

Complexidade efetiva, percepção estética e intencionalidade na poética de Arte Computacional Evolutiva Morfogênese

Tiago Barros Pontes e Silva*

Resumo

O presente relato sugere uma discussão acerca da natureza indissociável entre o conhecimento científico e a prática artística, promovido a partir das experiências decorridas da proposta poética Morfogênese, do próprio autor, e dos seus desdobramentos transdisciplinares. Para tanto, é descrito um breve histórico da estética empírica, seguido da apresentação do sistema de arte computacional evolutiva Morfogênese, que passa ser proposto como um instrumento de pesquisa. Na sequência, é relatado um estudo empírico piloto sobre a percepção estética das composições. Os resultados preliminares apontam pela preferência estética de arranjos relacionados a um maior nível de complexidade efetiva, também relacionados a uma maior percepção de intencionalidade na composição. Nesse sentido, questiona-se a natureza fragmentada da produção artística e do conhecimento científico, dimensões distintas de um mesmo fluxo de exploração e potencialização da experiência humana.

Palavras-chave

complexidade efetiva, arte computacional evolutiva, estética empírica.

Introdução

A relação entre arte e estética é antiga, e acompanha a evolução da história da humanidade desde os primeiros questionamentos realizados pelos filósofos gregos sobre o assunto. Sua origem é a palavra grega *αισθητικός*, que se relaciona ao perceber e sentir o mundo à nossa volta. Durante muito tempo, a experiência estética foi abordada como uma busca pela beleza e os padrões do belo. Nesses momentos, as respostas sobre essas questões foram sempre focadas nas experiências dos próprios artistas que propunham as obras.

Atualmente, a arte se interessa mais pelo questionamento da linguagem em si, pela multiplicidade de visões expressas e suas sobreposições, recortes, colagens e apropriações. Outras questões são incorporadas à experiência estética dos interagentes, e a maneira de se compreender essas relações também tem se transformado. Contudo, as perguntas sobre a determinação das preferências estéticas das pessoas permanecem e continuam sendo investigadas até hoje, como, por exemplo, no campo da neuroestética.

Apesar disso, os estudos sobre a experiência estética humana se fragmentam em campos científicos, tecnológicos e artísticos, em conjunturas que configuram um sentido

* Universidade de Brasília (UnB). tiagobarros@unb.br

único de progressão dos conhecimentos produzidos: do conhecimento científico de base para as áreas interventivas. Assim, os artistas empregam o conhecimento científico e as tecnologias vigentes em poéticas que questionam as condições humanas, mas que nem sempre são organizadas de maneira a produzir insu- mos filosóficos ou científicos para transforma-la.

Nesse sentido, o presente relato sugere uma discussão acerca da natureza indissociável entre o conhecimento científico e a prática artística, promovido a partir das experiências decorridas da proposta poética Morfogênese, do próprio autor, e dos seus desdobramentos transdisciplinares. Para tanto, é descrito um breve histórico da estética empírica, seguido da apresentação do sistema de arte computacional evolutiva Morfogênese, que passa ser proposto como um instrumento de pesquisa. Na sequência, é relatado um estudo empírico piloto sobre o mesmo tema e seus resultados preliminares.

A estética empírica

Atualmente, mantem-se a noção de que a avaliação estética ocorre sob influência de diferentes variáveis contextuais, da experiência das pessoas envolvidas, e dos seus mecanismos perceptivos, cognitivos e afetivos. Entende-se que essas relações são frutos de uma complexa relação moldada pelo processo evolutivo, visando aumentar nossas chances de sobrevivência e reprodução (DUTTON, 2003). Nesse sentido, a Estética Evolutiva propõe que uma série de preferências humanas podem ser explicadas a partir de referências ao seu pro-

cesso evolutivo. Antes de detalhar melhor essa abordagem, é importante compreender como se deu o processo de investigação sobre esse tema ao longo do tempo.

