

CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO – TCC		
() PRÉ-PROJETO	() PROJETO	ANO/SEMESTRE:

MÁQUINAS PRODUZINDO ARTE: O USO DA COMPUTAÇÃO CRIATIVA PARA GERAÇÃO DE CONTEÚDO ARTÍSTICO VISUAL

Luma Kühl

Prof. Dalton Solano dos Reis – Orientador

1 INTRODUÇÃO

Já nos anos 1960 Fisher (1963) descreveu como o ser humano experiencia o mundo ao seu redor é refletido nas suas produções artísticas desde a antiguidade. A arte e o ser humano evoluíram de forma paralela, seja porque o ser humano é o seu criador ou a arte quem o conecta aos seus instintos primitivos ao passo que os torna seres sociáveis (FISHER, 1963). Esta relação foi reafirmada por outros autores ao longo das décadas seguintes em livros como “*What Is Art For?*” de Ellen Dissanayake (2002) com a primeira edição na década de 1980 até artigos mais recentes que estudam a relação entre Inteligência Artificial e Arte.

É inegável a estreita relação do homem com as produções artísticas, de todos os gêneros. Desde o homem das cavernas até os artistas pós-modernistas a arte tem sido usada para marcar uma representação do tempo em que se está vivendo e através dela é possível reconstruir a história da humanidade (HARARI, 2018). Por ser um reflexo das mudanças da sociedade a arte também passou por revoluções ao longo dos anos. O conceito do que era considerado arte no passado, não necessariamente é refletido no ideal artístico atual (FISHER, 1963).

Existem diversas tentativas de definição sobre o que é arte generativa, desde conceitos de meados do século XX até propostas mais recentes envolvendo conceitos de programação (MCCORMACK et al, 2012). Com isto pode-se compreender como arte generativa qualquer sistema autômato gerador de conteúdo artístico (DORIN, 2004), como por exemplo, marcadores de porcelanatos comumente utilizados na Itália em séculos passados (GALANTER, 2003). Dado as mudanças que a sociedade sofreu desde o surgimento do primeiro computador nos anos 1940 e com o avanço da tecnologia da informação se verifica um novo tipo de expressão humana, que pode ser considerado arte, surgindo: A arte generativa algorítmica.

A arte generativa não é um conceito novo, porém a arte generativa produzida através de algoritmos é uma forma mais recente de expressão humana (GALANTER, 2003). A arte generativa algorítmica, ou seja, que dependa de computadores, é uma nova forma de expressão que envolve diretamente o desenvolvimento de algoritmos complexos que imitam processos da natureza (SODDU, 2002). Um algoritmo generativo é aquele que é capaz de

gerar algo através de sua execução e um algoritmo de arte generativo é um código de computador capaz de gerar um novo conteúdo que pode ser considerado arte, este conteúdo pode ser gráfico, sonoro, entre outros (DORIN, 2004). Ainda segundo Galanter (2003), “O artista generativo pode nos lembrar que o próprio universo é um sistema generativo. E através da arte generativa, podemos recuperar nosso senso de lugar e participação nesse universo”.

Diante do exposto pretende-se com este trabalho demonstrar a automatização de processos ligados à criatividade humana e entender como expressar-se através de algoritmos generativos buscando determinar o quanto isto pode ser considerado arte.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é demonstrar como produzir arte através de algoritmos fazendo uso da criatividade computacional.

Os objetivos específicos são:

- a) descrever processos criativos através de algoritmos;
- b) desenvolver algoritmos capazes de produzir arte gráfica de forma autônoma;
- c) propor métricas para mensurar se o produto de sistemas autônomos pode ser considerado arte;
- d) disponibilizar indicadores acerca da relação entre arte, artista, desenvolvedor e algoritmo.

2 TRABALHOS CORRELATOS

São apresentados três trabalhos correlatos com características semelhantes aos objetivos propostos por este estudo. Todos de alguma forma abordam a temática de arte generativa sob algum aspecto distinto. O primeiro é um framework para entender o que é arte generativa e formas de classificá-la (DORIN et al, 2012). O segundo é um robô que cria arte generativa e expõe previamente os seus movimentos no espaço, DataDrawingDroid (NAKANISHI, 2019). O terceiro trata de computação criativa e a ideia de uma nova proposta em relação ao Teste de Turing (PEASE; COLTON, 2011).

2.1 A FRAMEWORK FOR UNDERSTANDING GENERATIVE ART

Este trabalho tem como objetivo identificar formas de obter uma compreensão generalizada sobre o que seria arte generativa e como entender a arte generativa em todos os contextos, ou seja, a proposta de um framework capaz de englobar definições consistentes que possam ser aplicadas a qualquer produto de um sistema generativo. Não é feito uso de

nenhum teorema ou fórmula matemática para o desenvolvimento das etapas do framework. Ele é totalmente constituído por etapas descritivas para uma compreensão não arbitrária de trabalhos criativos (DORIN et al, 2012).

