

**Instituto de Arte, Design e Empresa - Universitário**

# **Tipografia Experimental em Sistemas Generativos**

**Ruben David Ferreira Amaral do Nascimento**

Trabalho de projecto apresentado para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Design e Cultura Visual, orientado pelo Professor Doutor Fernando Oliveira.



## **Agradecimentos**

Gostaria de agradecer a:

Professor Doutor Fernando Oliveira por me ter encaminhado e motivado ao longo deste projecto.

Aos meus pais que me apoiaram durante todos os bons e maus momentos.

Em especial a minha namorada Sofia, obrigado por tudo nunca paraste de me ajudar e nunca me deixas-te ir a baixo.

Obrigado a todos.



## RESUMO

Este trabalho de projecto tem como objectivo a aplicação de sistemas generativos à tipografia e a sua transformação em elementos gráficos. A criação de uma nova linguagem visual foi inspirada em trabalhos e metodologias de designers como Paul McNeil, David Carson e Neville Brody, na área da tipografia, e tem como finalidade a experimentação pura, ou seja, o facto de a experiência ter valor por si mesma.

Para a criação deste projecto foi essencial estruturá-lo em duas fases. A primeira fase consistiu num enquadramento teórico, através da revisão de literatura, com o objectivo de adquirir conhecimentos por meio da revisão de artigos e livros de maneira introduzir e definir conceitos como: tipografia, arte generativa, sistemas generativos e como estes se aliam ao design, assim como, a capacidade de a tipografia ser um elemento visual no design gráfico e a forma como esta pode comunicar para além do seu significado enquanto representação gráfica de sons e palavras.

Posteriormente a segunda centra-se na experimentação e desenvolvimento do projecto prático que consistirá na apresentação de uma série de experiências visuais realizadas recorrendo à tipografia, arte generativa e respectivos métodos utilizadas no processo de criação, assim como, os resultados obtidos.

**Palavras-chaves:** Tipografia, Arte Generativa, Sistemas Generativos, Tipografia Generativa.



## **ABSTRACT**

*This project work aims the application of generative systems to typography and its transformation into graphic elements. The creation of a new visual language was inspired by the work and methodologies of designers such as Paul McNeil, David Carson and Neville Brody, in the area of typography, and has as its purpose a pure experience, that is, the value of the experience itself.*

*For the creation of this project was essential structure it in two phases. The first phase consisted of a theoretical framework, through literature review, with the aim of acquiring knowledge through a review of articles and books in order to introduce and define concepts such as: typography, generative art, generative systems and how these allied with the design, as well as the ability of typography to be a visual element in graphic design and the way it can communicate beyond its meaning as a graphic representation of sounds and words.*

*Subsequently, the second one focuses on the experimentation and development of the practical project, which will consist of the presentation of a series of visual experiments carried out using typography, generative art and respective methods used in the creation process, as well as the results obtained.*

**Key-Words:** *Typography, Generative Art, Generative Systems, Generative Typography.*



## ÍNDICE

<b>1. Introdução</b> .....	<b>11</b>
<b>2. Enquadramento Teórico</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1. Tipografia</b> .....	<b>15</b>
2.1.1. Breve História da Tipografia .....	16
2.1.2. Tipografia no Design - Tipografia como elemento gráfico/visual .....	30
<b>2.2. Arte Generativa</b> .....	<b>36</b>
<b>2.3. Sistemas Generativos</b> .....	<b>48</b>
2.3.1. Sistemas Generativos no Design .....	48
2.3.2. Complexity.....	49
2.3.3. Sistemas de simetria e Tiling.....	51
2.3.4. Sistemas fractais e Lindenmayer system .....	54
2.3.4.1. Sistemas fractais .....	54
2.3.4.2. Lindenmayer system .....	58
2.3.5. Random systems and Chaotic systems .....	60
2.3.5.1. Random systems .....	60
2.3.5.2. Chaotic systems .....	61
2.3.6. Sistemas complexos .....	63
<b>2.4. Tipografia Generativa</b> .....	<b>68</b>
2.4.1. Casos de Estudo .....	70
2.4.1.1. Case study 09: text and language_ o projecto geral de mceuil .....	70
2.4.1.2. Poetry on the road .....	73
<b>3. Análise de resultados</b> .....	<b>79</b>
<b>4. Projecto</b> .....	<b>83</b>

4.1. Experiência 1.....	83
4.2. Experiência 2.....	84
4.3. Experiência 3.....	87
<b>5. Conclusão .....</b>	<b>95</b>
<b>6. Bibliografia.....</b>	<b>96</b>

## 1. INTRODUÇÃO (INTRODUÇÃO E METODOLOGIA)

Vivemos num Mundo em constante mudança, mudança esta, que pode ser aceite por uns ou criticada por outros. O mesmo se passa no mundo do design onde muitas das inovações e ideias foram condenadas e rejeitadas sendo só mais tarde aceites, revelando-se algumas destas importantes contribuições para o design.

Com a tipografia parece acontecer o mesmo, tendo esta vindo a alterar-se e a redefinir-se ao longo do tempo. Deixou de ter apenas a sua função primordial enquanto representação gráfica de sons e palavras ganhando também a capacidade de ser um objecto visual e design gráfico.

Os avanços tecnológicos, assim como, determinados designers impulsionaram novos rumos na tipografia.

A história da tipografia revela uma cadeia de designers inovadores que foram duramente criticados por rejeitar os *standards* convencionais da tipografia a favor de novas formas de expressão tipográfica, sendo só mais tarde a sua contribuição reconhecida.

Os avanços tecnológicos também impulsionaram novos caminhos visto terem permitido uma maior liberdade ao designer que anteriormente não existia.

A controvérsia gerada por estas abordagens inovadoras levou, algumas vezes, à sua descontinuação, no entanto, por vezes, também resultou num estímulo positivo junto de outros que viram o trabalho como inovador, ousado e promissor, levando à integração da técnica, ou parte desta, no design da época. (Kleinpeter, *Typographic Innovation and Negative Criticism: A Retrospective from Gutenberg to Carson*, 2010)

É deste contexto que emerge o interesse em relacionar a história de rejeição e crítica inicial com a prática do design, que tem sido relevante na história do design.

Assim, o objectivo para este trabalho de projecto é a experimentação tipográfica e a criação de novas linguagens visuais, na perspectiva de criar mais

entendimento sobre a questão experimental, bem como da sua importância na ascensão do design.

Para esse fim optou-se por processos generativos, como é o caso da padronização, *tiling* e aleatoriedade, métodos que nos têm acompanhado discretamente ao longo dos anos.

Pretende-se deste modo contribuir para o conhecimento na área da experimentação tipográfica aplicada a sistemas generativos, que devido à espontaneidade dos seus resultados permitem criar e evoluir a linguagem comum para algo novo e diferente.

Esta inspiração surgiu do trabalho de designers como Paul McNei, David Carson e Neville Brody; tendo estes, ao longo do seu percurso no design tipográfico, contribuído para esta área através das suas experiências, que geraram linguagens que marcaram pontos de viragem na cultura do design..

*“I’m a big believer in the emotion of design and the message someone gets before they get to reading. Before they get the rest of the information, what is the emotional response they get...to the story?”*, (Kleinpeter, *Typographic Innovation and Negative Criticism: A Retrospective from Gutenberg to Carson*, 2010)

Tal como David Carson afirma, é importante expandir as opções de comunicação e linguagem visual, através da tipografia experimental.

Apesar de este projecto ter como objectivo a experimentação pura, torna-se necessário, numa fase primordial, fazer um enquadramento teórico que incide sobre estas duas temáticas específicas, a tipografia e os sistemas generativos, na medida em que temos que perceber. Quais os requisitos de um projecto de tipografia experimental com recurso a sistemas generativos? Quais os requisitos para ser generativo? E qual o valor das metodologias generativas?

É importante abordar as metodologias a seguir, que passam inicialmente por uma pesquisa de informação em fontes bibliográficas, documentais, casos de estudo, entre outras. Esta pesquisa é importante para um enquadramento teórico que possa responder às necessidades deste projecto. Como iremos ver mais à frente, consistem em parâmetros estabelecidos previamente, como por exemplo: o suporte onde vão ser realizadas, a quantidade de informação a utilizar em cada

experiência, quais os sistemas generativos a utilizar e como abordar o projecto com cada um deles, é importante perceber a divisão entre os tipos de sistemas, a forma de actuar.

Seguidamente são mostradas as experiências visuais realizadas e respectivas metodologias, que como iremos ver mais à frente, consistem em parâmetros estabelecidos previamente como por exemplo: o suporte onde vão ser realizadas, a quantidade de informação a utilizar em cada experiência, entre outros.



## 2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

### 2.1. TIPOGRAFIA

A palavra tipografia, deriva da junção de dois elementos: **tipo-**, do grego *typos*, “forma, marca, impressão, cunho” e **-grafia** do grego *graphein* “escrita”. (ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, 2013)

Esta, de acordo com o Grande Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa, é definida como o “*conjunto de procedimentos artísticos e técnicos que abrangem as diversas etapas da produção gráfica (desde a criação dos caracteres até a impressão e acabamento), espelhados no sistema de impressão directa com o uso de matriz em relevo; imprensa*”. (Vista Filmes, 2015)

Tem como principal objectivo dar estrutura e forma à comunicação impressa, tendo a sua evolução sido constante, tornando-se uma arte, estudada e apreciada pelos designers e artistas gráficos. (História da Tipografia, 2012)

Inicialmente, trabalho realizado por designers de tipos, vê a sua mera função de impressão e desenvolvimento de tipos expandida, existindo actualmente um número incontável de pessoas com a capacidade de criar e difundir textos nos mais diversos suportes. (Morais, 2011)

Giambattista Bodoni e Claude Garamond, são dois nomes de entre vários designers de tipos cujas fontes a que deram origem são, ainda hoje, usadas frequentemente em programas de texto. (Araújo, Tipografia)

Nos dias de hoje, a Tipografia, é um elemento visual com grande utilização que assume um papel fundamental na transmissão, recepção e retenção de informação.

Se olhar-mos à nossa volta, reparamos que a Tipografia é uma constante no nosso dia-a-dia, quer seja a nível pessoal quer profissional, apresentando-se com diferentes formas e utilizações. Ela adorna as ruas, edifícios e lojas por onde passamos, é utilizada nos vários mídias, revistas, televisão, internet, e até na roupa que usamos como forma de branding. (Gavin & Harris, 2006)

## 2.1.1. BREVE HISTÓRIA DA TIPOGRAFIA

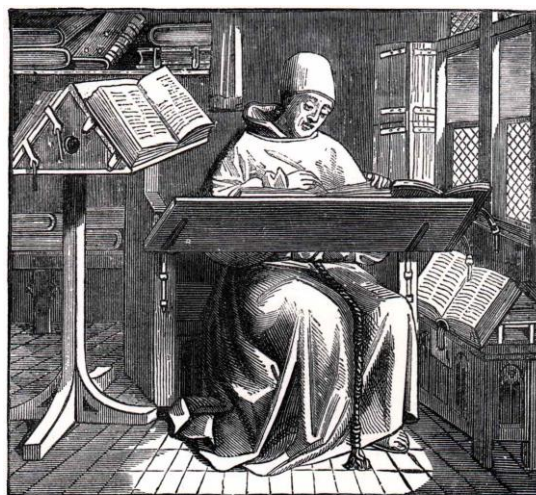
É impossível iniciar a história da tipografia sem remeter à manifestação da necessidade que o homem teve em começar a registrar a comunicação oral, inicialmente por ideogramas e gravuras, evoluindo mais tarde para a escrita, o que deu origem aos primeiros ensaios de tipografia e início das questões relacionadas com a mesma. Apesar de o foco principal deste trabalho não ser a história da tipografia, achei pertinente abordar aqui este tema. Neste capítulo não irei fazer referência a toda a história da tipografia, todos os tipos, criadores ou processos de impressão, mas sim um breve resumo dos acontecimentos que considere mais relevantes, destacando a tipografia a partir do início do século XX, por ter sido a época em que se deu uma maior evolução no que diz respeito à sua expressividade para além da mera função informativa.

Durante muitos anos, antes da tecnologia impressa, a produção de livros era feita manualmente. Estes registos permitiram preservar e perpetuar o conhecimento e a cultura da humanidade através de inúmeras gerações, o que contribuiu para o desenvolvimento e evolução do mundo em geral, no entanto, era um processo muito vagaroso e árduo.

(Funk & Santos, A importância da tipografia na história e na comunicação, 2007)



Figura 1 - Bíblia 42 linhas de Johannes Gutenberg



SCRIPTORIUM MONK AT WORK. (From Lacroix.)

Figura 2 - monge copista

Porém, no século XV, surgiu uma nova fase impulsionada pelo alemão Johannes Gutenberg (1400-1468), que revolucionou o sistema de produção de livros com a invenção da prensa móvel em 1439. Apesar de a criação da tipografia ser atribuída a Gutenberg, existem registros, que datam por volta de 1040, de sistemas de prensa móveis criados e empregados pelos chineses, em que os tipos eram feitos em argila cozida, madeira ou bronze. (Bringhurst, 2008, p. 133)

No entanto, foi Gutenberg o responsável pelo aperfeiçoamento da prensa móvel e desenvolvimento de tipos feitos em metal, que permitiu a produção em série com redução de custos e consequente aumento da acessibilidade a livros o que contribuiu para um maior acesso ao conhecimento, iniciando assim, a revolução da imprensa. (Morais, 2011; Funk & Santos, A importância da tipografia na história e na comunicação, 2008)

Este processo de impressão consistia na criação de um tipo através do enchimento de um molde, com uma imagem de uma letra “pré-esculpida”, com metal derretido. Posteriormente cada tipo era disposto numa matriz que dava origem a uma espécie de carimbo, que era pressionado no papel dando origem á página de texto impressa. Estes tipos móveis, fundidos em chumbo, eram reutilizáveis para várias impressões. O primeiro livro produzido com esta técnica foi a Bíblia de quarenta e duas linhas, entre 1452 e 1455.

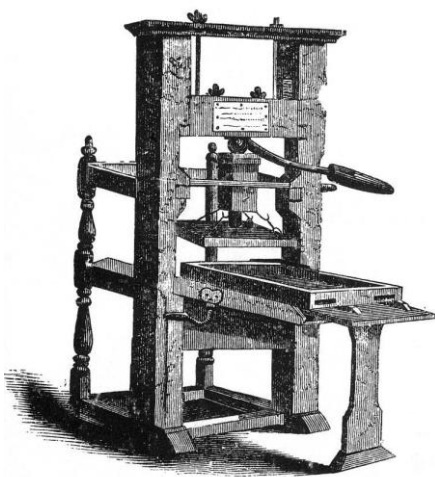


Figura 3 - Prensa de Johannes Gutenberg



Figura 4 – Bíblia de 42 linhas de Johannes Gutenberg

Esta invenção não demorou muito a disseminar-se pela Europa, mas esteve longe de ser pacífica. As autoridades religiosas e os copistas opuseram-se a este processo, havendo grande resistência por parte dos monges copistas que lutaram contra a sua implementação com medo que esta lhes roubasse a sua ocupação, surgindo a crença que era uma prática demoníaca e uma arte maldita.

Durante muitos séculos, em alguns países da Europa, os livros só poderiam ser impressos em impressoras autorizadas pelo governo e após aprovação da igreja.

Passados os anos de repressão a Tipografia começou a maturar, ocorreram mudanças, surgiram novas técnicas e tecnologias, criaram-se novos tipos. A propagação desta nova técnica também impulsionou o desenvolvimento de novos desenhos de letras, Holanda, França e Itália foram alguns dos locais onde foram desenvolvidos novos estilos tipográficos. (Funk & Santos, A importância da tipografia na história e na comunicação, 2007)

Um dos nomes mais revolucionários é Claude Garamond (c. 1480-1561), puncionista e designer de tipos, que conseguiu aliar a elegância à funcionalidade, contribuindo com um tipo dentro do estilo antigo, que ainda hoje serve de base de inspiração para várias composições modernas. Após Garamond, temos o Inglês John Baskerville (1706 – 1775), que descontente com os seus resultados mudou o design das máquinas impressoras e produziu papel e tintas especialmente para garantir a qualidade na reprodução de textos, contribuindo assim para a evolução dos processos editoriais. (Morais, 2011)

Giambattista Bodoni é outro nome que não pode deixar de ter um lugar de destaque nesta corrente tipográfica. Considerado o rei dos impressores, deixou como herança a sua filosofia sobre a beleza dos tipos que se suportava em quatro princípios simples: regularidade, nitidez, bom gosto e graça. Em meados de 1788, desenha um dos tipos de letra mais importantes de toda a história da tipografia, considerada o início dos tipos de letra modernos. Eram caracterizadas por um contraste bastante acentuado em toda a silhueta entre as hastes, filetes e braços e com uns remates muito finos. Publica uma das obras mais fascinantes e paradigmáticas de toda a história da tipografia, que reúne toda a informação sobre o seu legado tipográfico o Manual Tipográfico, de 1818. Esta obra é

testemunha e o culminar de uma vida de mais de 40 anos dedicada à arte tipográfica. (Giambattista Bodoni, 2012; A letra neo-classicista de Bodoni, 2007; Morais, 2011)

Mais tarde, no início do século XIX, nasce uma nova fase. Com a revolução industrial veio o progresso, surgiram novas ideias e invenções, máquinas foram construídas. Este crescente desenvolvimento mudou o mundo e a Tipografia não ficou alheia a esta evolução. O método artesanal, que Gutenberg tinha implementado, já não correspondia às expectativas e necessidades deste novo mundo industrializado.

Surgiram as prensas giratórias a vapor que deram lugar à produção em massa. Invenções da altura como o teclado, permitiram a criação de duas máquinas que revolucionaram e aceleraram o processo de composição de tipos.

A primeira que foi inventada na década de 1880, por Ottmar Mergenthaler, era a máquina de linotipo, *Linotype*. (fig. 5) Esta máquina era uma espécie de cruzamento entre uma máquina de fundir e uma máquina de escrever substituiu a composição manual por um processo de composição de uma linha inteira de texto, permitindo uma maior produtividade. Os tipos eram fundidos e alinhados em linhas inteiras em bloco, utilizando matrizes de chumbo reutilizáveis, que após a impressão eram logo fundidas.



Figura 5 - *Linotype*

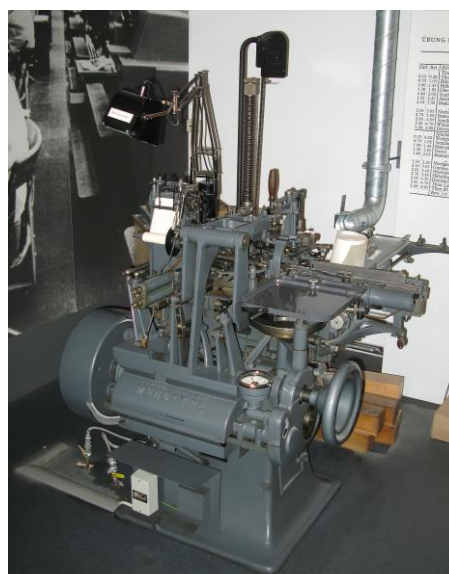


Figura 6 - *Monotype*

A segunda surge em 1990, por John Bancroft, que compunha o texto letra a letra sendo esta muito utilizada na composição de livros uma vez que tornava mais fácil a correcção de erros. Esta máquina, de nome *Monotype*, teve bastante sucesso sendo vendida pelo mundo todo. (fig. 6) (Bringhurst, 2008, p. 152; The Evolution of Typography - Chapter 1, 2016, p. 15; Maçãs, 2013, p. 30)

Até aqui, a impressão não tinha mudado muito desde Gutenberg, o derreter o chumbo para fabricar as placas de impressão acabou por sair de cena dando lugar, no século XX, à fototipia (composição a frio). Assim, em vez de se montar uma placa letra por letra, como era feito anteriormente, o processo consistia na composição tipográfica através da passagem de um clarão de luz através da imagem de uma letra vazada num filme fotográfico ou vidro. O tamanho da letra podia ser alterado através de uma lente que quando decidida a sua posição final era fixada por um espelho sobre um papel ou filme sensível à luz.