A proposição de uma investigação que incorporasse os interagentes acerca de sua experiência estética ocorreu somente no final do século XIX, com o nascimento do campo de Estética Empírica. Nesse período, Gustav Fechner buscou delineamentos experimentais para pesquisar hipóteses relacionadas à arte e estética (CUPCHIK, 1986). Apesar das limitações e críticas a seus estudos, Fechner iniciou uma discussão atual sobre a relação entre os estímulos considerados prazerosos pelas pessoas e o conceito de complexidade. De acordo com o autor, a beleza é composta por uma função de duas grandezas, uma associada à ordem, unidade e harmonia; e a outra relacionada à multiplicidade, diversidade e complexidade.

Apesar de suas formulações sobre a composição da percepção do belo, foi George Birkhoff (1932) quem propôs a primeira fórmula que relacionasse essas variáveis. Ele acreditava que a relação da apreciação estética estava associada ao esforço cognitivo realizado pelas pessoas para compreender o estímulo apresentado, relacionado à sua complexidade visual. Nesse sentido, para Birkhoff, a avaliação estética era diretamente proporcional ao nível de organização da configuração do estímulo e inversamente proporcional ao seu nível de complexidade. Segundo o autor, uma série de variáveis foram definidas e quantificadas para diferentes categorias de objetos, como simetria, balanço, relação horizontal-vertical, tipo de forma, entre outras. Contudo, as definições sobre ordem e complexidade propostas possuem significado restrito, o que influenciou

as diversas pesquisas realizadas para testar a sua equação, que não conseguiram prever com acurácia a avaliação estética dos participantes.

Os resultados divergentes dessas pesquisas influenciaram Eysenck (1941) a tentar elaborar uma nova fórmula sobre a medida estética, dessa vez concebida empiricamente. A partir de seus experimentos, o autor foi capaz de elaborar uma maneira de prever com muito mais precisão a avaliação dos participantes, decompondo as variáveis que manifestavam os diferentes constituintes da ordem e da complexidade. A partir de uma redução desses fatores, Eysenck percebeu que a relação diretamente proporcional da medida estética com a complexidade era um preditor muito mais eficaz da preferência das pessoas. Nesse sentido, o autor reformulou a receita de Birkhoff, tornando ordem e a complexidade fatores diretamente proporcionais à medida estética. O autor também sugeriu que a fórmula expandida deveria ser muito extensa para conseguir acomodar as diferentes características de distintos tipos de objetos e as relações entre seus elementos fundamentais e o todo percebido pelas pessoas.

Entre as décadas de 60 e 70, Daniel Berlyne foi o responsável por tentar abordar mais profundamente as questões sobre a avaliação estética, e desenvolveu um grande programa de pesquisa denominado Estética Psicobiológica. O seu objetivo principal era o de descrever uma série de leis hedônicas que permitiriam explicar a preferência das pessoas por certos tipos de estímulos. A partir da integração das diversas perspectivas de sua época sobre os sistemas motivacionais e emocionais, Berlyne (1971) propôs que o estado motivacional de um organismo é produto da atividade de três

sistemas neurais distintos: (a) um sistema primário de recompensa, (b) um sistema de aversão e (c) um sistema secundário de recompensa, que inibe o sistema de aversão. O funcionamento desses sistemas está vinculado ao nível de excitação do organismo, que depende, entre outros fatores, da configuração do estímulo no meio. O grau em que um estímulo pode aumentar a sua excitação é denominada Potencial de Excitação (BERLYNE, 1971; NADAL, 2007). Como resultado desse sistema, os estímulos com Potencial de Excitação mais fracos tendem a gerar indiferença no sistema hedônico. Ao se aumentar o seu potencial, o sistema primário reage, aumentando o tom hedônico até um limite de equilíbrio. Ao se continuar aumentando o Potencial de Excitação desse estímulo, o tom hedônico se torna negativo, reduzindo o seu valor gerado pela ativação do sistema primário até que se torne negativo, ou seja, se torna desagradável (BERLYNE, 1971; NADAL, 2007).

Segundo Berlyne (1971), o Potencial de Excitação pode ser entendido como uma propriedade do padrão de estímulos recebidos do meio, como uma medida da sua capacidade de ativação do sistema nervoso humano. Esse potencial possui três fontes: (a) propriedades perceptíveis dos objetos, como uma luz forte ou cheiro específico; (b) variáveis ecológicas que podem ter sido associadas às propriedades percebidas em um efeito resultante do processo evolutivo, como a sensação de dor; e (c) os efeitos associativos, entendidos como as relações estabelecidas por experiências contextuais que foram relacionadas ao estímulo. Berlyne cita a sensação de inovação, surpresa, complexidade, ambiguidade ou assimetria como possibilidades dos efeitos associativos.