O framework é dividido em descritores de quatro principais componentes que constituem uma arte generativa: Entidades, Processos, Interação com o Ambiente e Resultados Sensoriais. Cada um destes descritores é devidamente contextualizado e caracterizado de acordo com o seu uso na criação de arte e estabelecem uma relação direta com qualquer tipo de arte generativa podendo ter ou não relação com a arte generativa computacional. A utilização do framework é demonstrada através de exemplos, aplicando a proposta a trabalhos de arte já concluídos (DORIN et al, 2012).

De acordo com os exemplos aplicados é possível constatar que o framework concluiu o objetivo de ser generalista. A ponto de conseguir ser validado com diferentes trabalhos de arte, podendo ser utilizado com artes do passado e do presente (DORIN et al, 2012). Entretanto, o framework tem um foco maior em processos de desenvolvimento e na forma como este processo se dá e não nas motivações artísticas ou em como pode ser desenvolvido um sistema generativo.

2.2 DATADRAWINGDROID

O DataDrawingDroid é um robô que faz a interação com o ser humano demonstrando a sua visão do plano em que está inserido. Através de uma leitura do espaço a sua volta o robô prevê caminhos possíveis para executar e após isso demonstra sua visualização do caminho de forma que possa chamar a atenção de pessoas a sua volta. Uma das formas mais consistentes em que esse caminho é demonstrado é através da exposição de arte generativa (NAKANISHI, 2019).

O robô demonstra a predição de seu caminho através de uma projeção no chão. O caminho projetado por onde o robô irá passar é demonstrado de três maneiras distintas. A primeira é somente traçando uma linha amarela no chão demonstrando o caminho que o robô irá percorrer. A segunda, como pode ser observado na Figura 1 são traçadas linhas coloridas, onde a coloração é feita de forma aleatória. Já na terceira o robô faz desenhos generativos simples, como triângulos em diferentes proporções e cores (NAKANISHI, 2019).

Figura 1 - DataDrawingDroid na segunda execução



Fonte: DataDrawingDroid (2019).

O autor propõe através de pesquisas feitas somente via vídeo que as interações com arte generativa são as que mais chamam atenção do público. O conceito entre funcionalidade e estética seria necessário ser trabalhado para um equilíbrio da produção. Entretanto, a pesquisa foi realizada com um número pequeno de participantes, logo, para ter um resultado consistente seria necessário realizar um experimento em espaço aberto com um público maior (NAKANISHI, 2019).

2.3 ON IMPACT AND EVALUATION IN COMPUTATIONAL CREATIVITY

Este artigo discute a importância da criatividade computacional como um meio para o reconhecimento de métodos de descrição da criatividade humana como um todo. Ele aborda a criatividade computacional como forma de produção de conteúdo inovador produzido através de algoritmos, citando os métodos disponíveis para realização de testes em softwares resultantes da aplicação da criatividade computacional. Além do uso do Teste de Turing como ferramenta de análise de conteúdos obtidos através de algoritmos com conceitos de criatividade computacional (PEASE; COLTON, 2011).

Demonstram-se as falhas apresentadas pelo Teste de Turing no que tange a capacidade de avaliar a criatividade em indivíduos e máquinas. Além de retratar a criatividade como algo diverso que se torna complexo de ser avaliado baseando-se em conceitos de reprodução e imitação, presentes em softwares que obtêm êxito no Teste de Turing. Como solução as limitações apresentadas pelo Teste de Turing e outros, são propostos dois novos modelos de avaliação: *FACE model* e *IDEA model*. Onde o *FACE model* diz respeito a descrever atos criativos realizados pelo computador e o *IDEA model* formaliza notações de como pode ser mensurada a criatividade em termos de impacto (PEASE; COLTON, 2011).

O trabalho foi capaz de descrever a Criatividade Computacional como uma subárea da Inteligência Artificial como também propor novos métodos de avaliação tendo como base o estilo do Teste de Turing. Foi produzido um modelo consistente de avaliação com valores que podem ser aplicados de forma a mensurar a validade do trabalho produzido em relação aos níveis de criatividade aplicados não somente em trabalhos baseados em reprodução e cópia (PEASE; COLTON, 2011).

3 PROPOSTA DE ESTUDO

A seguir serão apresentados a justificativa para o desenvolvimento deste estudo, os principais requisitos e a metodologia de desenvolvimento.

3.1 JUSTIFICATIVA

O Quadro 1 apresenta um comparativo entre os trabalhos correlatos. Onde as linhas representam as características e as colunas os trabalhos. Como pode ser observado pelo Quadro 1 o primeiro e o terceiro correlatos são trabalhos teóricos, enquanto o segundo é um trabalho prático que faz uso de arte generativa.