Apesar de projectadas e patenteadas na década de 1890, as novas máquinas só foram postas em uso por volta de 1925, mas foi apenas na década de 1960 que começaram a dominar o mercado.

As duas primeiras fotocompositoras a ser lançadas foram o equipamento francês *Lumitype-Photon* e o *Intertype Fotosetter*. (Bringhurst, 2008, p. 154; Maçãs, 2013, pp. 32-33; Mirabeau, Lima, Lima, & Medeiros, 2015, p. 962)

Ainda na segunda metade do século XX surgiu, através de montagens virtuais, a composição realizada por computador que deu origem às chapas de impressão sem a necessidade de recorrer à etapa de montagens em filme. Esta evolução informática revolucionou a arte da composição.

Como mencionado acima neste capítulo, foi a partir deste século, que a tipografia iniciou a sua maior evolução passando a afirmar-se como parte substancial de qualquer trabalho gráfico e não simplesmente um acessório informativo. As Guerras Mundiais e os progressos das Industrias, foram os principais impulsionadores desta mudança, provocando grandes mudanças nas mentalidades dos designers gráficos e artistas, que sentiram necessidade de adequar a linguagem gráfica ao presente. (Veríssimo, 2009, pp. 22-30)

O italiano Fillipo Marinetti, foi o principal impulsionador e responsável por esta mudança que marcou o início deste século. A sua revolta contra o estado em que

se encontrava a cultura gerou um movimento artístico, conhecido como Futurismo, iniciado em 1908 com a publicação do “ *The Foundation and Manifesto of Futurism*”.

*“É na Itália que lançamos essa declaração derrubadora e inflamatória, com a qual hoje encontramos o Futurismo, pois libertaremos a Itália dos inúmeros museus que a cobrem com inúmeros cemitérios.”* (Horst Woldemar Janson, 2003, p. 966)

*“It is in Italy that we hurl this overthrowing and inflammatory declaration, with which today we found Futurism, for we will free Italy from her numberless museums which cover her with countless cemeteries.”* (Horst Woldemar Janson, 2003, p. 966)

*“É da Itália que lançamos através do mundo esse manifesto incendiário violentamente perturbador. Com isso, hoje, estabelecemos o Futurismo, porque queremos libertar esta terra da sua gangrena mal cheirosa de professores, arqueólogos, ciceroni e antiquários. Há demasiado tempo que a Itália é um revendedor de roupas de segunda mão. Queremos liberá-la dos inúmeros museus que a cobrem como cemitérios.”* (Tisdal, Higgitt, & Flint, 1973, p. 21)

*“It is from Italy that we launch through the world this violently upsetting incendiary manifesto of ours. With it, today, we establish Futurism, because we want to free this land from its smelly gangrene of professors, archaeologists, ciceroni and antiquarians. For too long has Italy been a dealer in second-hand clothes. We mean to free her from the numberless museums that cover her like so many graveyards.”* (Tisdal, Higgitt, & Flint, 1973, p. 21)

Estas passagens demonstram bem que mais do que um movimento foi uma revolução que rejeita o estado da arte e o passado, exaltando a violência, apelando à revolução, defendendo a destruição. Provocador e agressivo defende e vê a destruição e a guerra como solução para “higienizar” o mundo, “*War, the Only Hygiene of the World*” (Rainey, Poggi, & Wittman, 2009, p. 45), promovendo o progresso, a força e a velocidade da industrialização.

Inspirado no poder da guerra e no movimento cubista, Marinetti, lança o livro com o título *Zang Tumb Tumb* (1914) (fig.7), onomatopeia inspirada nos sons da guerra. Neste livro o artista foge às regras da paginação intensionalmente e utiliza diferentes tipos de letras. “

*“Eu desencadeio uma revolução tipográfica voltada para a ideia bestial e nauseante do livro... A minha revolução destina-se à chamada harmonia tipográfica da página, o que é contrário ao fluxo e ao refluxo, os saltos e as*

*explosões de estilo que correm pela página. Na mesma página, portanto, usaremos três ou quatro cores de tinta, ou mesmo vinte tipos de letra diferentes, se necessário. Por exemplo: itálico para uma série de sensações semelhantes ou rápidas, negrito para as onomatopeias violentas, e assim por diante. Com esta revolução tipográfica e essa variedade multicolorida nas letras, eu pretendo redobrar a força expressiva das palavras.*” (Destruction of Syntax—Imagination without strings—Words-in-Freedom)

*“I initiate a typographical revolution aimed at the bestial, nauseating idea of the book ... My revolution is aimed at the so-called typographical harmony of the page, which is contrary to the flux and reflux, the leaps and bursts of style that run through the page. On the same page, therefore, we will use three or four colors of ink, or even twenty different typefaces if necessary. For example: italics for a series of similar or swift sensations, boldface for the violent onomatopoeias, and so on. With this typographical revolution and this multicolored variety in the letters I mean to redouble the expressive force of words.”* (Destruction of Syntax—Imagination without strings—Words-in-Freedom)

No livro *The New Typography*, publicado em 1928 por Jan Tschichold, é referenciada uma das obras de Marinetti, *Les mots en liberté futuristes* (1919), o futurista italiano deu um passo em frente tornando a tipografia uma expressão funcional do conteúdo, aqui os tipos ganham uma força visual nunca antes vista. Os vários tipos de letras e tamanhos têm como objectivo um impacto visual que reflecta o conteúdo do poema. (Tschichold, 1995)

*“By using different weights of type and different types, by placing them in special positions, by repetition of consonants and vowels and a novel use of typographic signs, he tried to give a phonetic effect to the spoken word by the incisive optical effect of typographic forms. The printed word as the means of expression was enriched by the specifically optical effect of his typographic design. As I earlier books count on reading aloud or leisurely reading well distanced from the world.”* (Tschichold, 1995, p. 218)

Após a I Guerra Mundial, o movimento entra em decadência, mas influencia o aparecimento de um novo em 1916, o Dada. Os dadaístas uniram-se pela comum desilusão e revolta contra a guerra e tudo o que gira à sua volta. Este movimento “anti-arte” nasceu da vontade de derrubar a representação racional, quebrando as regras e conceitos tradicionais de modo a revitalizar a arte. (fig. 8) (Veríssimo, 2009, p. 24; Dada, 2017)

A sua influência reforçou a ideia do uso da tipografia como experiência visual, “*Dadá escreve na vertical, de ponta-cabeça (portanto na direcção inversa),*

não obedece à uniformidade tipográfica... o que se pode chamar de “travessura tipográfica”... Pois a tipografia de Dadá anuncia o elemento da desordem...” (Junior, 2012)

Marcel Janco, Hanz Richter, Hugo Ball e Tristan Tzara são figuras que se destacam deste movimento, que apesar de não ter sido duradouro foi uma grande contribuição na área da tipografia. As suas composições tipográficas eram caóticas, com vários tipos e tamanhos de letras e distribuídas como que se aleatoriamente pelas páginas e muitas vezes acompanhadas de técnicas como a colagem e fotomontagem. (Veríssimo, 2009, p. 24)



Figura 7 - Zang Tumb Tumb (1914)



Figura 8 – Movimento Dada

O construtivismo surge em Moscovo em 1920, em contradição ao caos imposto pelo futurismo e dadaísmo. Os construtivistas eram a favor do uso do design gráfico junto da sociedade, das multidões. As formas geométricas simples e a combinação de palavras e imagens eram de sua eleição. ( Gavin & Harris, 2006, p. 38)

O designer russo El Lissitzky foi uma figura representativa e influente deste movimento em várias áreas incluindo a tipografia.

Na sua obra, *Topography of Typography* (1923), editada na revista Merz, Lissitzky escreveu diversas observações sobre a tipografia:

- “1. On the printed page words are seen, not heard.*
- 2. Ideas are communicated through conventional words, the concept is designed by means of letters.*
- 3. Economy of expression - visual not phonetic.*
- 4. The spatial arrangement of the book, by means of the type matter and according to the mechanical rules of printing, must express the strains and stresses of the contents.*
- 5. The spatial arrangement of the book by means of process blocks, which embody our new visual concepts. The supernaturalistic reality of the perfect eye.*
- 6. The continuity of page-sequence - the bioscopic book.*
- 7. The new book demands the new writer. Ink-pots and goose-quills are dead.*
- 8. The printed page transcends space and time. The printed page, the infinity of the book, must be transcended.”* (Veríssimo, 2009, p. 25)

Na Alemanha, em 1919, surge uma das escolas de artes, design e arquitectura mais influentes e conceituadas, a Bauhaus. Fundada pelo arquitecto Walter Gropius tinha como filosofia restaurar a relação entre a arte e a produção industrial, juntando artistas de diferentes áreas. *“O fim último de toda a actividade plástica é a construção. Outrora, a tarefa mais nobre das artes plásticas, componentes inseparáveis da magna arquitectura, era adornar os edifícios. Hoje elas se encontram numa situação de autosuficiência singular [...]. Arquitectos, pintores e escultores devem novamente chegar a conhecer e compreender a estrutura multiforme da construção em seu todo [...]. O artista é uma elevação do artesão. A graça divina, em raros momentos de luz que estão além de sua vontade, faz florescer inconscientemente obras de arte. Entretanto, a base do “saber fazer” é indispensável para todo o artista. Aí se encontra a fonte de criação artística.”* (Purvis, p. 403)

Na área da tipografia, destacou-se o construtivista húngaro László Moholy-Nagy que foi uma influência marcante na área da tipografia, contribuindo com uma importante declaração em que a descreve como “ *uma ferramenta de comunicação. Ela deve ser comunicação em sua forma mais intensa. A ênfase deve estar na clareza absoluta [...]. Legibilidade – a comunicação nunca deve ser prejudicada por uma estética a priori. As letras jamais devem ser forçadas a entrar numa estrutura preconcebida, como num quadrado, por exemplo.*” (Purvis, p. 405)

A sua paixão pela tipografia e fotografia despertou um interesse da Bauhaus por estes dois meios de comunicação tendo surgido experiências da junção das duas artes.

Ele contemplou o design gráfico, essencialmente o cartaz, como algo que avançava em direcção à *fototipo*. A esta agregação entre palavra e imagem para transmitir uma mensagem de modo imediato ele chamou de “ a nova literatura visual”.

Via a fotografia como um meio de influenciar o design de cartazes quando exige comunicação instantânea e em tipografia defendia “ os contrastes enfáticos e o uso audacioso da cor. A clareza absoluta da comunicação era ressaltada, sem noções estéticas preconcebidas.” (Purvis, p. 406)

Por volta dos anos sessenta o americano Herb Lubalin destaca-se no uso da tipografia expressiva, sendo uma das suas imagens de marca o uso de grandes cabeçalhos acompanhados por blocos de texto muito compactos. Fundou a *International Typeface Corporation* juntamente com Aaron Burns e Edward Rondthaler, tendo criado mais de setenta tipos de letras. (Veríssimo, 2009, p. 27)

Com o aparecimento da era digital os tipos deixaram de ser só físicos e passaram também a ser arquivos digitais nos computadores, com a vantagem de cada letra poder ser ampliada, reduzida, destorcida e repetida inúmeras vezes devido à sua nova imaterialidade. Assim, na década de oitenta a introdução dos computadores pessoais permitiu que a tipografia existente ao longo da história se tornasse disponível tanto ao designer gráfico como para o utilizador comum. Desde então, qualquer um pode criar ou escolher um tipo e compor um texto num processador de texto. Milhares de novas fontes surgiram, mas com o excesso de acessibilidade e liberdade é fácil esquecer a função da tipografia.

Com o aparecimento da impressão digital foi eliminada a etapa das montagens em filme assim como as chapas de alumínio, uma vez que a impressão é feita directamente do computador. (Funk & Santos, A importância da tipografia na história e na comunicação, 2008; Gavin & Harris, 2006, p. 48; Eskilson , 2012, p. 358)

Novamente os designers sentiram-se desafiados em compreender até onde poderiam chegar com estas novas tecnologias e é nesta altura que surgem revistas que marcaram o mundo do design gráfico onde reinava o uso de tipografia experimental.

*Beach Culture* (figura.9), *The Face* (figura.10) e *Ray Gun* (figura.11) são algumas destas revistas que tinham como foco principal a experimentação, originalidade e interesses jovens.

*“Graphic designer Neville Brody revolutionised magazine design with his unabashed love of typography that he displayed on the pages of The Face, a style magazine covering music, design and fashion. Historic and contemporary type were subjected to exaggeration in scale and proportion, were exploded and otherwise distorted, and complemented with Brody’s own computer-generated fonts as he challenged the notion of legibility.”* ( Gavin & Harris, 2006, p. 48)

Também a revista *Emigre* (figura.12), fundada por Rudy VanderLans e Zuzana Licko foi uma das principais fontes de inovação tipográfica, virada para o design e tipografia, expunha novas criações e tipos de letras exaltando o experimentalismo. (Veríssimo, 2009, p. 27)

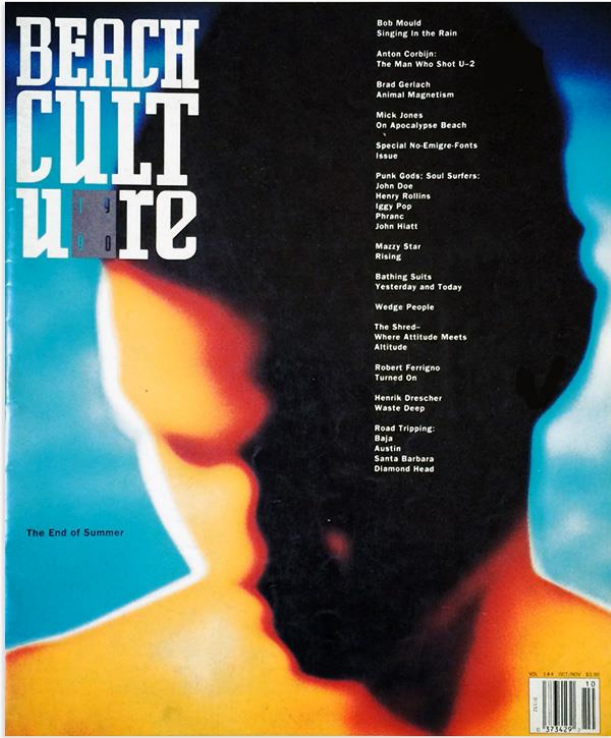


Figura 9 - Revista *Beach Culture*

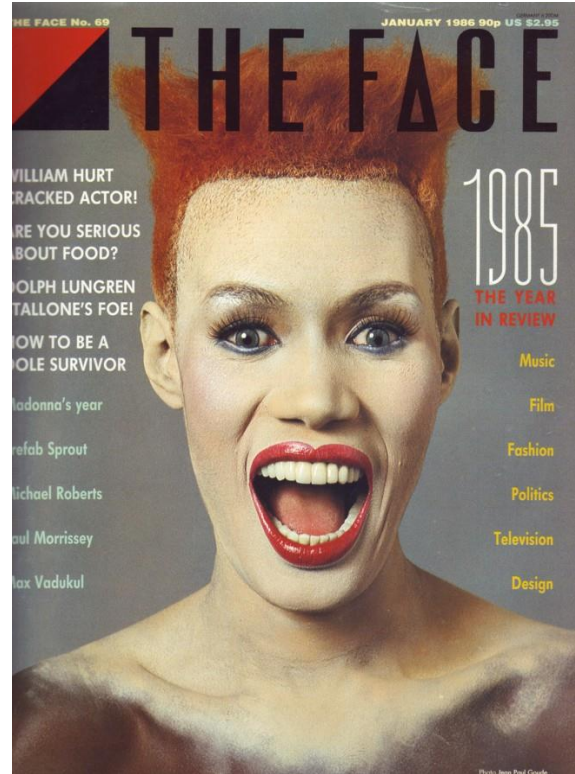


Figura 10 - Revista *The Face*

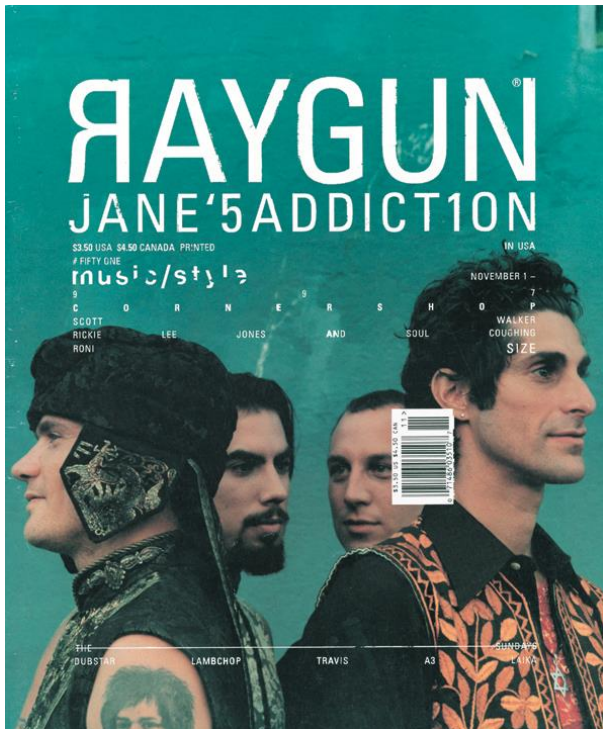


Figura 11 - Revista *Raygun*

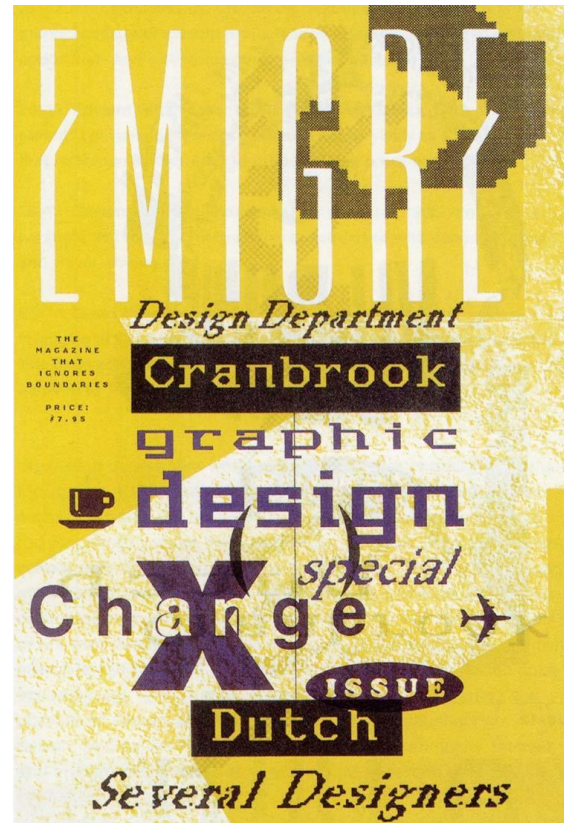


Figura 12 - Revista *Emigre*

Em 1984 foi introduzido o computador *Apple Macintosh*, tornando a tipografia acessível a todos. No entanto, no início da implementação das tecnologias digitais um dos maiores desafios com que os designers se deparavam era a falta de qualidade que esta oferecida. Assim, durante muito tempo, os designers dividiram-se e enquanto alguns viam a tipografia digital como rudimentar e sem utilidade, outros reconheceram o seu potencial.