Pode-se inferir que essas associações se refiram aos efeitos descritos pelas conexões do modelo de arquitetura cognitiva ACT-R, proposto por Anderson (1983). Sob essa perspectiva, o Potencial de Ativação proposto por Berlyne pode ser entendido (em uma perspectiva cognitivista) como o conteúdo de representações evocadas pelo padrão de ativação do estímulo na rede de associações construída pela experiência das pessoas. O Potencial de Ativação é sugerido como um atributo do objeto e não da sedimentação da rede na mente humana devido ao caráter behaviorista das pesquisas de Berlyne, que consideravam que as respostas sobre as questões humanas poderiam advir todas da análise de seus comportamentos e estímulos. Berlyne aponta, ainda, que o organismo tende a buscar pelo valor hedônico ótimo em um processo dinâmico com o meio, se expondo a diferentes estímulos com base em seu Potencial de Excitação, definindo assim a sua preferência relativa por determinados estímulos, comparando-os ao seu valor hedônico atual.

É importante destacar que esses efeitos associativos dos estímulos, como a surpresa, também representam um aumento de complexidade percebida, no sentido de quantidade de informações disponíveis. Assim, segundo Galanter (2010), somente sistemas com quantidades moderadas de informação são capazes de maximizar a resposta hedônica. Isso ilustra a relação proposta pelo autor sobre a quantidade de informação dos sistemas e a sua complexidade efetiva. Além disso, esse argumento ressoa com a intuição artística de que as audiências respondem melhor aos trabalhos que não são estáticos (entediantes), e ainda assim conseguem operar dentro de

convencções aprendidas que não os permitem serem percebidos como caóticos ao extremo (GALANTER, 2010).

Uma das mais importantes alternativas ao modelo proposto por Berlyne foi elaborado por Colin Martindale (1988). Ele propõe que a mente humana é composta por uma rede interconectada de unidades cognitivas, segregadas em componentes com funções especializadas denominadas Analisadores. Em seus estudos empíricos, a apreensão de qualquer trabalho artístico envolve a ativação de unidades cognitivas nos Analisadores sensoriais, gnósticos, semânticos e episódicos. O prazer derivado da experiência estética do interagente, o seu valor hedônico, é derivado da intensidade de ativação desse conjunto como um todo, semelhante ao funcionamento de uma rede neural.

A partir desse modelo, o autor afirma, com fortes suportes empíricos, que estímulos reconhecíveis e que possuem mais significado para o interagente são associados a níveis maiores de preferência estética do que os estímulos atípicos. A partir desses resultados, o autor inferiu que esses estímulos permitem uma ativação de unidades cognitivas mais fortes devido à relevância de seu significado. Esse modelo também pode ser corroborado pelo ACT-R de Anderson (1983), no qual as associações entre as unidades cognitivas se fortalecem pela sua frequência de co-ativação, simulando a "força" da unidade cognitiva. Ainda, Martindale aponta que o sistema límbico tem o poder de dominar e determinar a experiência estética dos interagentes, caso se manifeste (MARTINDALE, 1988; GALANTER, 2010).

Todavia, a proposta de Martindale também sofreu críticas metodológicas que podem

interferir nas suposições realizadas pelo autor. Nadal (2007) aponta que, em seus experimentos, os resultados sofreram vieses pela seleção de estímulos realizada, que variaram muito mais em questão de peculiaridade do que de complexidade. Nadal (2007) propõe que a preferência estética envolve diversos processos perceptivos, cognitivos e afetivos em sua avaliação. O autor realizou detalhados experimentos que consideram diversos fatores não avaliados pelos experimentos anteriores, como treinamento artístico, o contexto e as propriedades dos estímulos escolhidos, e realizou testes estatísticos mais robustos em suas análises. Seus resultados apontam que a complexidade percebida não pode ser compreendida como fator único. As análises sugerem que os efeitos da complexidade nas avaliações estéticas realizadas são modulados pelo tipo de estímulo apresentado, que podem responder também pela divergência encontrada nos estudos anteriores realizados pelos outros autores apresentados (NADAL *et al.*, 2010).