Quadro 1 – Comparativo entre trabalhos correlatos

Características \ Correlatos	Dorin, et al (2012)	Nakanishi (2019)	Colton, Pease, (2011)
Desenvolvimento de algoritmo		X	
Propõe novo modelo e/ou teorema	X		X
Valida o impacto gerado pela obra		X	X
Possui foco em área gráfica		X	

Fonte: elaborado pelo autor.

Conforme o Quadro 1 acima é possível identificar que somente o DataDrawingDroid possui algum tipo de implementação, sendo os outros trabalhos, propostas de novas teorias ou metodologias. Ambos os trabalhos, primeiro e terceiro, sugerem um novo ponto de vista ao que se refere a arte generativa, entretanto, as propostas se diferenciam em suas abordagens. O primeiro tenta abordar uma forma de entender e enquadrar todo o tipo de arte generativa em quatro parâmetros principais, enquanto o outro está mais preocupado em como validar a arte generativa e como fazer validações do uso da criatividade computacional dentro de produções artísticas.

Ainda considerando a arte generativa como um todo e não focando em algum tipo de produção generativa em específico, no que diz respeito a validar a relevância do trabalho produzido, seja ou não por algoritmos, os trabalhos dois e três demonstram essa preocupação fazendo uma validação mais clara da importância da peça de arte e em como ela pode ser mensurada como relevante no contexto em que está inserida. Somente o DataDrawingDroid

possui o foco em produções gráficas, ambos os trabalhos um e três, tentam ser generalistas e não focam em um tipo específico de produção. Apesar de todos os trabalhos apresentarem relevância para o tema de arte generativa e criatividade computacional, nenhum deles fornece uma ferramenta que auxilia na criação de conteúdo generativo ou na exploração da criatividade computacional ou até mesmo métodos para pô-la em prática.

Este estudo torna-se relevante ao se preocupar em traçar parâmetros para melhorar a compreensão sobre arte generativa e criatividade computacional, trazendo especificamente para a área gráfica. Tendo em consideração que a criatividade computacional é uma área não muito explorada e pode ser usada não somente por desenvolvedores, mas como também para melhor compreender a criatividade humana, permitindo que formas de expressão sejam utilizadas por diferentes setores da sociedade. Pode ser também uma maneira de estimular o interesse de jovens nas áreas de tecnologia da informação demonstrando outras perspectivas e possibilidades de desenvolvimento que fogem do convencional, como por exemplo, softwares ERP ou outros softwares empresariais.

3.2 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

O estudo descrito neste trabalho deverá:

- a) Desenvolver algoritmo capaz de reproduzir obras no estilo de Clyfford Still (Requisito Funcional – RF);
- b) desenvolver algoritmo capaz de reproduzir obras no estilo de Wassily Kandisky (RF);
- c) desenvolver algoritmo capaz de reproduzir obras no estilo de Vincent van Gogh (RF);
- d) desenvolver três algoritmos generativos com estilo próprio (RF);
- e) utilizar Python para desenvolvimento de algoritmos (Requisito Não Funcional - RNF);
- f) desenvolver questionário de teste de comparação de obras (RNF);
- g) aplicar testes com pessoas de diferentes áreas (RNF);
- h) fornecer modelos de avaliação acerca do trabalho produzido (RNF);
- i) fornecer métodos para exemplificação de processos criativos através de algoritmos com exemplos práticos (RNF);
- j) fornecer indicadores para mensurar a relação entre artista e desenvolvedor através de pesquisa aplicada (RNF).

3.3 METODOLOGIA

O trabalho será desenvolvido observando as seguintes etapas:

- a) levantamento bibliográfico: pesquisar trabalhos relacionados e estudar a aplicação

- de criatividade computacional como também a arte generativa no contexto atual;
- b) levantamento de requisitos: baseando-se nas informações da etapa anterior, reavaliar os requisitos propostos;
 - c) especificação: especificar metodologias para desenvolvimento de um software criativo e definições de modelos conceituais de arte generativa;
 - d) implementação: implementar algoritmos generativos de categoria complexa com base nos estudos desenvolvidos anteriormente;
 - e) testes: aplicar testes sobre os métodos de avaliação e ferramenta que foram propostos e realizar uma pesquisa para validação das artes geradas.

As etapas serão realizadas nos períodos relacionados no Quadro 2.