Zuzana Licko foi uma das designers que viu o seu potencial e incentivada pelas limitações enfrentou os obstáculos do início da era digital. Numa entrevista publicada na *Emigre 15* esta menciona “*Ever since I was first introduced to graphic design, I heard everybody say how bad digital type looked and how it was impossible to make it look any better. This really intrigued me. Whenever anybody makes a statement like that, I have difficulty agreeing*”. (Licko, 1990) Deste modo, utilizando um programa elementar, procurou reconstruir e inventar novos caracteres tipográficos tirando partido dessa mesma limitação, em vez de tentar adaptar as formas clássicas às capacidades da nova tecnologia.

Em 1985, Licko produziu fontes como o *Emperor*, *Oakland* e *Emigre*, que exploravam a aparência do *pixel* e que por serem feitas neste formato bit-map tinham muita pouca resolução em comparação com as tradicionais. Durante algum tempo estes tipos de letras tornaram-se influentes caracterizando as experimentações tipográficas da altura, no entanto as fortes limitações impostas pelas grades dos píxeis conduziram ao desenvolvimento de novas fontes como a *Matrix*, *Journal* e *Triplex* que tentavam aliar as ferramentas disponíveis ao ideal do estilo. (Hammerschmidt & França, pp. 5-8; Eskilson , 2012, pp. 359-361)

Devido ao êxito que a *Emigre* e as suas fontes tiveram, em 1989, Licko e VanderLans fundaram uma empresa de licenciamento de fontes, passando a ser largamente usadas no mundo do design gráfico.

Uma das fontes mais sucedidas a ser lançada pela *Emigre* foi a *Template Gothic*, por Barry Deck, por vezes referida como “*an early exemple of grunge typography*” devido ao seu aspecto grosseiro e pouco cuidado o que a associa ao design gráfico de artistas como David Carson. (Eskilson , 2012, pp. 360-361)

Com o passar dos anos a *Apple* e mais tarde a *Microsoft* em cooperação com a *Adobe* desenvolveram novos *softwares* que permitiam uma maior

variedade de caracteres com diversos contornos, dando aos utilizadores uma maior sofisticação técnica e controlo. (Maçãs, 2013, pp. 35-36)

No presente século a constante expansão da era digital e desenvolvimento de aplicações, criaram novos obstáculos na área do design gráfico. A procura de novas fontes de modo a obter legibilidade entre as várias tecnologias existentes (computadores, telemóveis, etc...) é uma constante. Deste modo, os designers gráficos continuam a experimentar e criar novas fontes aproveitando a capacidade que as tecnologias oferecem. (Gavin & Harris, 2006, p. 52)

Durante muitos anos a tipografia foi limitada aos profissionais da área, sendo considerada uma arte. Arte esta que ao longo do tempo foi evoluindo e transformando-se a vários níveis, quer seja no aparecimento de novos tipos, técnica e máquinas de impressão. Segundo Robert Bringhurst “ *A história da tipografia, é exactamente isto: o estudo das relações entre o desenho tipográfico e as demais actividades humanas – a política, a filosofia, a arte e a história das ideias. É uma busca que se estende por toda a vida, mas que é informativa e recompensadora desde o início*”. (Bringhurst, 2008, p. 136)

As tecnologias digitais que surgiram no século XX, nomeadamente os computadores, foram marcantes e revolucionaram o design gráfico, em especial a tipografia. Foi aqui que os trabalhos experimentais ganharam mais força e se propagaram enriquecendo bastante a tipografia.

Assim, a tipografia, tão presente nas nossas vidas, é um dos progressos mais vantajosos da qual resultou a ampliação do poder da escrita, quer a nível da disseminação da informação, quer a nível estético.

## 2.1.2. TIPOGRAFIA NO DESIGN - TIPOGRAFIA COMO ELEMENTO GRÁFICO/VISUAL

A tipografia parece ser um elemento marcante do design gráfico, onde se inclui o design experimental. Adorada e explorada pelos designers gráficos, é muitas vezes utilizada para além da sua ligação à linguagem verbal, podendo ser menos legível, mas comunicar na mesma de uma forma eficaz como elemento gráfico, linguagem visual.

Assim, a distinção entre os termos “linguagem visual” e “linguagem verbal”. No mundo do design gráfico “linguagem verbal” refere-se ao significado literal das palavras, enquanto “linguagem visual” consiste no significado que é criado pela aparência visual da tipografia. Segundo, Cal Swan, “*These two distinct areas often come together in practice as there is clearly a very strong relationship between the conception of the words as a message and their transmission in visible form.*” (C. Knight, 2012; Poulin, 2011, p. 250)

Como referido anteriormente, a tipografia desenvolveu-se muito antes do Design se ter estabelecido. Com o passar dos anos foi sofrendo várias evoluções, tendo inicialmente como principal objectivo uma construção visual envolvente e boa legibilidade de maneira a atrair o leitor independentemente do contexto em que é lido e o intuito da publicação.

No entanto, quando esta arte deixou de ser apenas do domínio dos tipógrafos e entrou em áreas como o design gráfico, foi por vezes transposto este objectivo primórdio funcional, ultrapassando questões como a legibilidade podendo ser utilizada apenas como elemento gráfico. (Araújo, Tipografia)

Com o aparecimento das novas tecnologias e o número quase ilimitado de tipos disponíveis os designer têm a oportunidade de experimentar e revolucionar a tipografia tornando-a parte substancial de trabalhos gráficos.

Foram vários os visionários que rejeitaram os standards da tipografia convencional a favor de novas formas de expressão tipográfica e que influenciaram a tipografia no design gráfico. No entanto, o foco será essencialmente em alguns exemplos que serviram de inspiração para o presente trabalho e que contribuíram mais especificamente na área da tipografia experimental.

Como já vimos, foi o italiano Filippo Marinetti, que iniciou a revolução contra a tipografia clássica com o movimento futurista. Depois dele muitos o seguiram, cada um com a sua diferente filosofia sobre a tipografia, mas todos eles com uma coisa em comum, o explorar a tipografia para além da sua função inicial.

Um dos designers que se destaca pelo seu influente trabalho com tipografia experimental é Neville Brody. Director artístico da revista *The Face* e mais tarde da revista *Arena*, procurou com os seus trabalhos “*trazer um maior dinamismo ao conteúdo, agora que vivemos numa era predominantemente visual.*” (Kleinpeter, *Typographic Innovation and Negative Criticism: A Retrospective from Gutenberg to Carson*, 2010, p. 200)

*Brody sought to “bring a greater dynamism to the content, now that we live in a predominantly visual age.”* (Kleinpeter, *Typographic Innovation and Negative Criticism: A Retrospective from Gutenberg to Carson*, 2010, p. 200)

A fusão de tipos e imagem, a sobreposição de mensagens e a reutilização de materiais encontrados no seu trabalho é influenciado por alguns designers construtivistas do início do século XX aliado ao seu interesse pela cultura musical *underground* dos anos 80, onde por vezes a legibilidade passava para segundo plano dando importância sim ao modo como é utilizada.

A anarquia presente nos seus trabalhos jovens e ousados valeu-lhe várias críticas pela sua rejeição da legibilidade em favor do estilo tipográfico, mas por outro lado, foi igualmente o que trouxe um grande prestígio e reconhecimento entre os designers e o público mais jovem. (O caos organizado de Neville Brody, 2012; Kleinpeter, *Typographic Innovation and Negative Criticism: A Retrospective from Gutenberg to Carson*, 2010, p. 200)

O seu trabalho foi reconhecido em várias revistas pelas quais passou, como é o caso da revista *The Face* e da revista *Arena*. Mas foi em 1991 com o lançamento de uma das revistas mais influentes na área da tipografia e design experimental, a *Fuse* (figs.13, 14 e 15), que o seu espírito pioneiro ganha mais força. Criada por Brody, surgiu em consequência da sua visão sobre os tipos digitais e em como estes poderiam ser um meio condutor de ideias evidenciando o poder de manipulação das ferramentas digitais. Esta revista trimestral tornou-se

uma plataforma de novas ideias, onde o formato de fonte digital poderia ser explorado para além do seu papel funcional.

Cada edição consiste num pacote de cartão concebido de forma inteligente contendo um conjunto de fontes experimentais, um cartaz editorial com textos de *Wozencroft* e outros autores convidados, e quatro ou cinco cartazes dobrados apresentando os tipos de letra. (O caos organizado de Neville Brody, 2012; Middendorp, 2012)

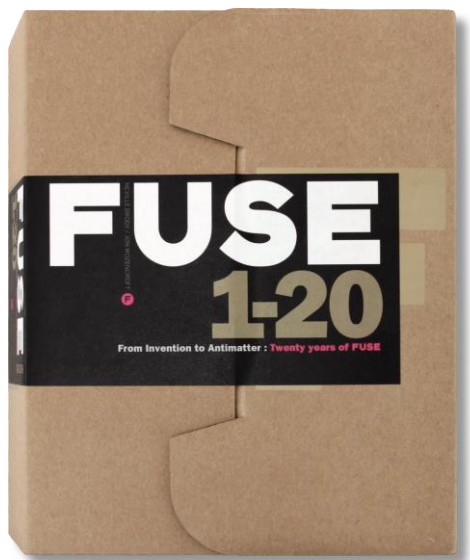


Figura 13 – Revista *Fuse* Package



Figura 14 – Revista *Fuse*



Figura 15 – Revista *Fuse* cartazes

A quebra dos limites da legibilidade tipográfica continuou na década de 90 com o designer gráfico David Carson. Inicialmente surfista profissional e com um curso em sociologia teve o seu primeiro contacto com design gráfico através de um workshop de três semanas na Suíça com Hans Rudolf Lutz.

Com uma profissão ligada à cultura do surf foi convidado pelo editor Marvin Scott Jarrett para trabalhar como director artístico da revista *Beach Culture* (1989-1991) tendo mais tarde criado a sua própria revista sobre música, *Raygun* em 1992.

Jarret deu liberdade a Carson sobre o design da revista que fez experiências computacionais para produzir os seus *layouts* de página. (Kleinpeter, *Typographic Innovation and Negative Criticism: A Retrospective from Gutenberg to Carson*, 2010, p. 201)

Adepto da tipografia desconstrutiva, contraria a posição modernista de “a forma segue a função” procurando um tipo de comunicação que estabelecesse uma conexão com o leitor não se limitando ao texto impresso na página. (Aynsley, 2001, pp. 232-233)

Como o próprio afirma “*I’m a big believer in the emotion of design and the message someone gets before they get to reading. Before they get the rest of the information, what is the emotional response they get...to the story?*” (Kleinpeter, *Typographic Innovation and Negative Criticism: A Retrospective from Gutenberg to Carson*, 2010, pp. 201-202)

O aspecto desorganizado e irracional característico das suas experiências tipográficas foi muitas vezes motivo de crítica pelo abandono dos *standards* tradicionais da tipografia. Quando acusado por alguns críticos de que a sua tipografia era tão deformada ao ponto de se tornar ilegível, Carson contrapunha explicando que era uma forma de estimular a imaginação e criatividade dos leitores.

“Carson recognized that he had a committed readership who would be prepared to spend longer than average on a text because of their fascination with the integration of subject matter and style. He was concerned that neither element should dominate his designs.” (Aynsley, 2001, p. 233) .

A revista *Beach Culture* (fig.16), tornou-se assim, o lugar de exibição das experiências de Carson, “*Beach Culture featured weirdo fonts..., lines of type that*

bashed into each other and wandered all over the page, and experimental photography and illustration. You'd find no orderly grid keeping page layouts tidy and staid." (Kleinpeter, *Typographic Innovation and Negative Criticism: A Retrospective from Gutenberg to Carson*, 2010, p. 201)



Figura 16 – Revista *Beach Culture*

Ao longo da sua carreira publicou duas obras importantes, *The End of Print* e *Grafik Design After the End of Print* e tem sido um catalisador essencial na mudança do design dirigindo bastantes workshops para estudantes de design gráfico em universidades por todo o mundo. (Aynsley, 2001, p. 233).

Outro nome a destacar é o de Paul McNeil, designer gráfico especializado em tipografia, design de informação e design generativo, com mais de três décadas de experiência a trabalhar em comunicação de marcas e design de identidade corporativa. Em 2010, em colaboração com Hamish Muir, fundou a MuirMcNeil cujas actividades focam-se na exploração de sistemas de design paramétrico que gerem soluções aos problemas de comunicação visual. Leciona tipografia no *London College of Communication* e faz investigação em sistemas tipográficos e utilização de métodos generativos na comunicação visual, incidindo

as suas pesquisas na história e classificação de tipos. (Paul McNeil; Paul McNeil 2017)

O seu projecto *CASE STUDY 09: TEXT AND LANGUAGE\_ O PROJECTO GERAL DE MCNEIL* é um dos trabalhos que alia o design generativo à tipografia e que irá ser explorado mais à frente, tendo sido a principal fonte de inspiração para este projecto.

## 2.2. ARTE GENERATIVA

*“(…), “Caos puro” (se é que existe) não pode ser considerado arte: o compositor tem que colocar alguma ordem. O processo artístico é precisamente o balanço delicado entre aleatoriedade e regras.” – valentin villenave (Macedo, 2010, p. 272)*

Segundo Philip Galanter, aleatoriedade e caos são as palavras mais utilizadas quando se fala de Arte Generativa, no entanto, estas não a definem verdadeiramente.

Arte Generativa está relacionada com qualquer prática artística, onde o artista cria um sistema, como um conjunto de regras de linguagem natural, um programa de computador, uma máquina ou outro método processual da sua escolha, que após posto em prática possuiu um determinado grau de autonomia que irá contribuir para o resultado final do trabalho.

*“Generative art refers to any art practice where the artist uses a system, such as a set of natural language rules, a computer program, a machine, or other procedural invention, which is set into motion with some degree of autonomy contributing to or resulting in a completed work of art.” - Philip Galanter (Galanter, What is Generative Art? Complexity Theory as a Context for Art Theory, p. 4)*

Note-se que este grau de autonomia deve-se ao facto de o artista ceder parcialmente o seu controlo, uma vez que o sistema que este definiu irá actuar autonomamente, com as regras pré criadas e definidas por este, trazendo aleatoriedade o que permite alguma imprevisibilidade no trabalho final. (Galanter, What is Generative Art? Complexity Theory as a Context for Art Theory, p. 4)

Apesar de frequentemente associada à arte gerada por computadores através de algoritmos surge muito antes do seu aparecimento. Numa entrevista feita a Galanter, este afirma que, *“Generative art didn't start with computers, and I don't think it will end there either.”, “Generative art is as old as art”.* (Galanter, 'Generative art is as old as art'. An interview with Philip Galanter, 2004)

Também, (Boden & Edmonds, 2010, pp. 3-4) defendem que nem toda a arte generativa envolve o uso de computadores e que surge bem antes dos mesmos.

A arte generativa vai muito para além da área das artes podendo ser feita de sistemas de química, biologia, mecânica e robótica, matemática, etc. (Generative art)

Alguns exemplos de arte generativa antes da era dos computadores incluem casos, como o mencionado por Philip Galanter na entrevista “*Generative art is old as art*”, onde este refere que a experiência de arte generativa mais importante com que se deparou nos últimos anos é uma obra da qual nunca saberemos quem é o autor. Com aproximadamente 75.000 a 70.000 anos, descoberta em 1999, é considerada a mais antiga obra de arte conhecida, a qual consiste numa inscrição em ocre vermelho com a forma de mosaicos triangulares, sendo uma exploração estética e de padrões (fig.17) Na sua opinião torna-se generativa na medida em que um sistema autónomo e abstracto cria a forma ao invés da intuição do “artista”. Sistemas de “*tiling*” são algoritmos que existem muito antes dos computadores. (Galanter, 'Generative art is as old as art'. An interview with Philip Galanter, 2004)

*“70,000 years ago our prehistoric friend exploring highly ordered systems via triangular grids was doing state of the art work.”* (Galanter, 'Generative art is as old as art'. An interview with Philip Galanter, 2004)



Figura 18 – *Engraved Ochre* – Caverna Blombos. Africa do Sul (75000 – 70000 anos)

O “Condensation Cube” (1963-5) de Hans Haacke é um exemplo de arte generativa não computacional bastante conhecido no mundo da arte. Esta obra consiste num cubo de *perspex* selado com uma pequena quantidade de água no seu interior, que explora interacções entre sistemas físicos e biológicos e os seus processos naturais. O cubo, ainda que ligado à forma adoptada pelos artistas minimalistas, foge da interacção entre objecto estático e espectador uma vez que o próprio cubo sofre mudanças não derivadas da percepção do público mas devido ao seu próprio movimento interno. Esta mudança na obra é influenciada por factores como a luz e temperatura que provocam a evaporação e consequente condensação da água que escorre pelas paredes do cubo mantendo-o em constante mudança de uma forma imprevisível devido ao grau de autonomia criado pelo ambiente onde a obra está colocada. Deste modo nunca é possível prever o aspecto da obra, devido a ser um “sistema” que actua sobre si mesmo sem necessitar de intervenção tanto por parte do artista como do público. A sua autonomia e constante mudança, são características que lhe conferem o seu carácter generativo. (fig.19) (Hans Haacke Condensation Cube 1963-5, 2015)

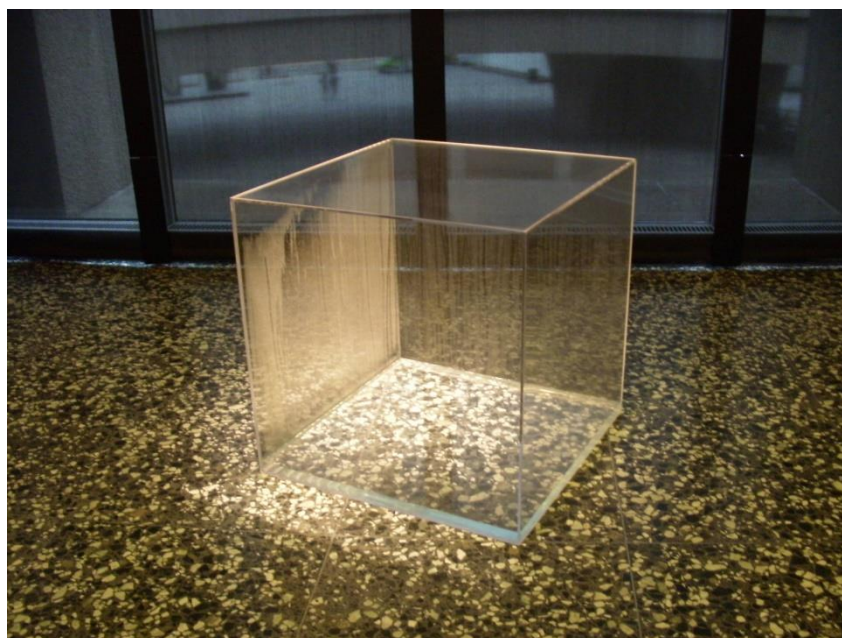


Figura 19 - Hans Haacke *Condensation Cube* 1963-5

Outro exemplo é Jean (Hans) Arp, um dos fundadores do movimento Dada em 1916. Conhecido pelas suas “colagens ao acaso”, é o responsável pelo quadro que ilustra a (fig. 20), sendo esta uma das várias colagens que ele fez. O seu método consistia em rasgar pedaços de papel colorido e deixá-los cair ao acaso no chão, organizando-os posteriormente no suporte final mais ou menos como eles caíram. No entanto, o aspecto relativamente ordenado das colagens do artista, sugere, que este não renunciou totalmente o controlo artístico.