As evidências encontradas apontam que apenas três fatores podem ser utilizados para explicar a variância das percepções estéticas dos participantes significativamente. São esses fatores: (a) os elementos constitutivos do estímulo, que se refere à quantidade e variedade desses elementos; (b) a organização, relacionada ao modo como esses elementos são agrupados para formar um objeto identificável e como esses objetos se tornam uma cena coerente; e (c) a sua assimetria (NADAL *et al.*, 2010). Esses resultados apoiam a ideia de que diferentes processos contribuem para a formação da complexidade visual subjetiva, sendo o mais importante a determinação do número e variedade de seus elementos, seguido do

quão bem esses elementos são organizados em uma cena coerente.

A maneira como cada um desses fatores prediz a preferência estética também não é homogênea. O fator relacionado aos **elementos** possui uma relação positiva com a avaliação estética. O fator **organização** possui uma relação em forma de "U", sendo que as situações de organização extrema tendem a ser melhor avaliadas esteticamente do que as de nível intermediário de organização. O fator **simetria** possui comportamento de "U" invertido com a beleza, sendo que as imagens com grau intermediário de simetria possuem uma avaliação mais alta (NADAL *et al.*, 2010).

A partir dos modelos descritos e dos resultados empíricos que os fundamentam, é reforçada a proposta de Galanter (2010) de que talvez a predição da estética não esteja relacionada diretamente à quantidade de informação presente nos estímulos, mas sim na presença da complexidade efetiva em sua constituição. A partir dessa abordagem, a complexidade efetiva pode ser compreendida como a medida da descrição altamente compactada de suas regularidades (GELL MANN, 1995). Para os autores, essas regularidades só podem ser definidas de acordo com uma pertinência, ou grau de proficiência, em um determinado contexto. Essas suposições seguem os estudos realizados por Berlyne (1971) no comportamento Gaugassiano do valor hedônico com base na ativação dos padrões de excitação causados pelos estímulos. Ainda, elas seguem as afirmações de Martindale (1988) sobre a influência do significado dos estímulos e da ativação das unidades cognitivas por eles causada na preferência estética. Nesse sentido, os estímulos reconhecíveis permitem uma ativação mais

ampla dessas unidades e gera, por consequência, uma avaliação mais elevada. Ainda, os estudos de Nadal *et al.* (2010) sugerem que a complexidade não pode ser compreendida como um fator único e homogêneo. Pelo contrário, ela é composta por fatores que podem individualmente influenciar a avaliação estética realizada. Todos esses efeitos podem ser explicados pela arquitetura cognitiva proposta por Anderson (1983), que consiste em uma rede de unidades cognitivas, fruto de um processo evolutivo que funciona de maneira dinâmica, reforçada pela experiência e pela recorrência dos seus padrões de ativação. A partir da ativação dessa rede, as unidades cognitivas são acessadas com base em associações explícitas e implícitas de significados e procedimentos, evocados sob influência de sistemas afetivos e também capazes de promover associações com eles (LEDOUX, 2001).

Assim, reforça-se a sugestão de Galanter (2010) de que, no contexto da estética e da arte, a noção de complexidade enquanto quantidade de informação seja abandonada em favor da complexidade efetiva. Essa abordagem é plausível sob uma perspectiva evolutiva de que existe relação entre complexidade efetiva e valor estético. Contudo, permanece uma única pergunta deixada em aberto pelo autor: por que essa relação é tão forte? Essa questão pode ser especulada pela abordagem que define o processo de vida e de luta contra a entropia como a necessidade de se absorver a energia organizada do Universo (SCHRÖDINGER, 1943; COX, 2013), ou seja, a sua complexidade organizada (DAWKINS, 1986), também compreendida como a sua complexidade efetiva (GALANTER, 2010). Assim, a busca por ambientes férteis, alimentos, relações sociais e

reprodução nos guiam por meio de um sistema de recompensa. Ou seja, em nossa própria *autopoiesis* (VARELA, 2000), a complexidade efetiva é o que gera a recompensa. Isso explica não só o prazer em se observar o que é considerado belo, mas também em se experimentar procedimentos específicos, conquistar algo, nos relacionarmos *etc.* (JORDAN, 2000; NORMAN, 2004; CHEN, 2006; CSIKSZENTMIHALYI, 1990).