Quadro 2 - Cronograma

etapas / quinzenas	2020									
	ago.		set.		out.		nov.		dez.	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
levantamento bibliográfico										
levantamento de requisitos										
especificação										
implementação										
testes										

Fonte: elaborado pelo autor.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Na revisão bibliográfica são listados os assuntos principais que serão abordados para a realização deste trabalho. Este capítulo está dividido em cinco secções indo de contextualização em relação ao assunto até sua aplicabilidade. Na secção 4.1 é apresentada uma visão geral sobre o que é arte e a evolução destes conceitos nas últimas décadas. As secções 4.2 e 4.3 estão focados em descrever o que é arte generativa e arte generativa computacional, respectivamente. Já as secções 4.4 e 4.5 identificam o que é a Criatividade Computacional e exemplos da aplicação dela em diferentes contextos.

4.1 O QUE É ARTE?

“O que é arte?” esta é uma pergunta que obteve várias respostas, mas mesmo atualmente, existe uma certa dificuldade em defini-la e em entender qual a sua importância para a sociedade (COREIA, 2019). No século XIX Tolstoy (1996) definiu a arte como “A forma que um ser humano encontra de compartilhar o sentimento ou a sensação que obteve ao realizar uma ação, permitindo assim que outro ser humano tenha o mesmo sentimento que o autor”. Apesar desta ser uma definição do século XIX ela se repete para outros autores ao

longo dos últimos séculos como para Susanne K. Langer de acordo com o estudo de Coreia (2019) em que é apresentada a definição de que “arte é a criação de formas simbólicas de sentimento humano”.

Enquanto alguns autores se esforçam para definir o que é arte outros dizem que a arte por si só não pode ser definida. O ato de tentar definir a arte e definir características que devam ser encontradas em obras de arte pode ser considerado o motivo de falha de teóricos. Ao tentarem definir algo do qual não tem conhecimento falham com definições vazias por não entenderem sua essência (MOROKAWA, 2018). Como definir o contexto generalizado de uma palavra que se quer existe em todos idiomas é um desafio para filósofos (DISSANAYAKE, 2002), o problema então pode ser dito como não “o que é arte”, mas qual tipo de conceito pode ser considerado arte e para que ela é utilizada (DANIELE; SONG, 2019).

Para entendimento geral deste trabalho a arte será considerada como “uma forma de expressão humana com o propósito de transmitir algum sentimento”, levando em consideração noções do final do século XX, suportado por autores como DISSANAYAKE (2002) e ANGELINI (2017).

4.2 ARTE GENERATIVA

Arte generativa é um tipo de arte onde em algum momento de sua concepção há alguma automatização do processo, ou, o processo como todo é fruto de um sistema independente, neste contexto não necessariamente um sistema computacional. O elemento principal deste cenário é a passagem do controle de criação da obra para um sistema ou método. É importante lembrar que o termo “arte generativa” diz respeito apenas a forma como a obra foi produzida e não o porque ou o que ela contém (GALANTER, 2003).

Na criação da arte generativa o papel do artista está em manipular este sistema gerador e ser capaz de filtrar ou produzir algo significativo através de uma produção que foge do seu controle de maneira parcial ou total (MCORMACK; DORIN, 2001). Existe mais de uma classificação para produção de conteúdo generativo indo de sistemas randômicos até sistemas mais complexos. O sistema ainda pode ter sua criação fixa, mas se modificar dada a interação com outros sistemas ou pessoas (GALANTER, 2003).

Na figura 2 é possível visualizar uma obra do artista Hans Haacke, pioneiro na crítica institucional criou trabalhos conceituais que expõe as conexões entre dinheiro, arte e política. A obra foi produzida entre os anos de 1964 e 1965, e é considerada uma instalação artística. Esta obra é considerada como generativa por ter um sistema independente (o ventilador)

capaz de modificar a obra durante sua exibição e esse sistema não está sob o controle do artista. A obra se modifica conforme a direção que o vento toma. (SFMOMA, 2005).

Figura 2 – *Blue Sail*, 1964-1965



Fonte: SFMOMA, 2005.

4.3 ARTE GENERATIVA COMPUTACIONAL

Tendo em vista que a arte generativa consiste na automatização do processo de criação de alguma obra através de um sistema, ao trazer esse conceito para a computação o sistema passa a ser considerado como um algoritmo que tipicamente faz uso de aleatorização para determinar as características da criação. Estas características podem ser fixadas por algum artista generativo e outras podem ser parametrizáveis pela própria máquina gerando assim um trabalho generativo diferente a cada interação do algoritmo (PARIKH, 2020).