Figura 20 – Colagens de Jean (Hans) Arp

*“I further developed the collages,” he wrote, “by arranging the pieces automatically, without will.” To do so was not to admit accidentality into his works but further to assert their essential order, for chance— not merely accident”. (Jean (Hans) Arp - Collage with Squares Arranged according to the Laws of Chance, 2006)*

Apesar da aleatoriedade da disposição, o artista definiu regras/parâmetros, decidiu as cores, as formas e tamanhos dos pedaços de papel rasgados, a cor do fundo e dos papéis, as dimensões. (Jean (Hans) Arp - Collage with Squares Arranged according to the Laws of Chance, 2006)

Também noutras áreas a metodologia generativa tem vindo a revolucionar a forma de criar. A imprevisibilidade e a capacidade de criar novas formas de abordar o processo criativo revelaram-se uma mais-valia existindo cada vez mais adeptos desta metodologia, também nestas áreas o trabalho generativo é possível sem recorrer ao computador.

Na área da música, por exemplo, a criação com recurso a instrumentos automáticos e algoritmos desde há muito que é usado na Europa. Esta forma de inovação musical já havia sido utilizada por artistas como Wolfgang Amadeus Mozart, que em 1787 desenvolveu o “Musikalisches Würfelspiel (musical game of dice)”, que consistia na escolha de 16 de 176 compassos musicais através do lançamento de dados, que iriam produzir uma nova música quando tocada no piano. (Riedel & Ihmels)

Com os exemplos acima referidos, podemos constatar que a Arte Generativa nos tem vindo a acompanhar discretamente ao longo dos séculos e que nem toda tem de ser feita por via de um computador, “*os processos utilizados variam bastante podendo ser estes de cariz físico, psicológico, socioculturais, biológicos ou abstractos. Se abstractos podem ou não ser implementados num computador*”. (Boden & Edmonds, 2010, p. 10)

Ainda que arte generativa possa ser orientada de várias maneiras é reforçada a ideia de que para ser arte generativa o autor tem de abdicar parcialmente do controlo para um sistema que possua algum grau de autonomia. Philip Galanter diz-nos que devido a esta definição temos várias razões para interpretar “formas de arte antigas” como generativas. Este relembra que a noção de “*individual heroic expressive artist*”, é uma ideia ocidental relativamente recente e que a grande maioria da arte pelo mundo não é sobre a expressão individual, mas trata-se sim de uma espécie de “cola” cultural e de sistema de partilha de memórias. A arte, é assim, tanto uma forma de perpetuar culturas como um meio de as transportar para o futuro, desta forma, a autonomia que é concedida pelos sistemas para “tiling”, tecelagem, decoração, padrões, etc, trata-se de uma forte adaptação de sobrevivência. Assim, a cultura sobrevive mesmo que o artista individual “vá e venha”, para além disso, antes da revolução industrial era necessário efectuar tarefas manualmente que são hoje entregues a máquinas. Os

métodos generativos, como os padrões de azulejo, com a autonomia contida em si mesmos, possibilitavam que estas tarefas pudessem ser delegadas pelo “Designer” a artesãos “mais baratos” sem preocupação, esta capacidade de delegar trabalho antes da era industrial era uma mais-valia oferecida pela utilização de métodos generativos.

Como mencionado anteriormente a arte generativa tem vindo a evoluir ao longo do tempo, e ainda que primitiva pode ser considerada desde há 70.000 anos atrás com a descoberta das inscrições em ocre vermelho, onde como Philip Galanter refere, o “artista” criou padrões geométricos não por intuição mas porque a própria padronização geométrica é criada por uma espécie de algoritmo básico que leva o artista a realizar a inscrição no ocre com base nesse algoritmo gerando assim o padrão final. (Galanter, 'Generative art is as old as art'. An interview with Philip Galanter, 2004)

Nos dias de hoje, o computador está de tal modo integrado na nossa rotina diária que se tornou indispensável tanto para uso pessoal como em inúmeras áreas e profissões. Actualmente qualquer designer o vê como uma ferramenta de trabalho imprescindível devido às suas capacidades, sendo amplamente empregado na Arte Generativa. Aqui o designer constrói um processo através de um programa de computador sendo o resultado final executado pela própria máquina. O uso do computador reduz significativamente o tempo para criar composições complexas e repetitivas. Por norma o programa tem como objectivo gerar resultados diferentes quantas vezes for executado, originando um valor estético diferente a cada execução. Deste modo, é um bom método para atingir resultados finais únicos, uma vez que resultam de regras e limites impostos originando trabalhos singulares a cada produção gerada pelo programa.

Margaret A. Boden e Ernest A. Edmonds no seu artigo referem que notaram que o termo “arte generativa” começou a ser usado no contexto da computação gráfica na década de 60, tendo o seu início com obras exibidas pelos matemáticos Georg Nees e Frieder Nake. *“The terms “generative art” and “computer art” have been used in tandem, and more or less interchangeably, since the very earliest days.”* (Boden & Edmonds, 2010, p. 3)

Foi o professor, filósofo e cientista, Max Bense da “Technical University of Stuttgart” com trabalhos como “Information Aesthetics” e “Aesthetica, na Introduction to New Aesthetics” que inspirou e incentivou artistas como George Nees, Frieder Nake e Manfred Mohr a iniciarem-se na arte computacional. (Klütsch, 2006)

Georg Nees foi pioneiro em expor publicamente a sua arte computacional em Fevereiro de 1965, numa exposição chamada “Computergraphik”. Nesta exposição apresentou desenhos gerados num computador através de um programa de algoritmos. Em Novembro do mesmo ano voltou a expor, desta vez, em conjunto com o trabalho Frieder Nake também com recurso ao computador, tendo ambos os artistas usado o termo “generativo”.

Quatro anos depois, escreveu a sua primeira tese de doutoramento intitulada “Generative Computergraphik” que foi rápida e amplamente consultada pela crescente comunidade, onde as palavras “generativo” e “computador” se aliavam. Deste modo, Georg Nees, juntamente com os artistas/cientistas A. Michael Noll e Frieder Nake são conhecidos como “three big N’s”, por terem sido os três os primeiros a expor a arte algorítmica em 1965. (Georg Nees: Computergrafik; Georg Nees)



Figura 21 – Georg Nees

Por volta desta época o termo “arte generativa” e outros termos relacionados começaram a disseminar-se e a ser usados frequentemente por outros “computer artists”, incluindo Manfred Mohr. Também um pioneiro na arte digital, após se ter deparado, como referido anteriormente, com o trabalho de Max Bense, mudou o seu pensamento artístico abandonando o expressionismo abstracto para adoptar a geometria algorítmica gerada por computador. Mohr começou a programar os seus primeiros desenhos em computador em 1969, e desde então, desenvolveu e escreveu algoritmos que representassem as suas ideias visuais, sendo toda a sua arte daí em diante produzida exclusivamente através desta tecnologia. (Manfred Mohr: From Rhythm to Algorithm, 2017)

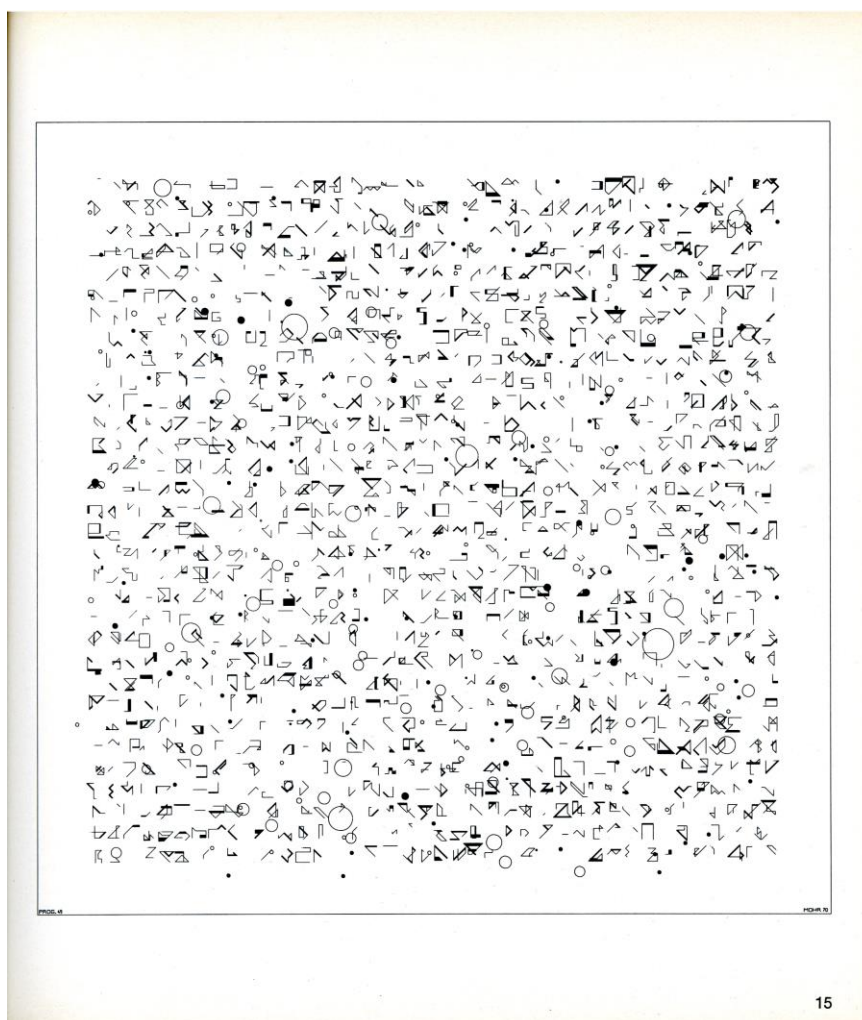


Figura 22 – Manfred Mohr

Mais tarde, em 1970, foi criado um departamento chamado “Sistemas Generativos” na “School of Art Institute” de Chicago com o foco na criação de arte com recurso às novas tecnologias. Com o passar dos anos esta arte foi ganhando popularidade e adeptos, a partir do final do século XX comunidades de artistas generativos, designers generativos, músicos generativos, entre outros, começaram a organizar encontros e a formar perspectivas interdisciplinares. A primeira reunião sobre arte generativa ocorreu em 1998, na conferência “International Generative Art ” no “Politecnico di Milano University” em Itália, sendo que só aí é que o termo “Arte Generativa” foi usado pela primeira vez com o significado de sistemas artísticos dinâmicos capazes de gerar múltiplas manifestações artísticas. Hoje em dia o conceito de arte generativa é amplamente conhecido e utilizado em diversas áreas. (Generative art)

A arte generativa foi explorada ao longo dos anos nos mais variados territórios. Apesar de muito presente na área do design, a arte generativa foi explorada ao longo dos anos nos mais variados territórios, podendo ser encontrada em outras áreas também com recurso ao computador. Na música, o uso de computadores para criar sistemas generativos teve o seu início cedo. Os primeiros exemplos de processos generativos utilizados na composição de música gerada por computador podem ser encontrados no trabalho de L.A. Hiller e L.M. Isaacson "Illiac Suite for String Quartet" de 1957-8 e no "Stochastic Music Program" de Iannis Xenakis de 1962. No mesmo ano Xenakis publicou um trabalho sobre “*Formalized Music*” que foi fulcral no desenvolvimento da música gerada por computador. Vários compositores inspirados no trabalho de Hiller e Xenakis seguiram os seus passos. (Boden & Edmonds, 2010, p. 3; Sandred, Laurson, & Kuuskankare, 2009)

Na música electrónica também têm sido explorados tipos de processos generativos computacionais para a criação musical. Brooks, Hopkins, Neumann e Wright publicaram em 1957 um artigo onde realizaram uma experiência em composição musical, explorando todos os tipos de processos generativos para a criação de partituras musicais. (Galanter, What is Generative Art? Complexity Theory as a Context for Art Theory, p. 2; Brooks, Hopkins, Neumann, & Wright, 1957)

Na arquitectura destaca-se Celestino Soddu que em 1987 criou um “código de DNA artificial” capaz de gerar uma sequencia sem fim de arquitecturas únicas e complexas. Este projecto de arquitectura generativa consistia em um software generativo permitia gerar infinitos modelos 3D de cidades medievais tipicamente italianas. (Falchuk & Marcos, 2012; C. Soddu - Architectures)

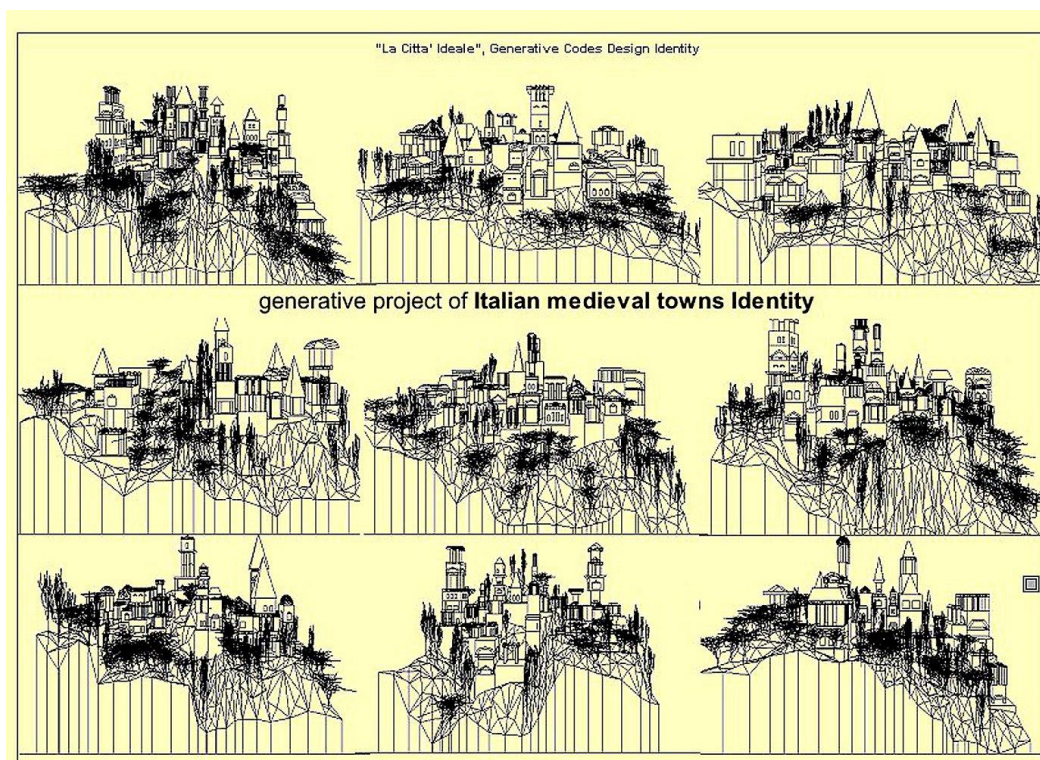


Figura 23– Cidades medievais Generativas

Na literatura temos exemplos de arte generativa que datam de 1920 onde escritores começaram a usar a “*cut-up technique*” como um sistema generativo de modo a trazer a aleatoriedade à literatura. Esta técnica consiste numa técnica em que o texto é “cortado” e rearranjado de modo aleatório originando um novo texto. Temos como exemplos: Tristan Tzara que criou um poema tirando aleatoriamente palavras de um chapéu, Brion Gysin que através do rearranjo aleatório de recortes de jornais originou “*Minutes To Go*” uma prosa bastante coerente e significativa e William Burroughs que algumas décadas mais tarde pegou neste conceito e criou a “*fold-in technique*” que consiste em pegar em duas folhas de texto linear, dobrando cada folha verticalmente ao meio combinando uma com a outra resultando numa nova página. “*The Soft Machine*”, é o primeiro romance de

uma trilogia do escritor, onde este juntou as páginas de uma série de manuscritos que o próprio já tinha escrito. (Jones, 1963)

Já com recurso a computadores, a literatura generativa compreende textos produzidos por meio de um sistema generativo que vai permitir controlar a “liberdade” do computador, consoante o grau de aleatoriedade de geração do texto o resultado pode ser mais ou menos previsível para o autor. Neste meio, temos nomes como: Jackson Mac Low, que escrevia “*computer-assisted poetry*” e usava algoritmos para gerar textos, Philip M. Parker desenvolveu *softwares* para gerar automaticamente livros inteiros e Jason Nelson que usou métodos generativos com o software “*Speech-to-Text*” para criar uma série de poemas digitais a partir de filmes, televisão e outras fontes de áudio. (Speech/Media\_To\_Text\_Poetry\_Translation; Generative art)

Com os exemplos acima referidos, podemos constatar que a Arte Generativa de uma forma evidente ou mais discreta, sendo usada ou não com recurso a computadores ou outros meios, e, independentemente das áreas, tem-nos acompanhado e brindado com novas metodologias criativas ao longo dos tempos que nos têm ajudado no desenvolvimento de novas linguagens e formas de comunicação.

Mesmo assim, continua a ser um assunto controverso devido às divergências existentes. Enquanto artistas defendem que a arte generativa não pode ser desenvolvida ou criada sem o auxílio de um computador, porque defendem que a parte autónoma do sistema para funcionar tem de ser externo sem intervenção humana, outros como Galanter são da opinião que apesar de poder ser totalmente ou parcialmente criada através de processos tecnológicos não é obrigatoriamente dependente destes, “*if an artist creates a system and then hands it off to an artisan for use in laying tiles, how different is that from using a generative art robot? And how different is that from the artist choosing to do it himself?*”, ou seja, para ele o fundamental é que o sistema seja aplicado com algum grau de autonomia seja ela humana ou não. (Galanter, What is Generative Art? Complexity Theory as a Context for Art Theory, p. 16)

No meio das várias opiniões parece haver um consenso quanto à natureza da arte generativa, o facto de ser uma simples referência a como a arte é feita,

ser um sistema em que o artista cede o controlo parcial ou total e que este deve de estar bem definido e independente o suficiente para operar autonomamente. (Galanter, What is Generative Art? Complexity Theory as a Context for Art Theory, p. 4)

A metodologia generativa permite assim trabalhar em design de uma forma não convencional, o que torna o papel do designer no design generativo um tanto ao quanto diferente do habitual. No design tradicional o designer tem uma ligação directa com o objecto, este decide como criar a estética, os materiais a utilizar, os métodos, etc, existe uma necessidade de responder a algo, podendo a solução por parte do designer ser estética, semiótica, cultural, dinâmica, industrial, corporativa, política ou um conjunto destas. No design generativo o designer não trabalha o objecto directamente, mas sim, como já referido anteriormente, os factores que influenciam a sua criação, como por exemplo, regras, experiências e sistemas que de forma autónoma produzem o objecto de design, sendo o produto final resultante das propriedades específicas das regras e das interacções entre as mesmas. A intervenção do designer continua no entanto a ser fulcral para o projecto, sendo que, tal como, no design convencional o designer tem um papel central no desenvolvimento do objecto, não alterando directamente o objecto mas restringindo e organizando o seu processo evolutivo. Este tem então a responsabilidade de criar e definir as regras, parâmetros estes que irão limitar o previsível e o inesperável. Podemos deste modo definir Arte Generativa como uma arte de conceber um processo.