A poética computacional como instrumento científico

Nesse contexto, visando o aprofundamento das questões apresentadas na seção anterior, buscou-se uma maneira de investigar as questões apresentadas a partir de uma avaliação empírica da percepção estética. Para tanto, foi necessário configurar um instrumento capaz de sugerir diferentes níveis de complexidade efetiva que não fossem figurativos ou que pudessem evocar experiências mais significativas para determinado grupo de participantes. Assim, foi empregada a poética de arte computacional evolutiva do autor denominada Morfogênese (SILVA, 2012; SILVA, 2013; SILVA, 2014; SILVA, 2015). Ela consiste em um sistema de vida artificial que concebe imagens dinâmicas resultantes do processo evolutivo de agentes artificiais. Ela é composta por um sistema complexo adaptativo multiagentes que emprega algoritmos evolutivos e inteligência artificial em enxame para gerar comportamentos de locomoção, alimentação, confronto e reprodução, assim como interações mais complexas, como a colaboração ou a submissão.

Metaforicamente, ela representa o universo microscópico dos fundamentos de linguagem, como as imagens e os sons. Nele, os agentes computacionais incorporam formas, cores, linhas, timbres e notas, que representam as células do mundo imaginado. Essas células são capazes de se locomover, brigar, comer, reproduzir e morrer. Interações endógenas mais sofisticadas também foram propostas, como a criação de grupos colaborativos ou de relações de submissão. A partir desse procedimento, os atributos fenotípicos da população são transformados pelo processo evolutivo, aumentando a complexidade efetiva presente na composição pelo decorrer das gerações.

Contudo, as imagens resultantes não configuram um arranjo realista ou ordenado geometricamente, proporcionando uma experiência com um conteúdo com alto grau de complexidade efetiva sem a sugestão de outros significados associados. Poeticamente, poderíamos interpretar a experiência como uma representação visual de uma língua que o interagente simplesmente desconhece, que pode parecer intencional, diferente de um simples ruído, mas ainda assim, incompreensível. Essa inferência se apoia na perspectiva de Dawkins (1983) sobre o Darwinismo Universal, no qual outros sistemas são capazes de reproduzir o processo evolutivo, gerando uma complexidade organizada como resultado, compreendida no presente relato como a complexidade efetiva dos arranjos.

Exemplos de composições derivadas de gerações iniciais definidas randomicamente pelo sistema, ou seja, com baixa complexidade efetiva, podem ser vistas em Silva (2012; 2013; 2014; 2015). Com o passar das gerações, os agentes artificiais se transformam pelo

processo de seleção natural, sendo moldados de acordo com as proficiências oriundas de situações específicas de seus ambientes. Assim, as composições abstratas se transformam, aumentando seu grau de complexidade organizada (DAWKINS, 1983), ou complexidade efetiva (GELL MANN, 1995; GALANTER, 2010), também disponíveis em Silva (2012; 2013; 2014; 2015).

O método do estudo empírico

Portanto, a partir do referencial apresentado, o estudo baseia-se na hipótese de que a complexidade efetiva está diretamente relacionada à atratividade estética ou percepção de intencionalidade das composições. Assim, para investigar a relação entre a avaliação estética dos participantes e o grau de complexidade efetiva presente nas composições apresentadas, foram adotados os seguintes passos:

1. Selecionar composições a partir do sistema Morfogênese que apresentem estados de baixa complexidade (randômicos) e alta complexidade efetiva (após o mínimo de 300 gerações);
2. Confeccionar um instrumento de avaliação estética e de percepção de intencionalidade em formato de escala de concordância ancoradas em seus extremos;
3. Aplicar o instrumento de avaliação a partir da exposição das composições por meio da técnica de entrevista;
4. Examinar os resultados a partir de análises qualitativas e, posteriormente, realizar análises quantitativas descritivas e inferenciais.