Um exemplo de trabalho generativo computacional é o do artista Anders Hoff com o projeto *Inconvergent*. Conforme pode ser observado no Quadro 3, estão dispostos dois diferentes algoritmos generativos, no primeiro algoritmo é feita uma geração generativa que não trabalha com mutações de resultado, neste contexto, mutações seriam erros ou padrões não esperados (HOFF, 2017). A execução do primeiro algoritmo com as regras demonstradas no Quadro 3 gera a primeira imagem do Quadro 4. O segundo algoritmo disposto no Quadro 3 é semelhante ao primeiro, porém contém a adição de um comando de mutação, ou a inclusão de erros ao resultado gerado pelos processos generativos. O comando pode ser

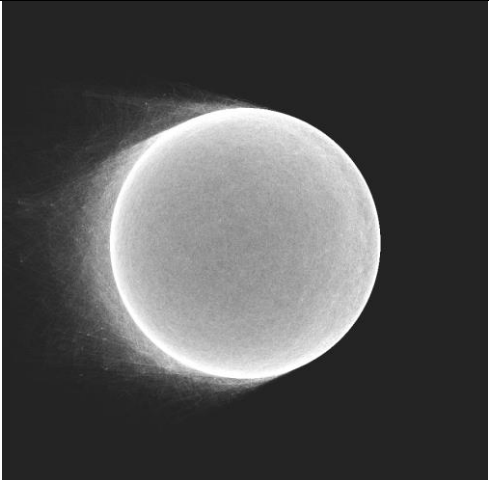
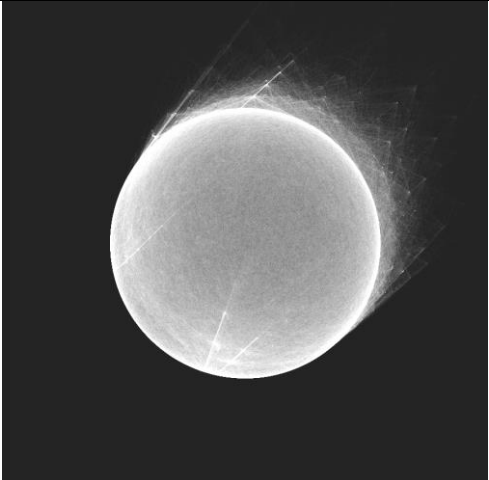
observado destacado na imagem. O uso da mutação pode ser observado na segunda imagem do Quadro 4, o resultado gerado pelo segundo algoritmo é uma produção mais complexa e com mais detalhes.

Quadro 3 – Relação entre códigos generativos com suas regras

Algoritmo inicial	Algoritmo com mudança de uma regra
<pre> ; context start (snek:with (snk) ; pick a random vertex, v, and create ; a new edge between v and xy (snek:with-rnd-vert (snk v) ; xy placed relative to position of v (snek:append-edge? v xy :rel t)) (snek:with-rnd-vert (snk v) (snek:with-rnd-vert (snk w) ; create an edge between arbitrary ; vertices v and w (snek:join-verts? w v)))))) ; context end ; alterations have been applied </pre>	<pre> ; context start (snek:with (snk) ; mutate alterations (snek:mutate (mut) ; remaining code is exactly as above (snek:with-rnd-vert (snk v) (snek:append-edge? v xy :rel t)) (snek:with-rnd-vert (snk v) (snek:with-rnd-vert (snk w) (snek:join-verts? w v)))))) </pre>

Fonte: adaptado de Anders Hoff (2017).

Quadro 4 – Resultados da execução dos algoritmos generativos

Resultado da execução do primeiro algoritmo	Resultado da execução após a mutação
	

Fonte: adaptado de Anders Hoff (2017).

4.4 O QUE É CRIATIVIDADE COMPUTACIONAL?

Para entender o que é criatividade computacional deve-se primeiro entender o que é criatividade e o que pode ser considerado criatividade, neste sentido, para os seres humanos a definição do que é criatividade é algo ainda muito abrangente. Entretanto, a criatividade pode ser entendida como a forma ou método de resolução de um problema de uma maneira não convencional, ou seja, a habilidade de encontrar diferentes soluções para um problema (PEREIRA, 2004).

A Criatividade Computacional é uma subárea da Inteligência Artificial que trabalha com sistemas computacionais capazes de gerar artefatos e ideias. Sendo que estes sistemas são geralmente aplicados em domínios criativos, tais como: matemática e ciência, poesia, artes visuais e design gráfico (COLTON, WIGGINS, 2012). A criatividade computacional é um campo da inteligência artificial interdisciplinar, combinado principalmente com matérias como filosofia, psicologia, matemática e engenharia, e ainda podendo ser aplicada a diversos domínios (ACKERMAN et al, 2017).

Existe mais de uma abordagem para o estudo da criatividade computacional, estas abordagens apesar de serem diversificadas convergem para o entendimento do que pode ser considerado um produto criativo, neste contexto o produto seria o software que é capaz de produzir algo. Este ideal de produzir algo está de acordo com a maioria das contribuições científicas para o tema que tem a tendência de trabalhar com sistemas generativos. Apesar da maioria dos trabalhos estarem focados nos sistemas generativos existem duas características básicas para se classificar um sistema como criativo são elas *geração* e *evolução* (ACKERMAN et al, 2017).