## **2.3. SISTEMAS GENERATIVOS**

### **2.3.1. SISTEMAS GENERATIVOS NO DESIGN**

Desde já, podemos afirmar que a utilização de sistemas é considerada o elemento chave da arte generativa. (Galanter, What is Generative Art? Complexity Theory as a Context for Art Theory)

Os Sistemas Generativos podem ser importantes no design de diversas formas, sendo utilizados pelos designers no processo de criação de formas. O estudo e/ou a utilização destes sistemas como parte de uma metodologia de design, envolve a compreensão entre “*The Systematic*” (o processo, as considerações e os processos de decisão) e a forma visual final do produto (propriedades, composição e comportamento), oferecendo uma forma não convencional de conceptualização e de trabalho. A sua integração no processo de design permite assim, a criação de soluções inovadoras que seriam impossíveis de atingir de outra forma e com outros métodos.

Os processos generativos têm efeitos culturais amplos podendo ser utilizados para comunicar através de elementos como imagens dinâmicas, animação, texturas, formas, música e tipografia. Trabalhando os princípios desses sistemas, podemos inspirar abordagens alternativas para o desenvolvimento de um projecto. Para os designers, isto envolve uma reconsideração do objecto de estudo e as formas de o manipular, mudando a conceptualização primária dos objectos para prever interações entre os componentes, sistemas e os processos, que por sua vez geram novos objectos, com propriedades especiais. Neste cenário, os sistemas generativos estimulam novas possibilidades para um projecto, e até podendo transformar a metodologia e a cultura de uma equipa de trabalho. Sistemas generativos oferecem uma metodologia e uma filosofia de ver o mundo como, processos dinâmicos e os seus resultados. (McCormack, Dorin, & Innocent, 2004; Noble & Bestley, 2005, pp. 174-185)

### 2.3.2. COMPLEXITY

*“Complex systems dominate our current attention, and in many ways represent the future of generative art, complex systems are not “better than” simple systems.”*

(Galanter, What is Generative Art? Complexity Theory as a Context for Art Theory, p. 15)

Quando falamos de arte generativa, é impossível não referir a utilização de sistemas. Embora estes se caracterizem por possuir regras internas, algum grau de autonomia e aos quais o artista cede um controlo parcial, não são todos iguais. Existem algumas variantes entre os chamados sistemas generativos. Apesar de termos uma ideia do que queremos dizer quando nos referimos a um sistema simples ou a um sistema complexo, a criação de uma medida técnica e formal para medirmos o nível de complexidade de forma correspondente com a nossa ideia não é fácil.

Estes organizam-se entre sistemas altamente ordenados, altamente desordenados e complexos. Os sistemas têm vindo a ser alvo de estudos, que nos últimos anos procuraram atingir uma melhor compreensão dos mesmos. Para tal, vão ser abordados os diferentes tipos de sistemas e as suas características.

*“So if systems are in a sense the defining aspect of generative art, it is worth asking if all systems alike, or if there is a useful way to sort them out and thus, by implication, sort out various kinds of generative art.”* (Galanter, What is Generative Art? Complexity Theory as a Context for Art Theory, p. 4)

Segundo Philip Galanter, durante o século XIX os sistemas altamente ordenados eram a escolha principal dos artistas, no século XX deu-se a ascensão dos sistemas altamente desordenados, enquanto que, no século XXI já nos estamos a deparar com o uso de sistemas complexos. Estes sistemas complexos situam-se entre os sistemas altamente ordenados e altamente desordenados, como que se de uma ponte se trata entre ambos. O seu resultado insere-se na chamada *complexity art*, que assim completa o espectro da arte generativa, baseando-se esta nova forma de arte generativa na noção de *complexity*.

*Complexity* e *complexity theory* são conceitos que nos últimos anos foram adoptados para o estudo de sistemas, estudos estes que nos ajudam a ter uma

nova percepção dos sistemas estudados. O termo sistema complexo foi adoptado como um termo técnico. Quando falamos de sistemas complexos não nos referimos a um sistema complicado, mas sim a um sistema que é composto por várias partes que entre si criam interacções e ligações criando assim um sistema que é autónomo e que se organiza a si próprio dando origem a um sistema dinâmico que se adapta e está em constante mudança o que lhe confere a capacidade de não acabar. A isto podemos chamar um sistema adaptativo complexo.

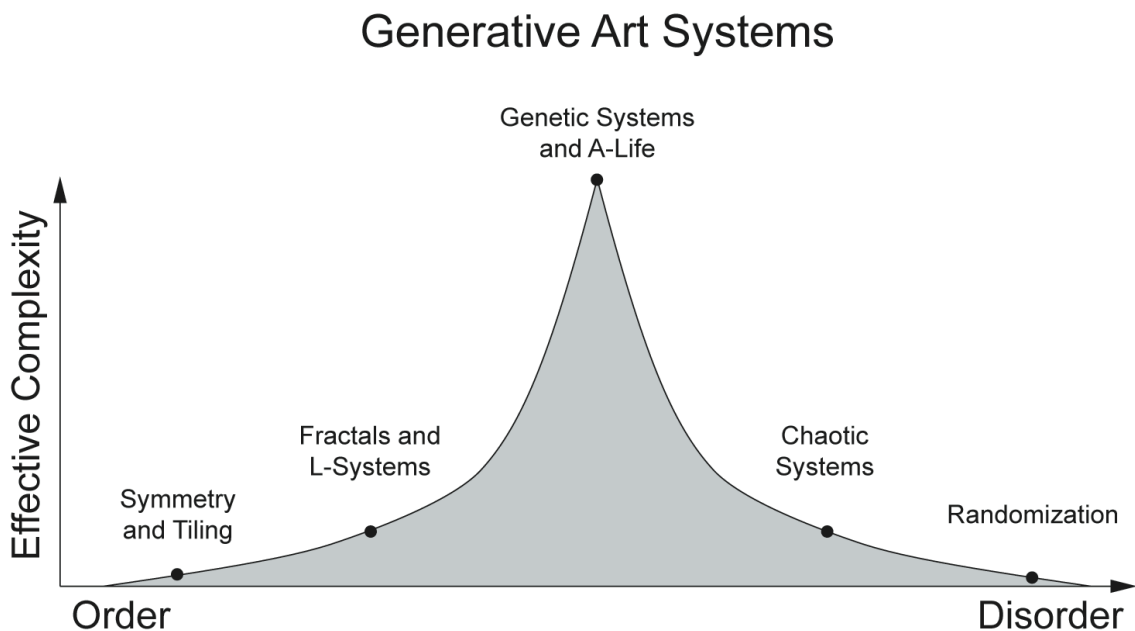


Figura 24 – gráfico de Effective Complexity

Mas a *complexity* não é uma ciência exacta, é difícil definir qualitativamente os sistemas e se estes têm um alto grau de complexidade ou não. Nem todos os sistemas complexos partilham os mesmos níveis de complexidade. Por exemplo, em vários *genetic systems* podemos ver diferentes características, o que pode alterar segundo a *complexity* o seu nível de *effective complexity* (EC). Esta *effective complexity* é alcançada quando a interacção entre sistemas ordenados e

sistemas desordenados atinge um equilíbrio tendo assim características de ambos, o que lhe confere uma maior EC. Como referido anteriormente a EC varia consoante os factores presentes no sistema que está a ser estudado, podemos utilizar a *complexity* para estudar não apenas sistemas complexos mas também sistemas simples. De seguida irão ser abordados alguns sistemas e as suas características, assim como, alguns dos principais sistemas utilizados na arte generativa. Como podemos ver na figura 24 os sistemas na arte generativa variam entre si, tanto na forma de actuar como no grau de EC. Podemos observar no gráfico que existem dois espectros opostos (*order – disorder*) que quanto mais afastados mais baixo o nível de EC e que à medida que se misturam o grau de EC sobe.

Começando a abordagem pelos sistemas ordenados, temos os altamente ordenados (sistemas de simetria e de *tiling*) seguido de sistemas um pouco mais complexos (sistemas fractais e os *Lindenmayer system*.) (Galanter, What is Generative Art? Complexity Theory as a Context for Art Theory)

### **2.3.3. SISTEMAS DE SIMETRIA E TILING**

Os sistemas de simetria e *tiling* são sistemas altamente ordenados que contêm um baixo nível de informação mas um alto grau de compreensão. São considerados sistemas generativos simples, pois os resultados gerados pelos mesmos são bastante previsíveis. Estes sistemas apoiam-se em técnicas simples e regras internas, que apesar de lhes conferir um grau de relativa autonomia, lhes trás bastantes condicionantes e pouca variação, o que leva ao produto resultante ser pouco versátil e adaptativo. Estes são normalmente sistemas com um tempo de vida curto, querendo com isto dizer, que as regras iniciais, de por exemplo um padrão, são bastante básicas. Apesar da utilização de uma grelha e de simetrias, repetições, alteração de escala e rotações o padrão tem um algoritmo básico de repetição dos mesmos passos, que apesar de lhe dar alguma autonomia faz com que o resultado seja sempre previsível.

Tal pode ser observado, por exemplo, nos murais de azulejos do médio oriente ou nos azulejos portugueses.



Figura 25 – Azulejo Português

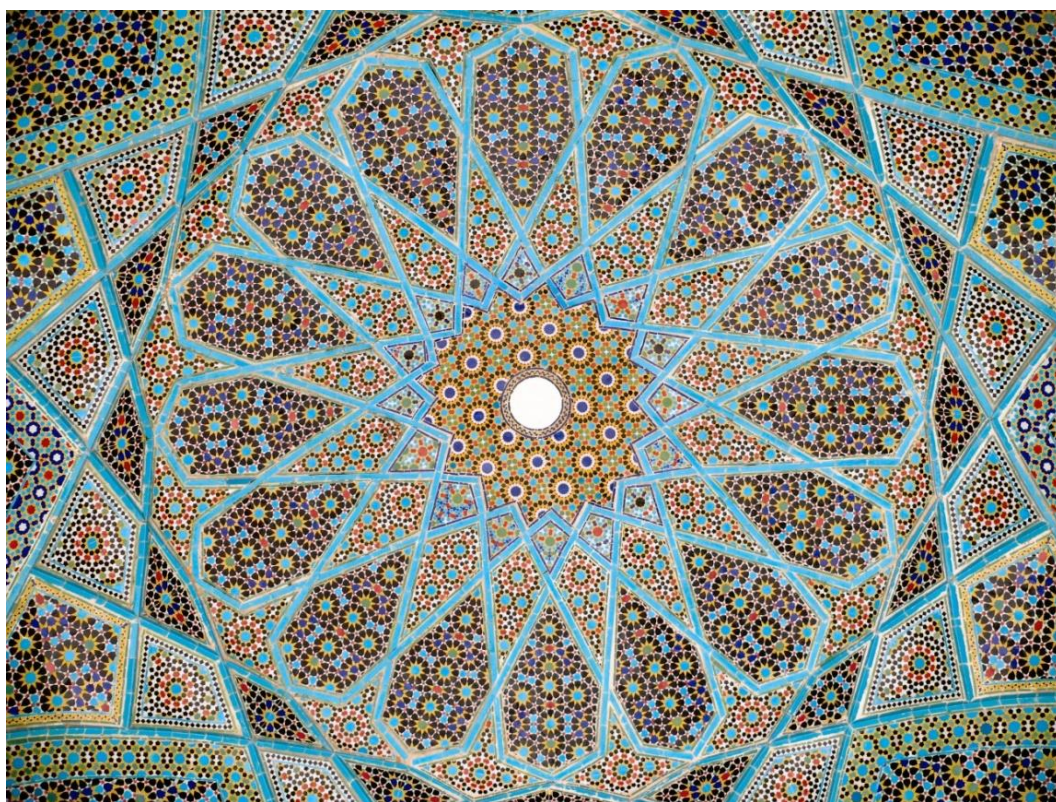


Figura 26 – Mosaico do Medio Oriente

O registo de arte mais antigo, que pode ser considerado um objecto de arte generativa, é a obra na figura 27. Esta obra com mais de 70000 anos, apesar de primitiva, emprega estes processos na sua criação, podemos ver que possui um sistema de *tiling* de uma grelha triangular onde o artista ainda que não conscientemente criou uma espécie de algoritmo básico de ritmo e proporção.

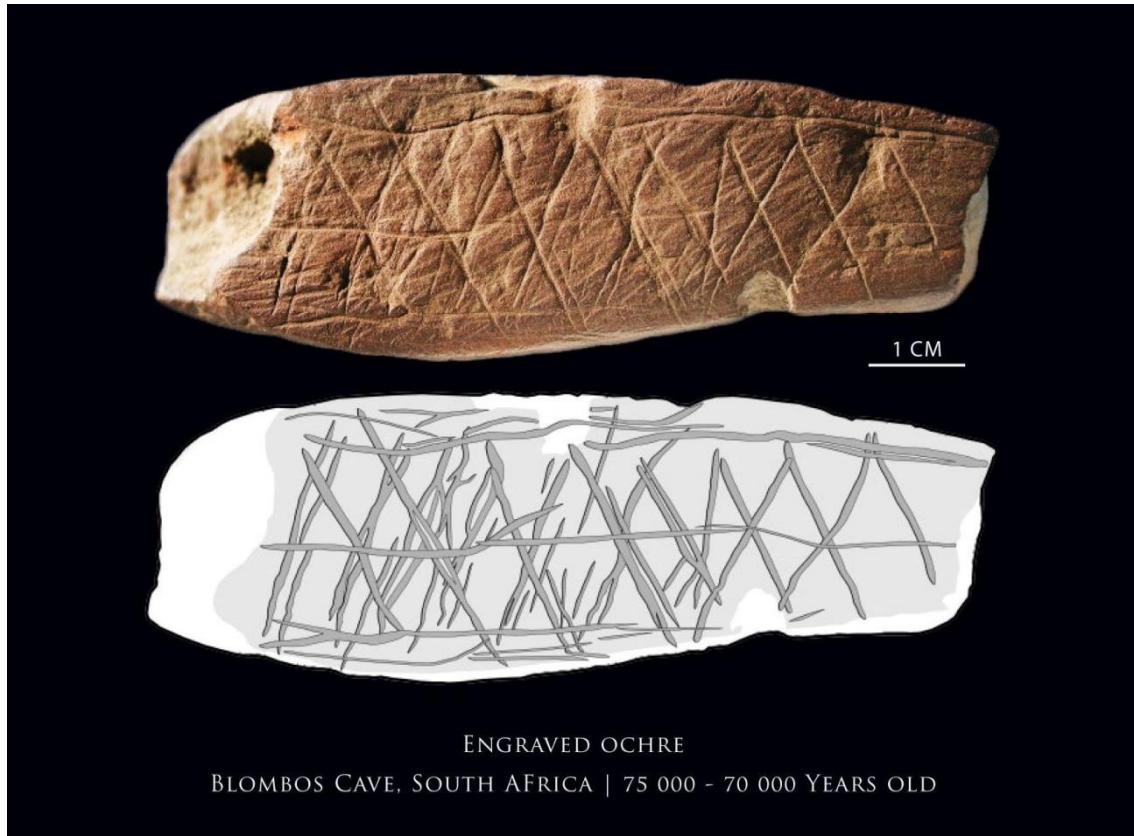


Figura 27 – Incrições em ocre vermelho em Gruta de Blombos, África do Sul com 75000-70000 anos

Com isto, podemos concluir que o facto de os sistemas generativos de simetria e *tiling* terem por base regras de simetria e repetição leva a que o nível do seu conteúdo seja limitado. A repetição de formas que ao serem duplicadas, rodadas, etc, criam na teoria um padrão infinitamente replicável, mas que ao analisar as regras iniciais do seu processo o resultado final é fácil de antecipar. Devido a esta capacidade de antecipação do produto final e das regras básicas destes sistemas qualificam-se como sistemas simples perante a EC. (Galanter, What is Generative Art? Complexity Theory as a Context for Art Theory)

## 2.3.4. SISTEMAS FRACTAIS E LINDENMAYER SYSTEM

Sistemas um pouco menos ordenados, mas ainda assim, com pouca informação e com uma boa compreensão são por exemplo os sistemas fractais e os chamados *L-Systems* ou *Lindenmayer system*. Começarei por abordar os sistemas fractais, dando uma breve explicação do conceito fractal e de como este foi criado e a sua forma de actuar.

### 2.3.4.1. SISTEMAS FRACTAIS

Os sistemas fractais podem ser vistos como sistemas que utilizam regras como a escala e a repetição. A definição de fractal é um tópico em que nem todos os autores estão de acordo, Benoit B. Mandelbrot descreve os fractais geométricos como *"a rough or fragmented geometric shape that can be split into parts, each of which is (at least approximately) a reduced-size copy of the whole"* (Shiffman, 2012)

Fractal foi um termo inventada por Benoit B.Mandelbrot, para categorizar alguns problemas/objectos matemáticos que não pertenciam à matemática clássica do século XIX, que se baseava nas noções geométricas de Euclides e nas dinâmicas de Newton. *"A matemática moderna inicia-se com a teoria do Cantor's set e a Peanos's space-filling curve"*. Esta revolução matemática começou por necessidade de responder a problemas que não faziam parte dos padrões de Euclides e Newton e que eram encarados como "monstros" que perturbavam os padrões estabelecidos da altura. Alguns dos "monstros" mais relevantes no mundo dos *fractals* foram o *"Cantor's set"* de Georg Cantor em 1883 e a Curva, também conhecida por *"Snowflake"*, de Helge von Koch em 1904. Ambos os problemas matemáticos partilhavam uma característica comum com os *fractals*, a sua capacidade de iterações infinitas. No caso de *"Cantor's set"* o objectivo base era dividir uma linha em terços, seguidamente apagar o terço central e repetir o processo em cada parte restante até não existir mais nenhum segmento para dividir. O que torna esta operação algo impossível de realizar,

visto que a parte apagada é sempre uma terça parte, nunca sendo possível eliminar a totalidade. Isto vai conduzir a infinitas repetições do processo sem nunca atingir o resultado pretendido de apagar a totalidade da linha.

$$\gamma = 0.2$$

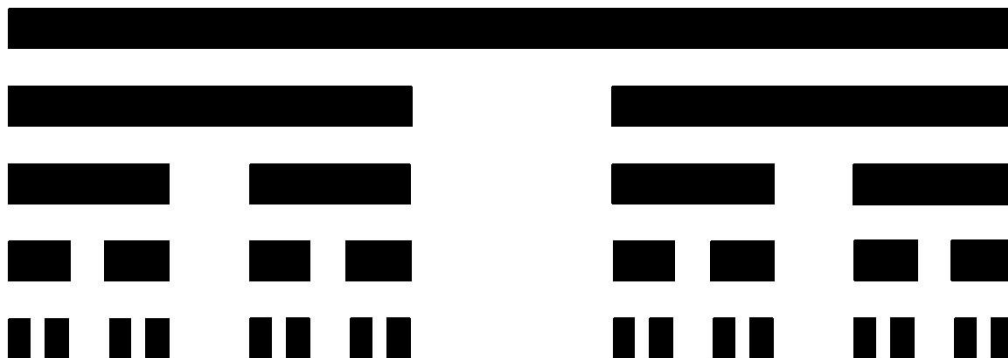


Figura 28 – Cantor's Set

Em relação ao “*Snowflake*” de Koch, o problema é que a curva em termos matemáticos não partilha a definição presente na geometria clássica. Tal como no problema de “*Cantor's set*”, acima referido, onde quanto maior o zoom mais iterações poderiam ser feitas tornando a curva infinita, aqui também a curva é impossível de medir devido ao seu processo que a faz crescer infinitamente.