Portanto, foram selecionadas 30 imagens geradas pelo *software* Morfogênese 3.0, sendo 15 delas imagens em que os agentes não haviam interagido ainda (geradas randomicamente pelo computador) e outras 15 que possuíam complexidade efetiva a partir das interações endógenas dos agentes e o passar das gerações. Fatores como a escala de renderização, a cor de fundo da composição, o número de agentes, entre outros fatores, foram controlados para evitar que se tornassem variáveis intervenientes do estudo.

Foram definidas 2 ordens de apresentação das imagens, intercalando as randômicas com as complexas. Assim que fosse mostrada a primeira imagem, o participante deveria dar uma nota de 0 a 10 para o quanto ele achava a composição atraente. Em seguida, o participante era questionado se considerava que a imagem foi concebida por uma pessoa ou gerada automaticamente por um computador. Esse processo era repetido até o fim da lista de imagens. Neste momento, eram selecionadas as composições de maior e menor nota e pedia-se para o participante descrevê-las. Todo processo foi gravado em áudio com autorização dos participantes.

Para a avaliação inicial dos procedimentos propostos, uma coleta piloto foi realizada com 5 participantes, realizada no âmbito do Programa de Iniciação Científica da Universidade de Brasília (UnB), com participação da discente Ariel Miranda Pimentel (PIMENTEL & SILVA, 2016). Posteriormente, mais 5 casos foram registrados para a validação dos procedimentos de coleta. A partir desses casos iniciais, além da validação dos procedimentos, realizaram-se as análises qualitativas dos resultados preliminares.

Resultados preliminares e discussão

Apesar da coleta de dados ter sido realizada apenas como um teste para os instrumentos e procedimentos, os resultados preliminares destacam o potencial do estudo, indicando a possibilidade de resultados relevantes. Dos 10 participantes avaliados, 9 tiveram maior preferência pelas composições com complexidade efetiva. No momento da entrevista foi permitido ao participante explicar seus pensamentos enquanto avaliavam as imagens. Nesse momento, alguns questionavam a falta de diversificação nas imagens randômicas, identificando a homogeneidade do padrão de distribuição randômico já a partir da exposição da segunda imagem. Para descrevê-las, os participantes relataram que pareciam “ter sido feitas por crianças”, indicando a falta de intencionalidade da composição.

Por meio dos primeiros resultados, foi percebido que existe uma inclinação favorável das pessoas pelas composições com complexidade efetiva. A variabilidade das cores e a maneira como se dispunham foram fatores que, de acordo com os participantes, influenciaram a sua decisão, o que corrobora a hipótese inicial do estudo e também os dados relatados por Nadal *et al.* (2010).

Ainda, em alguns casos, as imagens randômicas eram preferidas inicialmente, interpretadas como arte abstrata concebida intencionalmente. Contudo, ao se perceber a existência de outras composições semelhantes, os participantes mudavam de opinião, categorizando todo o bloco de geração randômica como sem sentido, como um conjunto de ruídos, “semelhante a uma televisão sem sinal”. Isso provavelmente está relacionado à seme-

lança que as imagens randômicas possuem entre si, evidenciando o argumento de Galanter (2010) sobre a baixa complexidade de composições que, apesar de possuírem muitos elementos, são desorganizadas (caóticas), frente a combinação específica de ordem e desordem das imagens com complexidade efetiva.

Essa organização específica sugere uma intencionalidade, pois, apesar dos participantes não conhecerem as regras intrínsecas do sistema, houve uma proficiência que selecionou os fenótipos dos agentes computacionais. Assim, mesmo não sabendo que a configuração da composição representa a variabilidade genética da população, não sendo capazes de inferir a relevância contextual da composição, a percepção estética dessas organizações atraiu a curiosidade dos participantes, corroborando a hipótese inicial do estudo em seus resultados preliminares.