Portanto podemos considerar a computação criativa de acordo Prosecco (2017?) como “Um campo emergente que estuda e explora o potencial dos computadores para serem mais do que ferramentas ricas em recursos e para atuar como criadores autônomos e co-criadores.” E ainda lembrar de que em um sistema criativo, o ímpeto criativo vem da máquina, não do usuário, embora em um sistema híbrido um ímpeto possa vir de ambos. (PROSECCO, 2017?).

4.5 CRIATIVIDADE COMPUTACIONAL APLICADA

A criatividade computacional vem sendo aplicada em diversas áreas do domínio criativo humano, pode-se destacar trabalhos na área de composição musical como *The construction and evaluation of statistical models of melodic structure in music perception and composition* de Marcus Thomas Pearce (2005), no design de games na parte de criação com trabalho como o Michael Cook et al (2013) *Mechanic Miner: Reflection-Driven Game Mechanic Discovery and Level Design*, entre outras áreas com trabalhos sendo desenvolvidos (POLLAK, 2018).

Para aplicação da criatividade visual a maioria dos trabalhos está conceituada em iniciativas e estudos que envolvem pintura e desenho. No domínio visual existe a tendência de focar na técnica de pintura e nos objetos que são produzidas por ela (POLLAK, 2018). Pode-

se destacar o trabalho de Simon Colton (2012) com o *The painting fool*, um software que se auto intitula de “programa de computador que aspira ser um artista”.

A figura 3 traz o resultado de projetos de softwares criativos na área de domínio visual, cada uma das imagens é fruto de um trabalho diferente produzido essencialmente por softwares. Na imagem (a) da figura 3 pode se observar o trabalho sem nome do AARON, um robô criado nos anos 1970 pelo artista Harold Cohen. A imagem (b) é uma obra produzida pelo *The painting fool* (COLTON, 2012) com nome de *Uneasy*. E na última imagem da figura 3 (c) tem se o produto do projeto DARCI (NORTON et al, 2013) que produz imagens através da combinação de processamento de imagens e compreensão de linguagem, intitulado *Always Be A Gloomy Cauldron, Even in Creepy Stone*. (POLLAK et al, 2018).

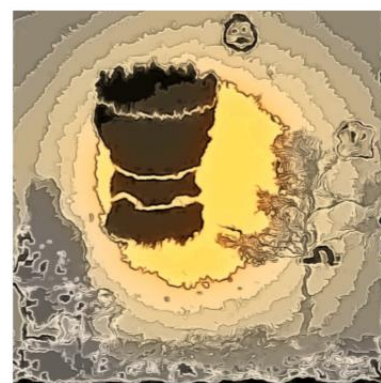
Figura 3 – O produto de diferentes sistemas generativos analisados por Pollack et al (2018)



(a)



(b)



(c)

Fonte: Pollak et al (2018)

REFERÊNCIAS

- ACKERMAN, Margareta et al. Teaching Computational Creativity. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATIONAL CREATIVITY, 8., 2017, Atlanta. **Proceedings...** Atlanta: Georgia Institute of Technology, 2017. p. 9-16.
- ANGELINI, Cécile. How to judge a work of art today? Contemporary echoes of kantian aesthetics. **ARTEFILOSOFIA**. Ouro Preto, v. 22, n. 22, p. 172-191, jul. 2017.
- COLTON, Simon. The Painting Fool: stories from building an automated painter. **Computers And Creativity**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 3-38, maio. 2012.
- COLTON, Simon; WIGGINS, Geraint A. Computational Creativity: the final frontier?. **Frontiers In Artificial Intelligence And Applications**, [S.l.], v. 242, n. 2012, p. 21-26, 2012.
- COOK, Michael et al. Mechanic Miner: Reflection-Driven Game Mechanic Discovery and Level Design. In: EUROPEAN CONFERENCE, EVOAPPLICATIONS, 16., 2013, Viena. **Proceedings...** Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013. p. 284-294.

CORREIA, Carlos. Susanne K. Langer and the Definition of Art. **Eidos. A Journal For Philosophy Of Culture**, [S.l.], v. 2019, n. 1, p. 92-103, abril. 2019.

DANIELE, Antonio; SONG, Yi-Zhe. AI + Art = Human. In: AAI/ACM CONFERENCE ON AI, ETHICS, AND SOCIETY, 19., 2019, Nova Iorque. **Proceedings...** Nova Iorque: Association for Computing Machinery, 2019, p. 155–161.

DISSANAYAKE, Ellen. **What Is Art For?**. 50. ed. Estados Unidos: University of Washington Press, 2002.

DORIN, Alan et al. A framework for understanding generative art. **Digital Creativity**, [S.l.], v. 23, n. 3-4, p. 239-259, 12 nov. 2012.