Este problema matemático inicia-se com um triângulo equilátero em que cada face é dividida em três segmentos iguais, da base desse segmento central desenha-se outro triângulo equilátero apagando-se de seguida o segmento base. À medida que estes passos são repetidos para cada face a figura vai-se assemelhando a um floco de neve, que lhe deu origem ao nome. (ver figura 29)

Estes foram dois dos problemas matemáticos que mais influenciaram a geometria fractal.

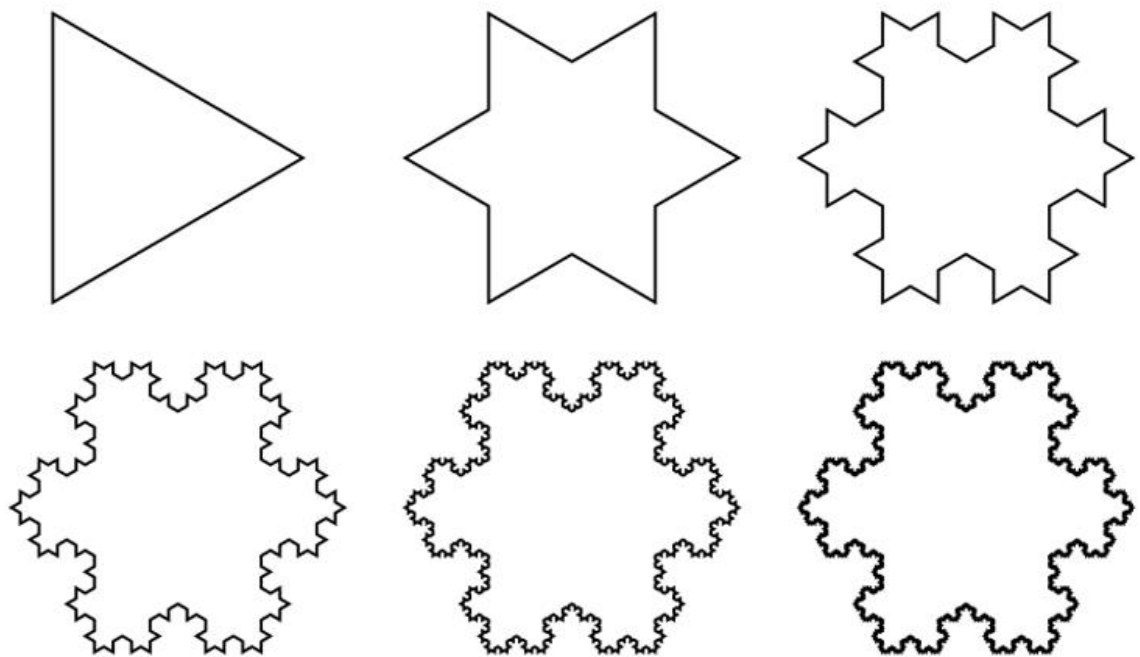


Figura 29 – Curva de Koch

Este factor de replicação de formas pode ser encontrado na natureza, por exemplo numa árvore e seus ramos. Se a árvore tiver um tronco de onde saem dois ramos e que, por sua vez, de cada ramo saem mais dois ramos e assim sucessivamente, ao examinarmos um pequeno ramo da árvore podemos ver um padrão de reprodução de inúmeras cópias da árvore original mas mais pequenas e assim sucessivamente até ao infinito. Chama-se a isto *self-similarity*. Outro exemplo, é o sistema circulatório onde as veias se dividem em vasos que se dividem em mais vasos, eventualmente até capilares e apresentam semelhanças nas suas replicações. A *self-similarity* é algo presente em todos os fractais, é uma das suas características principais.

Mandelbrot criou talvez a imagem fractal mais conhecida do mundo, ao que este chamou *Mandelbrot set*. Este “set” consiste na utilização de todos os set’s criados por Gaston Julia que consistiam em criar uma equação simples onde o número resultante era colocado na equação de novo e assim sucessivamente. Mandelbrot utilizou os computadores da IBM para calcular milhões de iterações dos *Julia’s set* e seguidamente criar um gráfico com os mesmos. Este gráfico originou o *Mandlebrot set*, que se tornou o *icon* dos *fractals*. Tal como nas curvas

de Koch e no Cantor's set, o Mandelbrot set, tem iterações infinitas e também é *self-similar*, ou seja, por mais zoom que façamos a dada altura estaremos a ver algo semelhante à imagem inicial.

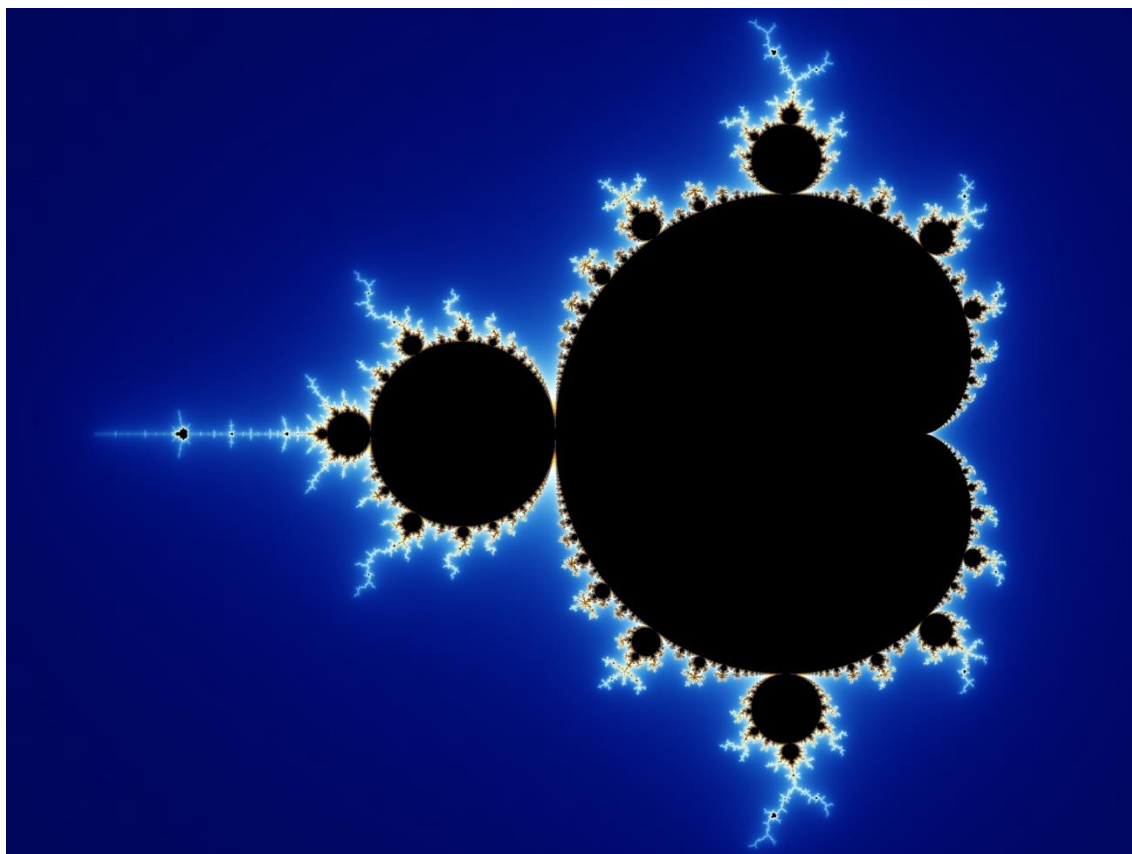


Figura 30 – Set de Mandelbroth

Podemos ver no artigo “*how long is the coastline of britain*”, que explora a geometria fractal e a relação com as linhas costeiras, a *Curva de Koch* a ser utilizada para medir a rugosidade das linhas costeiras. Outra aplicação foi o desenvolvimento de antenas para telemóveis, que possibilita na mesma antena receber diferentes tipos de sinal, permitindo-nos fazer chamadas, utilizar Bluetooth e mesmo a recepção de *Wi-Fi*. É utilizada na criação e modelação 3D e nos efeitos especiais de filmes, jogos de vídeo etc. Estando a ser também efectuadas experiências baseadas em *fractals* no campo da saúde. (Youtube., Benoit Mandelbrot - Hunting the Hidden Dimension Nova (2008), 2011; Mandelbrot, 1977, pp. 1-34)

### 2.3.4.2. LINDENMAYER SYSTEM

Os sistemas *Lindenmayer* foram desenvolvidos e criados por Aristid Lindenmayer em 1968. Lindenmayer era um biólogo teórico e botânico na universidade de Utrecht que desenvolveu os *L-systems* com o objectivo de descrever o comportamento celular das plantas e o seu processo de crescimento. Este tipo de sistema tem outras aplicações tendo sido utilizado para modelar morfologias de diversos organismos sendo também capaz de gerar fractais com *self-similarity*.

Um sistema de *Lindenmayer* é um sistema que rescreve cadeias de símbolos baseado em regras, gerando essas regras novas cadeias de símbolos que por sua vez podem ser reproduzidas como estruturas geométricas. As produções com *L-systems* destinam-se a capturar divisões celulares em organismos multicelulares, onde bastantes divisões se realizam em simultâneo. Aplicações de produção paralela têm um impacto essencial nas propriedades formais de sistemas de reescrita. Existem linguagens possíveis de serem geradas por *L-systems* livres de contexto, a estas dá-se o nome *OL-systems*.

*“X Æ Y” significa que a cada ocorrência de “X” substituímo-lo na estrutura da cadeia por “Y”, sendo que “X” pode aparecer à direita tal como à esquerda em certas regras, o conjunto de regras pode ser “recursivamente” aplicado nas estruturas recentemente reescritas. O processo pode ser repetido infinitamente, contudo alguns conjuntos de regras resultam numa configuração onde não irá haver mais mudanças, um “ponto-fixa” final.”* (Langnton, 1993, pp. 16-19; Bedau, Packard, Adami, Green, & Ray, 2001; Prusinkiewick & Lindenmayer, 2004, pp. 13-20)

*“In the following, “X Æ Y” means that one replaces every occurrence of symbol “X” in the structure with string “Y”. Since the symbol “X” may appear on the right as well as the left sides of some rules, the set of rules can be applied “recursively” to the newly re-written structures. The process can be continued ad-infinitum although some sets of rules will result in a final “fixed-point” configuration in which no more changes will occur.”* (Langnton, 1993, pp. 17-18)

Temos de seguida um exemplo de um *L-system* simples, onde as regras são livres de contexto, querendo com isto dizer que não é tido em conta o local onde a parte está situada ao realizar modificações, só podendo ter uma regra por parte para ser determinista. As regras são:

- 1) A é substituído por CB
- 2) B é substituído por A
- 3) C é substituído por DA
- 4) D é substituído por C

O que se descreve em:

- 0 - A
- 1 - CB
- 2 - DAA
- 3 - CCBCB
- 4 - DADAADAA
- 5 - CCBCBCBCCBCB

E assim sucessivamente, um exemplo semelhante pode ser visto no *Cantor's set*, indicamos ao sistema que a regra é: onde está um A desenha-se uma linha e onde está um B um espaço em branco.

- 1) A passa a ABA
- 2) B passa a BBB

- 0 - A
- 1 - ABA
- 2 - ABA BBB ABA
- 3 - ABA BBB ABA BBB BBB BBB ABA BBB ABA

E assim sucessivamente, este sistema resultaria no *Cantor's set*. (Youtube., 8.5: L-Systems - The Nature of Code, 2015)

Temos também a interpretação de *Turtle* (tartaruga) de um LS (sistema de *Lindenmayer*). *Turtle* é interpretado como um triplo  $(x, y, \alpha)$  onde  $(x$  e  $y)$  representam a posição da tartaruga e  $(\alpha)$  o ângulo que representa a direcção da tartaruga. É atribuída a distância que a tartaruga se move ( $d$ ) e o desenvolvimento do ângulo ( $\delta$ ), seguidamente são utilizados símbolos a que a tartaruga reage, (F, f, +, -), cada símbolo com uma propriedade específica.

F, é o símbolo responsável por fazer a tartaruga mover-se a distância de (d) e desenhar segundo as coordenadas acima referidas.

f, é responsável pela tartaruga se mover a distância de (d) mas sem desenhar.

+, faz com que a tartaruga vire para a esquerda segundo ( $\delta$ ).

-, faz com que a tartaruga vire para a direita segundo ( $\delta$ ).

A interpretação de *Turtle* (tartaruga) de um LS possibilita-nos gerar imagens com mais detalhe e a modelagem realista de plantas herbáceas, sínteses de notas musicais e a geração automática de *spacefilling curves*. (Youtube., 8.5: L-Systems - The Nature of Code, 2015; Langton, 1993, pp. 16-19; Prusinkiewicz & Lindenmayer, 2004, pp. 13-20)

### 2.3.5. RANDOM SYSTEMS AND CHAOTIC SYSTEMS

*“Generative artists often use randomization. Complexity scientists often speak of chaos. In many cases a chaotic system may seem random because its behavior is so unpredictable. But it is important to keep in mind that there is a difference.”* (Galanter, What is Generative Art? Complexity Theory as a Context for Art Theory, p. 6)

#### 2.3.5.1. RANDOM SYSTEMS

*Random*, em português, aleatório, representa algo que é incerto ou ao acaso.

Os sistemas aleatórios são responsáveis pela introdução de sistemas altamente desordenados na arte generativa. Entre estes existem alguns bem conhecidos por todos, como é o caso do lançamento de dados e o tirar à sorte com o lançar de uma moeda.

Mas de que forma pode um sistema aleatório ser útil na criação de um produto generativo?

A aleatoriedade pode ser utilizada para gerar variantes no processo o que torna o resultado inesperado e novo. Como Galanter refere, a utilização de sistemas aleatórios foram utilizados em diversas áreas.

Na área da música, por parte de Wolfgang Amadeus Mozart, que utilizou o lançamento de dados para escolher aleatoriamente 16 de 176 compassos

musicais que iriam produzir uma nova música quando tocada no piano. Outro exemplo que surge no século XX, onde a aleatoriedade ganha importância, foi o de Elsworth Kelly, que através de métodos de *chance* criou colagens coloridas com recurso a materiais baratos, como cartolinas de crianças. Hoje em dia com o computador, o recurso a geradores de números pseudo-aleatórios tornou-se talvez o método mais utilizados nas técnicas generativas digitais. (Galanter, What is Generative Art? Complexity Theory as a Context for Art Theory, p. 4)

### 2.3.5.2. CHAOTIC SYSTEMS

*"Chaos often breeds life, when order breeds habit."*

– Henry Adams

É especialmente importante lembrar que no contexto da arte generativa os sistemas caóticos não são sistemas aleatórios. *"It is important to remember, especially within the context of generative art, that chaotic systems are not random systems."* (Galanter, What is Generative Art? Complexity Theory as a Context for Art Theory, p. 4)

Ao contrário dos sistemas aleatórios, os sistemas caóticos ainda que difíceis de prever têm uma estrutura, exibem uma espécie de história. Neste tipo de sistemas é bastante complicado antecipar os resultados, isto deve-se à forma de actuar destes sistemas, ainda que o sistema tenha relações entre causa e efeito, o facto de serem sistemas não lineares faz com que pequenas alterações sejam criadas tornando-os cada vez mais complicados de prever ao longo do tempo. A isto chamamos sensibilidade às condições iniciais. (Galanter, What is Generative Art? Complexity Theory as a Context for Art Theory, p. 4)

Uma experiência importante no campo do caos foi realizada por Edward Lorenz utilizando a meteorologia como objecto de estudo. Esta experiência consistia em tentar prever a meteorologia com base em 3 equações que Lorenz desenvolveu, com base no comportamento do ar. O ar ao ser aquecido perto do chão torna-se menos denso subindo para a atmosfera onde arrefece, ao arrefecer este tornar-se mais denso e volta a descer criando um movimento cíclico onde as correntes de ar estão em constante movimento. Lorenz podia determinar este

fenómeno através das suas equações num gráfico e assim, em teoria, prever a meteorologia. Tendo obtido um gráfico meteorológico para 2 meses. A dada altura decidiu iniciar o gráfico de um ponto mais avançado que o ponto inicial, ao introduzir os valores daquele ponto deixou o gráfico a ser executado no computador e ausentou-se. Ao chegar ao seu computador deparou-se com um gráfico diferente do anterior. Inicialmente assumiu ser uma possível falha do computador, mas, ao rever a experiência encontrou o problema que levou a diferença dos gráficos. Lorenz no seu computador estava a executar o gráfico com seis casas decimais e ao introduzir os valores no segundo gráfico utilizou apenas três, durante algum tempo o gráfico permaneceu igual mas com o passar do tempo as pequenas diferenças iniciais, tornaram-se cada vez mais evidentes, resultando num gráfico completamente diferente. Este efeito caótico no gráfico deve-se à sensibilidade, às condições iniciais dos sistemas caóticos que Lorenz chamou de "*the butterfly effect*". (Youtube., Chaos Theory PBS, 2016)

Como refere Galanter, nos sistemas caóticos naturais, como o caso da meteorologia, é possível ver um comportamento caótico na medida em que é bastante complicado prever como o tempo vai estar, por exemplo, no dia 22 de Janeiro de 2020, mas ainda assim, podemos prever alguns factores. Por exemplo, sabemos que não vão estar 80 graus Celcius e que não vai chover 10000 mm em Lisboa. Entre outros factores, sabemos que existem limitações que criam o que os cientistas chamam *phase space* que consiste numa forma geral que o sistema traça ainda que imprevisivelmente ao nível do pormenor. Contudo, a previsão meteorológica para o dia de amanhã é mais consistente, ainda que imprevisível sabemos que "um dia frio é normalmente seguido por outro dia frio, e que um dia quente é normalmente seguido por outro dia quente", e assim sucessivamente. A transição de um estado de tempo para outro pode ser interpretada como um caminho dentro do *state space*. Esses caminhos são contínuos (são permitidas transições instantâneas) e exibem esta forma de auto correlação local.

*"...a cold day is usually followed by another cold day. And a hot day is typically followed by a hot day. And so on. The transition from one weather state to another can be thought of as a path within the state space. Those paths are continuous (no instantaneous jumps are allowed) and exhibit this form of local auto-correlation."* (Galanter, What is Generative Art? Complexity Theory as a Context for Art Theory, p. 4)

### 2.3.6. SISTEMAS COMPLEXOS A-LIFE E ALGORITMOS GENÉTICOS

*"Art" + "Life" = Artificial Life: Life made by Man rather than by Nature*" (Langnton, 1993, p. 1)

A *Artificial Life*, também conhecida com AL ou *A-Life*, procura compreender a vida e os seus factores, não seguindo no entanto, o mesmo caminho da biologia "o campo da *A-life* procura criar um novo tipo de vida, compreender e estudar os factores científicos, tecnológicos, artísticos, filosóficos e as implicações sociais de tal feito". *"The field of Artificial Life is devoted to studying the scientific, technological, artistic, philosophical, and social implications of such an accomplishment."* (Langnton, 1993, p. 1)

Através da utilização do computador e outros meios artificiais procura recriar os processos biológicos da vida natural. Sendo que o seu objectivo é compreender a vida através da criação de sistemas que se comportem como organismos vivos.

Ao contrário da biologia que tem uma abordagem analítica, a *A-Life*, aborda a vida de uma forma sintética, podendo esta abordagem ser vista como uma forma de trazer algo novo ao estudo da vida. O criar vida sintética, não só é útil na compreensão da mesma, como pode gerar aplicações a nível da tecnologia e da indústria.