Considerações e aberturas

A presente pesquisa discutiu as relações existentes entre a complexidade efetiva e atratividade estética. Para tanto, investigou a percepção de composições visuais geradas por computador e os seus graus de atratividade e intencionalidade percebidos. Para tanto, foram utilizadas composições geradas pelo *software* Morfogênege 3.0 (SILVA, 2012; SILVA, 2013; SILVA, 2014; SILVA, 2015) para que as composições configurassem arranjos abstratos com uma identidade comum, visando o controle dessas variáveis.

A coleta de dados ocorreu como um teste piloto dos procedimentos propostos, assim como do instrumento de avaliação. Entretanto,

os resultados preliminares apontam para a corroboração da hipótese, de que o nível de complexidade efetiva está diretamente relacionado ao grau de atratividade estética da composição, que é percebida como intencional. Apesar disso, entende-se que os resultados são frutos de uma coleta restrita, com um número reduzido de participantes e, consequentemente, de variabilidade, implicando em uma representatividade insuficiente para quaisquer generalizações. Ainda assim, entende-se que o objetivo do estudo foi parcialmente alcançado por permitir que os procedimentos e instrumentos propostos para a investigação do fenômeno foram aprimorados, permitindo a continuidade da investigação com um número maior de participantes.

Espera-se que, a partir da investigação proposta, seja possível iniciar uma sequência de estudos exploratórios no campo da neuroestética. Os resultados da presente pesquisa poderiam sugerir uma relação entre uma forma específica de organização, denominada complexidade efetiva, e uma possibilidade de avaliação estética positiva. Nesse sentido, entende-se que o estudo pode gerar ramificações de investigações no campo da arte, design, ciência da computação e psicologia acerca do fenômeno abordado. Nesse sentido, compreende-se que a relação entre ciência e arte não seja necessariamente assimétrica, com empréstimos de conhecimentos científicos, tecnologias e repertório teórico para a promoção de poéticas de expressão artística, como o que ocorre na arte computacional evolutiva. O sentido inverso também se mostra relevante, no qual as experimentações poéticas podem servir como uma plataforma de investigação científica, retroalimentando um sistema de produção de conhe-

cimento humano transdisciplinar, evitando-se os reducionismos disciplinares.

Conforme sugere Galanter (2002), artistas não se colocam como meros transmissores de informação. Eles planejam e criam experiências humanas, atuando em diferentes camadas, como percepções cruas e processadas a determinados estímulos, memórias sensoriais e afetivas, capacidades de racionalização e interação, e potencialmente qualquer aspecto da neurodiversidade humana. Com isso, a prática artística contempla um corpo de heurísticas de uma ampla variedade de experiências humanas, sendo que cada técnica sugere uma hipótese relevante de investigação científica. O autor considera um desperdício a desconsideração dessas hipóteses para o avanço do conhecimento científico.

Quanto a poética de arte computacional Morfogênese, ao longo dos últimos dois anos ela migrou de museus e mostras de arte para salas de aula e eventos de divulgação científica. Apesar de ser inspirada em conhecimentos simples do processo evolutivo, como as interações ecológicas básicas, ela permite a expressão da forja do fenótipo biológico pela seleção natural. Essa experiência estética sobre o efeito do processo evolutivo, em detrimento da precisão técnica da simulação, foi o principal atributo que atraiu a demanda de professores e pesquisadores das ciências biológicas. A partir do contato com a poética, os alunos podem experimentar o processo evolutivo acelerado, e até mesmo interagir com ele, visualizando seus efeitos. Assim, a poética cumpre seu papel ao adentrar no território científico, propiciando, por meio da arte, uma experiência estética significativa para a formação de novos cientistas.

Portanto, além das possibilidades de trocas entre os campos artísticos e científicos sugeridos por Galanter, talvez seja plausível acreditar em um modelo de conhecimento constituído por diferentes camadas de um mesmo corpo, que incorpore todo o seu potencial de apreensão, como dimensões distintas de um mesmo fluxo: a exploração e potencialização da experiência humana.