DORIN, Alan. The Virtual Ecosystem as Generative Electronic Art. In: EVOWORKSHOPS APPLICATIONS OF EVOLUTIONARY COMPUTING, 2, 2004, Coimbra. **Proceedings...** Alemanha: Springer-Verlang London Ltd., 2004. p. 467-476.

FISHER, Ernest. **The necessity of Art: a marxist approach**. London: Penguin Books, 1963.

GALANTER, Philip. What is generative art? Complexity theory as a context for art theory. In: GENERATIVE ART CONFERENCE, 6, 2003, Milão. **Proceedings...** Milão: AleaDesign Publisher, 2003. p. 225-245.

HARARI, Yuval Noah. **Sapiens: Uma breve história da humanidade**. Porto Alegre: L&PM Editores S. A., 2018.

HOFF, Anders. Inconvergent. [S.l.], 2017. Disponível em: <<https://inconvergent.net/2017/a-method-for-mistakes/>>. Acesso em: 25 maio. 2020.

MCCORMACK, Jon; DORIN, Alan. Art, Emergence, and the Computational Sublime. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GENERATIVE SYSTEMS IN THE ELECTRONIC ARTS, 2., 2001, Victoria. **Proceedings...** Victoria: Centre for Electronic Media Art, 2001, p. 67-81.

MCCORMACK, Jon et al. Ten Questions Concerning Generative Computer Art. **Leonardo**, [S.l.], v. 47, n. 2, p. 135-141, abr. 2014.

MOROKAWA, Rosi Leny. Definir ou Não Definir Arte: objeções à tese da impossibilidade da definição de arte e perspectivas teóricas após morris weitz. **Ars**, São Paulo, v. 16, n. 34, p. 95-113, dez. 2018.

NORTON, Daniel et al. Finding creativity in an artificial artist. **Journal of Creative Behavior**. [S.l.], v. 47, n. 2, p. 106–124, jun. 2013.

NAKANISHI, Yasuto. DataDrawingDroid: a wheel robot drawing planned path as data-driven generative art. In: International Conference On Human-robot Interaction (hri), 14, 2019, Daegu. **Proceedings...** Piscataway, IEEE, 2019. p. 536-537.

PARIKH, Devi. Predicting A Creator's Preferences In, and From, Interactive Generative Art. **arXiv**, Ithaca, v. 1 n. 01274, p. 1-8, mar. 2020.

PEARCE, Marcus Thomas. **The construction and evaluation of statistical models of melodic structure in music perception and composition**. 2005. 281 f. Tese (Doutorado em Computação) – City University, Londres.

PEASE, Alison; COLTON, Simon. On Impact and Evaluation in Computational Creativity: A Discussion of the Turing Test and an Alternative Proposal. In: AISB'11 CONVETION, 11. 2011, York. **Proceedings...** York: University of York, 2011. p. 15-22.

PEREIRA, Francisco C. P. da C. **Um Modelo Computacional de Criatividade**. 2004. 260 f. Tese (Doutorado em Engenharia Informática), Universidade de Coimbra, Coimbra.

POLLAK, Senja et al. Computational Creativity in Slovenia. **Journal Informatica (Slovenia)**. Eslovênia, v. 42, n. 42, p. 69-76, nov. 2018.

PROSECCO. **Prosecco**: PROMOTING THE SCIENTIFIC EXPLORATION OF COMPUTATIONAL CREATIVITY. Europa. 2017?. Disponível em: < <http://prosecco-network.eu/introduction-computational-creativity> >. Acesso em 28 maio. 2020.

SFMOMA, **SFMOMA**: San Francisco Museum of Modern Art. São Francisco, 2005. Disponível em: < <https://www.sfmoma.org/artwork/2005.185.A-B>>. Acesso em: 30 maio. 2020.

TOLSTOY, Leo. **What Is Art?**. 8. ed. Estados Unidos: Hackett Publishing Company, Inc., 1996.

ASSINATURAS

(Atenção: todas as folhas devem estar rubricadas)

Assinatura do(a) Aluno(a): _____

Assinatura do(a) Orientador(a): _____

Assinatura do(a) Coorientador(a) (se houver): _____

Observações do orientador em relação a itens não atendidos do pré-projeto (se houver):