De momento a biologia mostra-nos o que é a vida, mas é a *A-life* que detém o potencial de nos revelar o que esta poderá vir a ser. Esta capacidade de abrir os horizontes de até onde poderemos chegar, pode vir um dia a revolucionar a forma como interpretamos a biologia e a partir desta criar novas aplicações práticas.

A *A-Life*, na busca da compreensão de como funciona a vida natural, preocupa-se em perceber como a vida é gerada e controlada nos sistemas naturais, para que com essa informação possa proceder à criação de geradores comportamentais, onde se geraram comportamentos semelhantes ao da vida natural. Muitos dos mecanismos pelos quais o comportamento natural surge são bem conhecidos, assim, com esta vantagem a *A-Life* pode começar a modelar os seus sistemas. É importante destacar que a AL não procura criar sistemas como

um modo de atingir algum tipo de solução, o interesse é o estudo do processo dinâmico constante e não necessariamente o estado final desse processo.

A-Life procura a utilização do computador para estudar fenómenos naturais complexos, procurando através deste gerar comportamentos complexos. O computador revelou-se assim uma ferramenta de grande impacto, possibilitando a tentativa de sintetizar vida, como Langton refere, life in silico.

Life in-silico refere-se, deste modo, à vida criada num ambiente computacional, como uma espécie de life in-vitro, onde a mistura é realizada no computador. Langton diz-nos que o computador é como uma ferramenta laboratorial para o estudo da vida que substitui as ferramentas convencionais de um laboratório servindo de incubadora para estruturas de informação com a vantagem de estas não ocuparem espaço físico e poderem ser manipuladas directamente no mesmo, quer seja por acções realizadas por nós ou pelas próprias estruturas de informação. (Langton, 1993)

*“Os computadores nunca serão eles próprios organismos vivos, em vez disso, albergarão universos informativos onde as dinâmicas populacionais de informação interagem como uma espécie de “moléculas” num género de “bioquímica” informacional.”* (Langton, 1993, p. 10)

“Computers themselves will not be alive, rather they will support informational universes within which dynamic populations of informational "molecules" engage in informational "biochemistry.”” (Langton, 1993, p. 10)

Mas, a importância do computador para a AL não fica por aqui. A capacidade de efectuar os cálculos necessários para estudar os comportamentos dos sistemas nos diversos parâmetros, permite obter uma melhor compreensão das dinâmicas essenciais desses sistemas sob uma ampla gama de condições iniciais. Esta importância das várias condições iniciais é relativa a sistemas não lineares, o que podemos interpretar como influências de sistemas caóticos dentro destes sistemas criados na AL. Como Langton refere, *“ a lição mais surpreendente que aprendemos com a simulação de sistemas físicos complexos num computador, é que comportamentos complexos não precisam origens complexas. Comportamentos complexos podem surgir de conjuntos de componentes relativamente simples. Esta noção abre a possibilidade de que os*

*comportamentos complexos a que chamamos vida, possa ter também geradores simples.”* (Langnton, 1993, p. 11)

“The most surprising lesson we have learned from simulating complex physical systems on computers is that complex behavior need not have complex roots. Indeed, tremendously interesting and beguilingly complex behavior can emerge from collections of relatively simple components. This leads directly to the exciting possibility that much of the complex behavior exhibited by nature — especially the complex behavior that we call life — also has simple generators.” (Langnton, 1993, p. 11)

É importante ter em conta a posição que a AL tem relativamente a sistemas lineares e sistemas não lineares. Podemos descrever os sistemas lineares como “*those for which the behavior of the whole is just the sum of the behavior of its parts, while for nonlinear systems, the behavior of the whole is more than the sum of its parts.*” (Langnton, 1993, p. 12)

Assim, a AL aborda as partes de um sistema não linear, e procura que estas através de interações sintetizem o comportamento complexo que a vida natural exhibe, para isto a AL recorre a diversas ferramentas sendo uma delas, por exemplo, a utilização de algoritmos genéticos que possuem um nível de complexidade elevado e também só por si são um sistema generativo.

Algoritmos generativos ou GA consistem numa tentativa de simular os processos evolutivos naturais, num algoritmo. Para compreendermos estes algoritmos é importante percebermos como estes se inspiram na biologia. Todos os seres vivos, são constituídos por células, cada célula possui cromossomas que são cadeias de ADN, este ADN é responsável pelas características do organismo em questão. Estes cromossomas podem ser divididos em genes, que são responsáveis por uma característica específica, como por exemplo, definir a altura de um humano. A constituição genética completa de um organismo denomina-se genoma. Genótipo é um conjunto de genes contidos no genoma, dois indivíduos com o mesmo genoma são referidos como tendo o mesmo genótipo. Este genótipo dá origem ao fenótipo que se refere às características físicas e mentais do indivíduo. Com estas noções em mente vamos agora passar a abordagem dos GA.

Os algoritmos genéticos possuem GTYPE que é uma cadeia constituída por várias soluções possíveis, ou seja cromossomas. Estes GTYPE tornam-se

PTYPE (fenótipo) após a interpretação, o GA avalia a sua *fitness* ou aptidão, sendo esta aptidão um factor decisivo na procura de soluções no GA. De seguida, o GA procede a uma selecção dos PTYPE mais aptos e faz cópias dos mesmos que por sua vez vai gerar mais variações de GTYPE por via de operadores genéticos. Estes operadores genéticos são normalmente: reprodução ou selecção, *crossover* e mutação, sendo raramente inversão e duplicação. Os operadores de reprodução ou selecção são responsáveis por analisar o nível de aptidão de um GTYPE, quanto mais aptidão este tiver maior será o número de vezes que o operador o selecciona para este se reproduzir. *Crossover* é como uma recombinação sexual entre dois seres vivos, o GA escolhe duas cadeias alinhando-as lado a lado e procedendo a troca de genes entre elas o que assim gera duas novas cadeias onde ambas contêm uma mistura da informação genética dos pais. O operador *crossover* é bastante importante pois permite que cadeias que são úteis tenham permanência em vez de surgirem novas cadeias. A mutação é a substituição de partes do cromossoma por partes geradas aleatoriamente semelhantes às partes constituintes. Estas alterações ao GTYPE ocorrem normalmente com probabilidades bastante pequenas. Inversão, pouco utilizada, serve para reorganizar partes específicas nas cadeias do GTYPE e a duplicação é utilizada em situações onde o genoma necessita crescer. (Langton, 1993)

Vários factores influenciam o GA na forma como este se adapta e evolui, consoante as necessidades a que este tem de se adaptar a escolha dos processos e operadores varia mas no geral o processo de um algoritmo genético consiste em: "1- gerar uma população aleatória inicial de GYPES; 2- tornar os GYPES em PYPES e avalia-los no domínio do problema atribuindo a cada GTYPE um valor de aptidão; 3- duplicar GYPES consoante a sua aptidão relativa segundo um esquema de aptidão proporciona reprodução; 4- aplicar operadores genéticos aos GYPES, normalmente escolhendo pares para *crossover* em função da sua aptidão; 5- substituir os GYPES menos aptos na população pelos descendentes gerados nos passos anteriores; 6- voltar ao passo 2 e iterar. Apesar de simples os algoritmos genéticos provaram ser notavelmente poderosos numa grande variedade de aplicações, e providencia uma ferramenta

*útil tanto para o estudo como para a aplicação de evolução.” (Langnton, 1993, pp. 27-28; Mitchell, 1999, pp. 5-12)*

*“1- Generate a random initial population of GTYPES. 2- Render the GTYPES in the population as PTYPES and evaluate them in the problem domain, providing each GTYPE with a fitness value. 3- Duplicate GTYPES according to their relative fitness using a scheme like fitness proportionate reproduction. 4- Apply genetic operators to the GTYPES in the population, typically picking cross-over partners as a function of their relative fitness. 5- Replace the least fit GTYPES in the population with the offspring generated in the last several steps. 6- Go back to step 2 and iterate. Although quite simple in outline, the genetic algorithm has proved remarkably powerful in a wide variety of applications, and provides a useful tool for both the study and the application of evolution.” (Langnton, 1993, pp. 27-28)*

## 2.4 TIPOGRAFIA GENERATIVA

Vladimir Kuchinov, numa entrevista sobre o seu projecto *Generative Gatsby*, define tipografia generativa como *“any text interpreted by a code-driven algorithm, which was designed by you as an author. In a classical sense, you are usually typesetting everything with your hands. In a generative method, you are creating a system, a script, which is doing everything by itself. And by controlling its structure and parameters you can have different generated variations.”* (Brooks K. , 2014)

Como já mencionado a arte generativa baseia-se no facto de o artista definir um conjunto de regras cedendo parcialmente o seu controlo de maneira a gerar um resultado final mais ou menos previsível. Tendo isso em conta, na tipografia generativa a essência é a mesma, ou seja, consiste na criação de tipos de letras geradas através de regras impostas pelo artista, que vai controlar mais ou menos o resultado final, que comumente é gerado de forma autónoma por um programa de computador através de processos algorítmicos. Deste modo, a tipografia generativa tornou-se popular na área da experimentação gráfica, dando a oportunidade dos designers combinarem os seus conhecimentos em tipografia com a arte generativa explorando diferentes e inovadoras maneiras de gerar fontes. Na tipografia generativa deparamo-nos então com duas abordagens. A geração de tipos com recurso à aleatoriedade através da definição de um conjunto de regras que vão definir a forma da letra dando origem a uma fonte, ou a exploração de tipos generativos que vão para além do objectivo do próprio tipo de letra, ultrapassando os limites do que é uma fonte, criando assim, novas linguagens visuais. Deste modo, o resultado pode ser uma fonte, não utilizável como uma fonte propriamente dita que resulte num texto ilegível, mas que ganha por si uma capacidade de comunicação e uma identidade própria. (Guia Essencial Web Design, 2016, p. 48; Maçãs, 2013, pp. 52-53)

A tipografia generativa surgiu por volta dos anos 80, altura em que todas as formas de tipografia digital estavam a emergir.

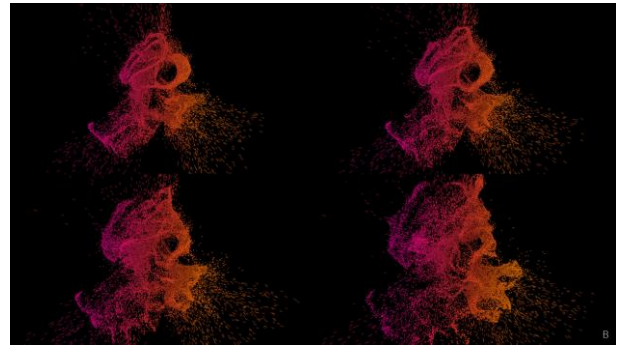
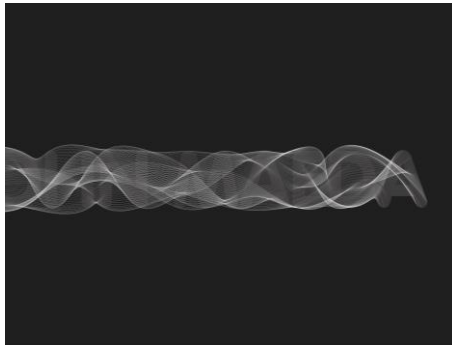


Figura 31 e 32 – Tipografia generativa

Foram os *LettError*, uma dupla de designers alemães (Erik van Blokland e Just van Rossum), que defendiam a introdução da aleatoriedade na tipografia que desenvolveram e lançaram o primeiro tipo de fonte aleatória, a FF Beowolf.

Esta surgiu aquando os dois descobriram uma maneira de alterar a programação *standard* de uma fonte de *outline PostScripts*, que permitia o aumento ou a redução da forma das letras, o que possibilitava um grau de aleatoriedade imprevisível após o tipo ser definido. À medida que os sistemas operacionais e o interesse dos designers em criar tipos generativos progrediram, a tipografia generativa foi ganhando popularidade e evoluindo, dando origem a várias fontes generativas e designers que se salientaram na área. (FF Beowolf; Magda, 2017; FF Beowolf by Erik van Blokland, Just van Rossum (1992))

FF Beowolf, R24

Aa Bb Cc Dd Ee Ff Gg  
Hh Ii Jj Kk Ll Mm  
Nn Oo Pp Qq Rr Ss Tt  
Uu Vv Ww Xx Yy Zz  
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Figura 32 – FF Beowolf

## 2.4.1 CASOS DE ESTUDO

### 2.4.1.1 CASE STUDY 09: TEXT AND LANGUAGE\_ O PROJECTO GERAL DE MCNEIL

Um dos trabalhos que destaco no campo da tipografia generativa devido à contribuição que teve nesta área é o *CASE STUDY 09: TEXT AND LANGUAGE\_ O PROJECTO GERAL DE MCNEIL*, do designer gráfico Paul Mcneil, tendo o mesmo servido de inspiração para o presente trabalho.

Neste projecto, Paul McNeil realizou uma série de testes e experiências no campo da tipografia, escrita e linguagem, focados particularmente em procedimentos de experimentação visual. O seu histórico e experiência em design de fontes, assim como, o seu interesse na criação de sistemas foram os principais factores que impulsionaram o projecto. Este trabalhou de uma forma sistemática, através da definição de regras e normas pelo próprio desde início do projecto, como por exemplo, a utilização de “*A5 Portrait Booklets*”, que lhe possibilitaram fazer uma análise comparativa do trabalho à medida que este ia decorrendo. Tal método permitiu-lhe explorar uma grande variedade de experiências de pequena escala, experiências essas que podiam ser vistas como um projecto que pretendiam abordar aspectos particulares dentro do projecto geral que consiste em definir um conjunto de possíveis parâmetros sistemáticos de escrita. Estes “sub-projectos” serviam para fornecer informação para o próximo teste, que com o continuar de várias experiências dariam origem a uma “*collection of volumes of experiences and investigations*” que constituíram o caminho para o resultado final do projecto. McNeil descreve estas experiências individuais como “*typographic fragments of a work in progress*”.

Cada um destes “sub-projectos” foi produzido segundo uma proposta, uma metodologia e teste visuais. O designer impôs propositadamente limitações a cada projecto, para deste modo interrogar aspectos particulares da linguagem escrita e analisar os mesmos com maior detalhe. Tal permitiu-lhe continuar consciente dos processos decisivos para o projecto e, através do erro e da abordagem escolhida, explorar diferentes aspectos da forma tipográfica e da linguagem. Estes projectos variam desde investigações simples, como o efeito da

simetria com espelhos em letras do alfabeto romano, à criação de sistemas visuais que permitiam a McNeil estudar aspectos como a frequência das letras, os sons no discurso oral, a legibilidade e a leiturabilidade, em relação à quantidade de informação necessária para a comunicação e propostas baseadas na noção de “Type Design” como um sistema generativo puro.

McNeil utilizou como conceito central do seu trabalho, o conceito de Jan Van Toorn’s, de que o designer gráfico é “practical intellectual”, que Van Toorn’s define como “as an individual who is engaged in a critical reflection about the designer’s process of making”.

McNeil descreve o objectivo do seu trabalho como “*dedicated not solely towards its subject - writing and language systems – but to transferable systemic methods, to agarithmic systems in general and to a conscious personal rediscovery of the pleasure of visual research*”.

Este consegue assim criar uma metodologia que lhe permite, não só, analisar um tema em particular, mas também conjugar as ideais de maneira a que estas proporcionem um comentário visual do trabalho à medida que este progride, oferecendo uma visão bem definida para o objectivo final do projecto.

A criação de vários elementos gráficos, assim como a recolha de informação para novas experiências e a avaliação das mesmas na área de estudo, têm sempre em conta os processos, considerações e decisões, bem como, as suas propriedades, composição e comportamento. No caso de McNeil levou ao desenvolvimento e criação de um sistema visual que gerou “Letterforms”. (Noble & Bestley, 2005; Noble & Bestley, 2004, pp. 174-183)

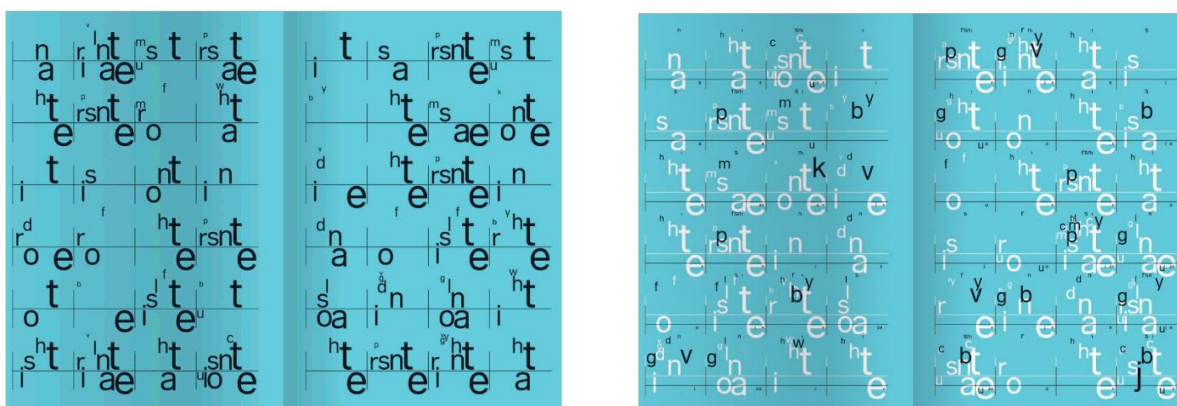


Figura 33 e 34 – Case study 9



### 2.4.1.2 POETRY ON THE ROAD

O caso de estudo “*Poetry on the road*”, é um festival de literatura internacional. Desde 2002, através da colaboração com a agência de Design one/one, que são elaborados diferentes temas visuais para o evento, com a particularidade de a forma de criar os visuais permanecer sempre a mesma. Esta é gerada por computador, onde as imagens são originadas a partir de textos que fazem parte do festival. Assim, cada imagem é uma representação directa de um texto específico. Este processo de criação de imagens varia da forma como é feito tendo sempre um carácter generativo, visto serem definidas regras para o programa seguir. Estas regras que podem ser mais simples ou mais complicadas possibilitam que o programa gere as imagens autonomamente respeitando as regras que lhe são impostas.

Neste caso de estudo, serão abordados os projectos de: 2002, 2005 e por fim 2006. (Lambers, Müller, & Pfeffer, 2002)

Iniciando com o projecto de 2002, o objectivo foi criar uma espécie de padrão dinâmico onde cada letra era caracterizada por uma forma e cor, continha também a variante de ângulo que é respectiva à língua em que o poema é escrito. *” The approach in the 2002 piece was to transform the letters into a dynamic pattern. The shape and the colour of each object represent a letter, the angle of each object represents the language of the poem.”.* (Lambers, Müller, & Pfeffer, 2002)

Este padrão é baseado em poemas de todos os participantes e onde depois de compreendermos o padrão é possível ler excertos de todos os poemas que faziam parte do festival.

Podemos ver a frase tipografia em sistemas generativos (fig.41) que foi criada a partir de uma ferramenta presente no site que permite testarmos o design utilizado, e os resultados na figura que se segue. (fig.42)



(tipografia experimental em sistemas generativos.)

