o DALL-E 2 são capazes de compreender significantes e significados, produzindo imagens complexas e inéditas de objetos e cenas. Com isso, surgem novos questionamentos sobre o que é o processo da criação artística em si e como a evolução da inteligência artificial irá impactar o design em um

futuro cada vez mais próximo. Pode-se, assim, vislumbrar o humano e o computador funcionando como pares no processo de criação artística, com a máquina deixando de ser encarada como uma mera ferramenta, em um cenário onde um atua como extensão natural do outro.

## 6 Referências

ASHBY, Michael; JOHNSON, Kara. **Materiais e design: arte e ciência da seleção de materiais no design de produto**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

BEYER, Wolfgang. **Mandel zoom 11 satellite double spiral**. 2005. 1 fotografia. Disponível em: <[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mandel\\_zoom\\_11\\_satellite\\_double\\_spiral.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mandel_zoom_11_satellite_double_spiral.jpg)>. Acesso em: 21 ago. 2021.

CROSS, Nigel. Creative cognition in design I: the creative leap. **Designerly ways of knowing**. Londres: Springer, 2006.

CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly. The conditions of flow. **Flow: the psychology of optimal experience**. Nova York: Harper Perennial, 2008

CUEVAS, Diego Garcia; PUGLIESE, Gianluca. **Advanced 3D printing with grasshopper: clay and FDM**. 1. ed. Publicado de forma independente, 2020.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FREDRIKSSON, Bastian. **An introduction to the Mandelbrot set**. Bachelor 's Programme in Computer Science, The Royal University of Technology, Stockholm, 2015. Disponível em: <[https://www.kth.se/social/files/5504b42ff276543e4aa5f5a1/An\\_introduction\\_to\\_the\\_Mandelbrot\\_Set.pdf](https://www.kth.se/social/files/5504b42ff276543e4aa5f5a1/An_introduction_to_the_Mandelbrot_Set.pdf)>. Acesso em: 27 ago. 21.

KARRAS, Tero et al. A style-based generator architecture for generative adversarial networks. In: CONFERENCE ON COMPUTER VISION AND PATTERN RECOGNITION (CVPR), 2019, Long Beach. **Proceedings** [...] p. 4396–4405.

KEEP, Jonathan. Artist Statement. **Jonathan Keep - Ceramics**, Saxmundham, 2015. Disponível em: <<https://media.craftscouncil.org.uk/documents/maker-405-image-55294fd9416046.75856633.pdf>>. Acesso em: 21 ago. 21.

KEEP, Jonathan. **Iceberg field**. 2012. 1 fotografia. Disponível em: <[http://www.keep-art.co.uk/Singles/icebergs\\_00.html](http://www.keep-art.co.uk/Singles/icebergs_00.html)>. Acesso em: 28 jul. 2021.

KEEP, Jonathan. Potting in a digital age. **Studio Potter**, Northampton, v. 47, n. 1, p. 16-21, 2019.

KEEP, Jonathan. **Sound surface series**. 2014a. 1 fotografia. Disponível em: <[http://www.keep-art.co.uk/Singles/sound\\_01.html](http://www.keep-art.co.uk/Singles/sound_01.html)>. Acesso em: 30 jul. 2021.

KEEP, Jonathan. **Random growth series**. 2015. 1 fotografia. Disponível em: <[http://www.keep-art.co.uk/Singles/random\\_04.html](http://www.keep-art.co.uk/Singles/random_04.html)>. Acesso em: 21 ago. 2021.

KEEP, Jonathan. The fourth way. **Ceramic Review**, Londres, v. 240, p. 32-37, nov./dez. 2014b.

PERLIN, Kenneth. An image synthesizer. In: ANNUAL CONFERENCE ON COMPUTER GRAPHICS AND INTERACTIVE TECHNIQUES (SIGGRAPH '85), XXII, 1985, Nova York. **Proceedings** [...] p. 287–296.

RAMESH, Aditya *et al.* Hierarchical Text-Conditional Image Generation with CLIP Latents. In: **arXiv:2204.06125**, 2022.

ROSENMAN, M.; and GERO, John. Creativity in design using a prototype approach. In: GERO, John; MAHER, Mary Lou. **Modeling creativity and knowledge-based creative design**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1993.

SCRATCHAPIXEL. **Perlin Noise**: Part 2. 1 ilustração. Disponível em: <<https://www.scratchapixel.com/lessons/procedural-generation-virtual-worlds/perlin-noise-part-2/perlin-noise-terrain-mesh>>. Acesso em: 14 ago. 2022.

TAURA, Toshiharu; NAGAI, Yukari. **Concept generation for design creativity**: a systematized theory and methodology. Londres: Springer, 2013.

VOSS, Richard F. Fractals in nature: from characterization to simulation. In: BARNESLEY, Michael F. et al. **The Science of Fractal Images**. Nova York: Springer, 1988. p. 21-22.

WINGATE, Candida. New technology: the language of pots. **Ceramic Review**, Londres, v. 193, jan./fev. 2002.