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO – PROFESSOR TCC I

Acadêmico(a): _____

Avaliador(a): _____

ASPECTOS AVALIADOS ¹		atende	atende parcialmente	não atende
ASPECTOS TÉCNICOS	1. INTRODUÇÃO O tema de pesquisa está devidamente contextualizado/delimitado?			
	O problema está claramente formulado?			
	2. OBJETIVOS O objetivo principal está claramente definido e é passível de ser alcançado?			
	Os objetivos específicos são coerentes com o objetivo principal?			
	3. TRABALHOS CORRELATOS São apresentados trabalhos correlatos, bem como descritas as principais funcionalidades e os pontos fortes e fracos?			
	4. JUSTIFICATIVA Foi apresentado e discutido um quadro relacionando os trabalhos correlatos e suas principais funcionalidades com a proposta apresentada?			
	São apresentados argumentos científicos, técnicos ou metodológicos que justificam a proposta?			
	São apresentadas as contribuições teóricas, práticas ou sociais que justificam a proposta?			
	5. REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO Os requisitos funcionais e não funcionais foram claramente descritos?			
	6. METODOLOGIA Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC?			
ASPECTOS METODOLÓGICOS	Os métodos, recursos e o cronograma estão devidamente apresentados e são compatíveis com a metodologia proposta?			
	7. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA (atenção para a diferença de conteúdo entre projeto e pré-projeto) Os assuntos apresentados são suficientes e têm relação com o tema do TCC?			
	As referências contemplam adequadamente os assuntos abordados (são indicadas obras atualizadas e as mais importantes da área)?			
	8. LINGUAGEM USADA (redação) O texto completo é coerente e redigido corretamente em língua portuguesa, usando linguagem formal/científica?			
	A exposição do assunto é ordenada (as ideias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)?			
	9. ORGANIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO GRÁFICA DO TEXTO A organização e apresentação dos capítulos, seções, subseções e parágrafos estão de acordo com o modelo estabelecido?			
	10. ILUSTRAÇÕES (figuras, quadros, tabelas) As ilustrações são legíveis e obedecem às normas da ABNT?			
	11. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES As referências obedecem às normas da ABNT?			
	As citações obedecem às normas da ABNT?			
	Todos os documentos citados foram referenciados e vice-versa, isto é, as citações e referências são consistentes?			

PARECER – PROFESSOR DE TCC I OU COORDENADOR DE TCC (PREENCHER APENAS NO PROJETO):

O projeto de TCC será reprovado se:

- qualquer um dos itens tiver resposta NÃO ATENDE;
- pelo menos 4 (quatro) itens dos **ASPECTOS TÉCNICOS** tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE; ou
- pelo menos 4 (quatro) itens dos **ASPECTOS METODOLÓGICOS** tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE.

PARECER: () APROVADO () REPROVADO

Assinatura: _____ Data: _____

¹ Quando o avaliador marcar algum item como atende parcialmente ou não atende, deve obrigatoriamente indicar os motivos no texto, para que o aluno saiba o porquê da avaliação.

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO – PROFESSOR AVALIADOR

Acadêmico(a): _____

Avaliador(a): _____

ASPECTOS AVALIADOS ¹		atende	atende parcialmente	não atende
ASPECTOS TÉCNICOS	1. INTRODUÇÃO O tema de pesquisa está devidamente contextualizado/delimitado?			
	O problema está claramente formulado?			
	2. OBJETIVOS O objetivo principal está claramente definido e é passível de ser alcançado?			
	Os objetivos específicos são coerentes com o objetivo principal?			
	3. TRABALHOS CORRELATOS São apresentados trabalhos correlatos, bem como descritas as principais funcionalidades e os pontos fortes e fracos?			
	4. JUSTIFICATIVA Foi apresentado e discutido um quadro relacionando os trabalhos correlatos e suas principais funcionalidades com a proposta apresentada?			
	São apresentados argumentos científicos, técnicos ou metodológicos que justificam a proposta?			
	São apresentadas as contribuições teóricas, práticas ou sociais que justificam a proposta?			
	5. REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO Os requisitos funcionais e não funcionais foram claramente descritos?			
	6. METODOLOGIA Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC?			
	Os métodos, recursos e o cronograma estão devidamente apresentados e são compatíveis com a metodologia proposta?			
	7. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA (atenção para a diferença de conteúdo entre projeto e pré-projeto) Os assuntos apresentados são suficientes e têm relação com o tema do TCC?			
ASPECTOS METODOLÓGICOS	As referências contemplam adequadamente os assuntos abordados (são indicadas obras atualizadas e as mais importantes da área)?			
	8. LINGUAGEM USADA (redação) O texto completo é coerente e redigido corretamente em língua portuguesa, usando linguagem formal/científica?			
	A exposição do assunto é ordenada (as ideias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)?			

PARECER – PROFESSOR AVALIADOR: (PREENCHER APENAS NO PROJETO)

O projeto de TCC ser deverá ser revisado, isto é, necessita de complementação, se:

- qualquer um dos itens tiver resposta NÃO ATENDE;
- pelo menos 5 (cinco) tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE.

PARECER: () APROVADO () REPROVADO

Assinatura: _____ Data: _____

¹ Quando o avaliador marcar algum item como atende parcialmente ou não atende, deve obrigatoriamente indicar os motivos no texto, para que o aluno saiba o porquê da avaliação.