Referências

- ANDERSON, J. R. Problem Solving and Learning. *American Psychologist*, 48(1), 35- 44. 1983.
- BERLYNE, D. E. *Aesthetics and Psychobiology*. New York: Appleton-Century- Crofts, Educational Division, Meredith Corporation, 1971.
- BIRKHOFF, G. D. *Aesthetic Measure*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1932.
- CHEN, J. *Flow in Games*. Dissertação (Mestrado) - University of Southern California. Los Angeles, 2006.
- COX, B. *Wonders of Life*. DVD, BBC, 2013.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. *Flow: the Psychology of Optimal Experience*. Harper Perennial, 1990.
- DAWKINS, R. *The Blind Watchmaker*. New York: W. W. Norton & Company, Inc., 1986.
- DAWKINS, R. Universal Darwinism. In: *Evolution from molecules to man*. ed. D. S. Bendall, Cambridge University Press, 1983.
- DUTTON, D. Aesthetics and Evolutionary Psychology. *The Oxford Handbook for*

- Aesthetics. Oxford University Press, 2003.
- CUPCHIK, G. C. A decade after Berlyne. New directions in Experimental Aesthetics. *Poetics*, 15, 345-369. 1986.
- EYSENCK, H. J. The empirical determination of an aesthetic formula. *Psychological Review*, 48, 83-92. 1941.
- GALANTER, Philip. *Against Reductionism: Complexity Science, Complexity Art, and Complexity Studies*. Institute for the Study of Coherence and Emergence, Complexity and Philosophy Workshop, 2002.
- GALANTER, P. Complexity, Neuroaesthetics, and Computational Aesthetic Evaluation. Paper presented at *13th Generative Art Conference GA2010*. Italy, 2010.
- GELL-MANN, M. What is Complexity? *Complexity* 1: 16-19. 1995.
- JORDAN, P. W. *Designing Pleasurable Products*. London: Taylor & Francis, 2000.
- LEDoux, J. *O Cérebro Emocional: Os misteriosos alicerces da vida emocional*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.
- NADAL, M. R. *Complexity and aesthetic preference for diverse visual stimuli*. Doctoral Thesis, Department de Psicologia, Universitat de les Illes Balears, 2007.
- NADAL, M. R.; MUNAR, E. MARTY, G. CELA-CONDE, C. J. Visual Complexity and Beauty Appreciation: Explaining the Divergence of Results. In: *Empirical Studies of the Arts*, Vol. 28(2) 173-191, 2010.
- NORMAN, D. *Emotional Design: Why do we love (or hate) everyday things*. New York: Basic Books, 2004.
- MARTINDALE, C. Aesthetics, Psychobiology, and Cognition. In Farley F.; Neperud, R. (Eds.), *The foundations of aesthetics, art, and art education* (pp. 7-42). New York: Praeger, 1988.
- PIMENTEL, A., M.; SILVA, T. B. P. Avaliação estética na Arte Computacional Evolutiva. *Anais do 22º Congresso de Iniciação Científica da Universidade de Brasília (UnB)*. Brasília: 2016.
- SCHRÖDINGER, E. *What is life? The Physical Aspect of the Living Cell*. Based on lectures delivered under the auspices of the Dublin Institute for Advanced Studies at Trinity College, Dublin, in February 1943.
- SILVA, Tiago Barros P. Gamearte, vida artificial e autopoiese: dando vida aos rabiscos. In: XI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, 2012, Brasília. *Anais do XI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital - Trilha de Arte e Design*, 2012.
- SILVA, Tiago Barros P. Arte Gerativa e Vida Artificial Interativa. In: Interaction South America 2013 (ISA13), 2013, Recife - PE. *Anais do Interaction South America 2013 (ISA13)*, 2013.
- SILVA, Tiago Barros P. Thoughts upon the morphogenesis. In: FRAGOSO, Maria Luiza Pinheiro Guimarães; SILVA, Tania Regina Fraga da; NOBREGA, Carlos Augusto M. (Org.). *Computer Art & Design for All*. 1ed. Rio de Janeiro: EBA - Escola de Belas Artes de UFRJ/RioBooks, 2014, v. 1, p. 159-167.
- SILVA, Tiago Barros P. A Morfogênese no contexto da Arte Computacional Evolutiva. *Revista VIS (UnB)*, v. 12, p. 9-22, 2015.
- VARELA, F. *El fenómeno de la vida*. Dolmen Esayo: Santiago, 2000.