

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

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 nos conecta aos nossos instintos primitivos ao passo que nos torna seres sociáveis (FISHER, 1963).

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 (HARIRI, 2014). 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).

Levando em consideração as mudanças que a sociedade sofreu nos últimos anos com o avanço da tecnologia da informação **vemos** um novo tipo de arte surgindo. 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).

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). 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). 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 **artigo** demonstrar a automatização de processos ligados à criatividade humana e entender como podemos nos expressar 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 conteúdo gráfico 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, MCCABE, MCCORMACK, 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 (COLTON, PEASE, 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.

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 são caracterizados 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.

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. 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

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.

Figura 1 - DataDrawingDroid na segunda execução



Fonte: DataDrawingDroid (2019).

O autor propõe que através de pesquisas feitas somente via vídeo 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.

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. Assim como o uso do Teste de Turing como ferramenta de análise de conteúdos obtidos através de algoritmos com conceitos de criatividade computacional.

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 presente em softwares que passam no teste de Turing. Como solução as limitações apresentadas pelo Teste de Turing e outros é proposto 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.

O trabalho foi capaz de descrever a Criatividade Computacional como uma subárea de 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 aplicado não somente em trabalhos baseados em reprodução e cópia. Sendo o mais importante a capacidade de mensurar durante o processo de criação de softwares criativos.

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	
Fornecer ferramentas para auxiliar na criação de softwares criativos			

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 **propostos** 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 **segundo** 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 **na região do Vale do Itajaí** e pode ser usada não somente por

desenvolvedores, mas como também para melhor compreender a criatividade humana, permitindo que nossas 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.

3.2 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

O estudo descrito neste trabalho deverá:

- a) fornecer uma ferramenta para auxiliar na criação de softwares criativos (Requisito Não Funcional – RNF);
- b) fornecer modelos de avaliação acerca do trabalho produzido (RNF);
- c) fornecer métodos para exemplificação de processos criativos através de algoritmos com exemplos práticos (RNF);
- d) fornecer indicadores para mensurar a relação entre artista e desenvolvedor através de pesquisa aplicada (RNF);
- e) **Construir** três algoritmos generativos complexos (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

Este capítulo descreverá brevemente os assuntos que fundamentarão o estudo a ser realizado, sendo eles computação criativa e arte generativa.

A Criatividade computacional é uma subárea de Inteligência Artificial que trabalha com sistemas computacionais capazes de gerar artefatos e ideias. Sendo que estes sistemas são geralmente aplicados em domínios de pessoas criativas, tais como: matemática e ciência, poesia, artes visuais e design gráfico (COLTON, WIGGINS, 2012).

Já arte generativa pode ser definida segundo Galanter (2003) como “[...] qualquer arte que faça referência a uma arte praticada onde o artista utiliza um sistema, como as regras de linguagem natural, um programa de computador, uma máquina [...]”.

REFERÊNCIAS

SIMON, Colton; A., Wiggins Geraint. Computational Creativity: the final frontier?. : The Final Frontier?. **Frontiers In Artificial Intelligence And Applications**, [s.l.], v. 242, n. 2012, p. 21-26, 2012. IOS Press. <http://dx.doi.org/10.3233/978-1-61499-098-7-21>.

DORIN, Alan; MCCABE, Jonathan; MCCORMACK, Jon; MONRO, Gordon; WHITELAW, Mitchell. A framework for understanding generative art. **Digital Creativity**, [s.l.], v. 23, n. 3-4, p. 239-259, 12 nov. 2012. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/14626268.2012.709940>

DORIN, Alan. The Virtual Ecosystem as Generative Electronic Art. **Lecture Notes In Computer Science**, [s.l.], p. 467-476, 2004. Springer Berlin Heidelberg. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-24653-4_48.

FISHER, Ernest. **The necessity of Art**: a marxist approach. London: Penguin Books, 1963. 233 p. MCCORMACK, Jon; BOWN, Oliver; DORIN, Alan; MCCABE, Jonathan; MONRO, Gordon; WHITELAW, Mitchell. Ten Questions Concerning Generative Computer Art. **Leonardo**, [s.l.], v. 47, n. 2, p. 135-141, abr. 2014. MIT Press - Journals. http://dx.doi.org/10.1162/leon_a_00533.

GALANTER, Philip. **What is generative art?** Complexity theory as a context for art theory, [2003]. Disponível em <

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

NAKANISHI, Yasuto. DataDrawingDroid: a wheel robot drawing planned path as data-driven generative art. : A Wheel Robot Drawing Planned Path as Data-Driven Generative Art. **2019 14th Acm/ieee International Conference On Human-robot Interaction (hri)**, [s.l.], p. 536-537, mar. 2019. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/hri.2019.8673122>.

PEASE, Alison & COLTON, Simon. (2011). **On Impact and Evaluation in Computational Creativity: A Discussion of the Turing Test and an Alternative Proposal**. AISB 2011: Computing and Philosophy. Disponível em <https://www.researchgate.net/profile/Alison_Pease2/publication/230855719_On_Impact_and_Evaluation_in_Computational_Creativity_A_Discussion_of_the_Turing_Test_and_an_Alternative_Proposal/links/0c960517533753d6f8000000/On-Impact-and-Evaluation-in-Computational-Creativity-A-Discussion-of-the-Turing-Test-and-an-Alternative-Proposal.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2020.

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): _____

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

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.