Figura 41 – Frase de teste

**bremen**  
neu erleben

**31.05. bis 03.06. 2002**

**poetry ON THE ROAD**

**3. Internationales Literaturfestival**

**Shakespeare Company | Obere Rathaushalle | Schauspielhaus**

**Schutting | Breminale | Kippenberg-Gymnasium | PFL-Oldenburg**

Programmheft und Karten bei: buchladen im osterort | Fehrfeld 60 | Tel. 0421.78528

veranstaltet von: **HOCHSCHULE BREMEN** **radiobremen** **Goethebund in Bremen e.V.**

Figura 42 – Poetry on the road cartaz 2002

O projecto de 2005 utilizou uma abordagem visual “orgânica”, com inspiração em *L-Systems*. O objectivo foi procurar atingir uma estética semelhante à estrutura de uma árvore que se ramificava ao longo de toda a página. Cada ramo variava conforme as combinações das letras, podendo fazer o ramo crescer, outras ficar mais forte e tinha as palavras do poema representadas como folhas sendo o poema representado por uma árvore única. As regras do sistema são: nas palavras representadas por folhas, o número de letras em cada palavra é relativa ao número de pontas da folha, a sequência da palavra altera aspectos como o comprimento das pontas, a densidade da cor e o seu arredondamento sendo, deste modo, o tamanho da folha é regulado pelo comprimento do poema. No poster final foram transformados todos os poemas de todos os autores em árvore, o originou uma floresta de poesia, como podemos observar na (fig.44). (as cores são *Pantones*, onde o castanho é dourado e o verde é semelhante à cor apresentada na figura) (Michel, Müller, & Pfeffer, 2005) (fig.44)

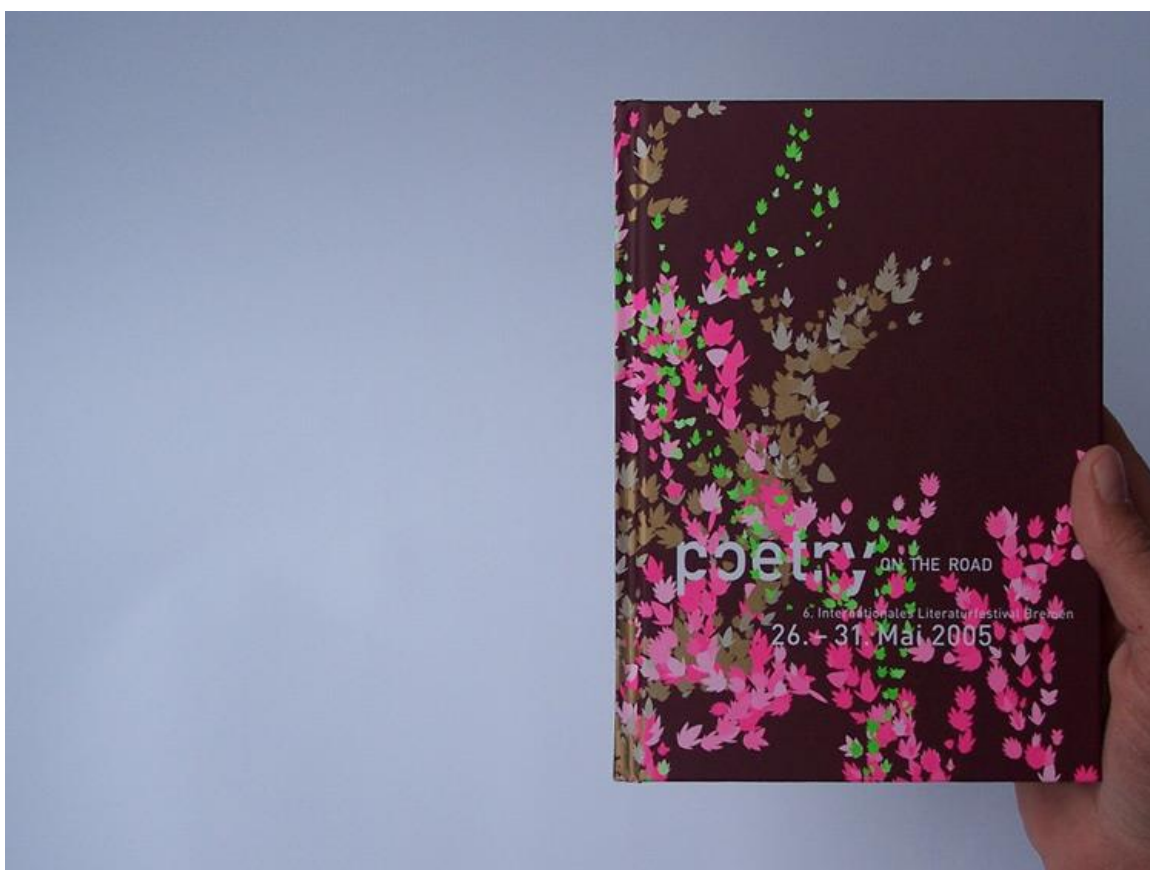


Figura 43 – Poetry on the road 2005



Figura 44 – Poetry on the road cartaz final 2005



**poetry** ON THE ROAD

7. INTERNATIONALES LITERATURFESTIVAL BREMEN  
11. - 19. MAI 2006

VERANSTALTET VON: HOCHSCHULE BREMEN UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES radiobremen Goethebund in Bremen e.V.

GEFÖRDERT VON: Bremen Marketing, Senator für Kultur, Karin und Uwe Hollweg Stiftung, Bernd und Eva Hockemeyer Stiftung, Wolfgang Ritter-Stiftung, DAAD, Waldemar Koch Stiftung, Bremer Literaturstiftung, pro helvetia

WWW.POETRY-ON-THE-ROAD.COM | Programmheft und Karten bei: Buchladen im Ostertor, Fehrfeld 60, Fon: 0421-785 28 | Die Sparkasse Bremen

GESTALTUNG: jung und pfeffer: visuelle kommunikation Bremen, Amsterdam | mit Boris Müller, esono.com



Figura 46 e 47 – Poetry on the road 2006, Cartaz final e livro da edição 2006

### 3. ANÁLISE DE RESULTADOS

Através da análise dos dados recolhidos, podemos ter uma visão mais clara do tema deste projecto e uma forma de responder às questões inicialmente propostas. Foi necessário abordar alguns conceitos essenciais para a compreensão deste projecto, começando pelo percurso da tipografia e a sua adaptação ao longo dos anos passado pelas novas formas de comunicar através da tipografia. Também foi mencionado a importância da mesma para o design gráfico, onde a constante evolução obriga ao desenvolvimento de novas formas de comunicar. Foram abordados os conceitos de arte generativa, que forneceu a base de como os processos generativos nos têm vindo a acompanhar ao longo da história da arte. Como Galanter menciona, a arte generativa é tão antiga como a própria arte *“Generative art is as old as art”*. (Galanter, 'Generative art is as old as art'. An interview with Philip Galanter, 2004).

Com a pesquisa sobre o tema, tomou-se conhecimento de alguns exemplos que apoiam esta afirmação de Galanter, como por exemplo: a inscrição em ocre vermelho com a forma de mosaicos triangulares, o *“Condensation Cube”* de Hans Haacke, que é um exemplo de arte generativa não computacional bastante conhecido no mundo da arte. Esta abordagem de começar pela arte generativa, é fundamental pois introduz-nos ao que é um projecto de arte generativa e aos requisitos dos sistemas para que sejam considerados generativos, introduz-nos a metodologias e a abordagens generativas que resultaram muitas vezes em algo imprevisível e novo, o que coloca a arte generativa na vanguarda do desenvolvimento artístico. Outro conceito importante é o de que a arte generativa não é apenas arte computacional, podendo ser realizada manualmente ou mecanicamente, sendo que o importante não é a ferramenta utilizada pelo autor, mas sim, as características do sistema e a sua autonomia parcial.

*“Generative art refers to any art practice where the artist uses a system, such as a set of natural language rules, a computer program, a machine, or other procedural invention, which is set into motion with some degree of autonomy contributing to or resulting in a completed work of art.” - Philip Galanter (Galanter, What is Generative Art? Complexity Theory as a Context for Art Theory, p. 4)*

Para aprofundar o conhecimento sobre os sistemas generativos e adquirir uma melhor compreensão à cerca dos mesmos, segue-se a abordagem aos sistemas generativos. Aí começa-se por introduzir o conceito de complexidade, conceito este que é importante para os sistemas generativos, pois é uma forma de avaliarmos os mesmos. Os sistemas generativos dividem-se entre dois espectros opostos, os altamente ordenados e os altamente desordenados, onde do lado da ordem estão, por exemplo, os sistemas de *tiling* e padrão, seguidos de sistemas um pouco mais complexos, ainda no lado dos sistemas ordenados os sistemas fractais e os *L-systems*, do lado oposto temos os sistemas aleatórios e os sistemas caóticos, e entre os dois é onde estão localizados os sistemas de elevada complexidade, como *A-life* e algoritmos genéticos, estes são avaliados como sistemas complexos. Os sistemas possuem diferentes características. Seguidamente falamos de tipografia generativa e em como o estudo da mesma nos ajuda a responder a algumas questões impostas no início do trabalho nomeadamente às questões: quais os requisitos para um projecto de tipografia experimental com recurso a processos generativos?

Podemos assim dizer que os requisitos são: trabalhar com tipografia, criando ou manipulando a mesma. Este processo de criação e manipulação, ser desenvolvido com a utilização de um sistema generativo, pode ou não ter um objectivo de criação de um produto funcional. Em relação à questão quais os requisitos para ser generativo? Os requisitos, como visto no enquadramento teórico são: utilizar um sistema generativo, querendo com isto dizer recorrer a um sistema que consiste num conjunto de regras predefinidas pelo autor onde estas regras têm a possibilidade de operar de forma (pelo menos) semi-autónoma e desta forma gerar possíveis soluções. E por fim a questão qual o valor das metodologias generativas?

O valor das metodologias generativas é a abordagem de uma forma diferente e nova que gera resultados imprevisíveis e com estéticas as quais o autor provavelmente, nunca chegaria a trabalhar sem recurso a métodos generativos, estas estéticas são muitas vezes diferentes do tipo de trabalho criado manualmente por um autor pois sem recorrer a um sistema generativo este normalmente não abdica do controlo sobre o projecto desenvolvendo o mesmo

com base no seu gosto e sentido estético. A metodologia generativa liberta o autor dessas restrições possibilitando a criação de um produto totalmente novo e único.

Podemos assim, com base nos dados recolhidos, dizer que a metodologia generativa pode ser um campo a explorar na procura de novas formas de comunicação e de resolução de problemas. No entanto durante este projecto revelaram-se algumas limitações. A falta de conhecimento em programação e algoritmia tornou o processo mais complicado pois foi necessário simulá-lo manualmente o que reduz o número de iterações possíveis e também a quantidade de trabalho gerada, se o projecto fosse realizado com recurso a programas de computador de cariz generativo a amostra seria bastante mais extensa e com mais variedade. O processo manual tornou-se em parte lento pois foi necessário uma atenção redobrada para com os projectos o que ainda assim criou pequenos erros (não significativos).



## 4. PROJECTO

Este projecto está dividido em três experiências. Cada uma serve de base para as seguintes, sendo que a experiência 1 deu origem aos glifos que foram utilizados na 2 e na 3.

### 4.1. EXPERIÊNCIA 1

Na experiência 1 procura-se explorar uma variação de uma experiência de simetria aplicada á tipografia realizada por Paul McNeil.

Foram definidos processos para a criação de um sistema generativo. Esses processos passaram por proceder à escolha de um tipo, onde foi seleccionada a *Arial*. Esta escolha foi baseada na intenção de utilizar uma fonte sem serifa, e por questões de licença, sendo que esta é uma fonte predefinida do sistema Windows. Seguidamente, foi definido que iria apenas utilizar as 26 letras do alfabeto romano em caixa alta e caixa baixa para a experiência. Foram também criadas regras para executar as simetrias, que consistem na divisão do glifo pelo ponto central com 4 eixos. São estes: vertical, horizontal, a 45° e a -45°. Estas simetrias resultaram em 8 novos glifos para cada letra, resultando num total de 416 glifos (208 para caixa alta e 208 caixa baixa). Estas simetrias foram realizadas no programa *Adobe Illustrator*, devido à falta de conhecimentos de programação não me permitir executar estas operações através algoritmos autónomos, pelo que simulei o processo manualmente no *Adobe Illustrator*. Foram criados dois ficheiros para cada eixo de modo a realizar simetrias de ambos os lados do eixo, resultando assim, em duas variações do glifo por eixo. Esta experiência tinha como objectivo esta exploração de um sistema generativo simples de simetria, onde o processo generativo adquire um grau de autonomia na geração dos novos glifos com a utilização de simetria (este processo poderia ser feitos com recurso a um algoritmo autónomo, o qual foi simulado manualmente). Esta experiência tinha também como objectivo fornecer material, para a execução da experiência 2, que pode ser encarada como uma extensão desta experiência.

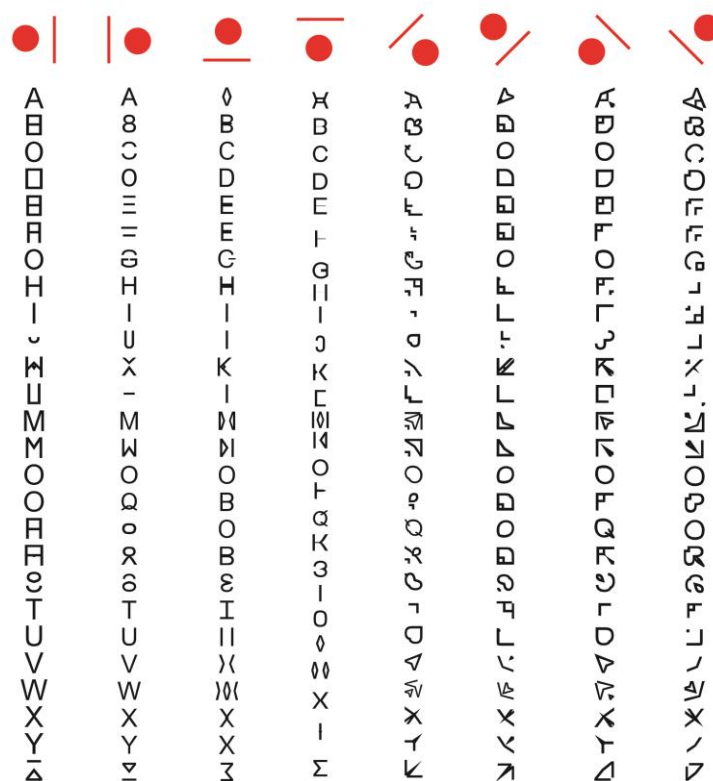


Figura 48 – Eixos de simetria

## 4.2. EXPERIÊNCIA 2

A experiência 2, tem como objectivo a criação de um tipo com base nos resultados da experiência 1. Para proceder à selecção dos glifos para cada letra foi estipulado que a regra seria gerar um número de 1 a 8 através de um gerador numérico, o número resultante seria o glifo escolhido. A ordem das simetrias é:

- 1- Vertical reflexão do lado esquerdo,
- 2- Vertical reflexão do lado direito,
- 3- Horizontal reflexão parte superior,
- 4- Horizontal reflexão parte inferior,
- 5- 45° reflexão do canto superior esquerdo,
- 6- 45° reflexão do canto inferior direito,
- 7- -45° reflexão do canto inferior esquerdo,
- 8- -45° reflexão do canto superior direito.





### 4.3. EXPERIÊNCIA 3

A experiência 3, consiste na criação de um padrão replicativo com base em processos de escolha numérica por parte de um gerador de números aleatórios. Começou-se por definir que o formato a trabalhar seria um quadrado com 2000x2000mm. A replicação do módulo é realizada segundo uma grelha quadrangular que divide o espaço de trabalho em partes iguais consoante o número de iterações, mantendo as dimensões de 2000x2000. Seguidamente, foi estipulado que para encontrar as letras a usar no projecto, seriam analisadas várias obras (3 resultado de RNG), foram seleccionadas as seguintes: “Amor é um fogo que arde sem se ver” de Luis Vaz De Camões, a segunda obra foi “*black cat*” de *Edgar Allan Poe* e por fim o primeiro capítulo de “*O Silmarillion*”, de *J. R. R. Tolkien*. Estas obras foram sujeitas a um *letter counter* que nos diz o número de letras repetidas na obra, onde revelou os resultados 345, 17096, 16138 letras respectivamente. Foi novamente utilizado um gerador numérico para escolher qual das obras iria ser tratada, tendo o resultado sido 2, número correspondente a “*black cat*” de *Edgar Allan Poe*. De seguida foi novamente gerado um número de 1 a 8 (número igual as simetrias por letra da experiência<sup>1</sup>), o resultado foi o número 1 que define que o padrão contém 1 letra da obra, o factor para escolher a letra foi o número de repetições da mesma na obra, pelo que em “*black cat*” a letra mais frequente é o (a). Note-se que o programa não nos dá a indicação de caixa alta ou caixa baixa, pelo que mais uma vez foi gerado um número de 1 a 2 (1 para caixa alta e 2 para caixa baixa), o resultado foi 2, o que resultou na letra (a) de caixa baixa para a amostra.

O passo seguinte foi criar as regras para o padrão, este é gerado pela seguinte ordem de reproduções: módulo de baixo do lado direito para a esquerda, para cima e para a direita. (fig. 52) (esta forma de reprodução continua ao longo das iterações). Posteriormente foi necessário criar regras para as cores do padrão. Primeiro para a letra, tendo sido a cor criada com base em 4 gerações com recurso a um gerador numérico com base no sistema CMYK, onde foram gerados 4 números de 0 a 100 correspondentes às cores do sistema respectivamente. Também a cor do quadrado foi criada com base em 4 gerações com igual recurso a um gerador numérico com base no sistema CMYK, onde foram gerados 4 números de 0 a 100 correspondentes às cores do sistema respectivamente. (Este processo de cor foi sujeito a uma alteração na sua segunda iteração, com o intuito de dinamizar o resultado). Na sua

segunda iteração procedeu-se a uma alteração nas regras de cor, foi novamente gerada através de resultados numéricos por parte do PRNG onde foram gerados 4 resultados. Onde de 1 a 4 era o número de cores a utilizar e seguidamente, de 1 a 4 para decidir quais as cores sendo que 1 é C, 2 é M, 3 é Y e, por fim, 4 é K. Esta segunda geração é executada o número de vezes igual ao resultado da geração para o número de cores a usar, o que resultou nos novos módulos. (fig. 53, 54, 55 e 56) foi também criado um modificador para ser empregue ao longo das iterações, estes são: gerando de 1 a 3 rodar os módulos na direcção dos ponteiros do relógio (1) ou ao contrário (2) ou não executar o modificador (3). Este modificador foi criado para aumentar a dinâmica do padrão. O modificador entrou apenas na terceira iteração não actuando este sobre o módulo do canto inferior direito a cada iteração.

Assim sendo, a primeira iteração cria a partir de um módulo, um novo módulo de 4, a segunda iteração de 8, onde é criada definido que serão criados 4 módulos diferentes com cores diferentes como referido anteriormente. A terceira de 16, é criada com base nos módulos da segunda iteração e com auxílio de PRNG, onde são novamente criados 4 módulos diferentes, todos estes com combinações diferentes. Na quarta de 32, estipulou-se que se iriam utilizar os 4 módulos resultantes da terceira iteração para a criação de 1 módulo, este sofreu alterações por parte de um modificador onde os caracteres giraram no sentido dos ponteiros do relógio, e as cores, no sentido contrário. A quinta de 64, teve uma rotação nas cores mas não nos caracteres, este processo sempre com auxílio de PRNG. Através destas regras podemos continuar a iterar e a gerar novos resultados.

Procedeu-se então a iterações preservando sempre o espaço de trabalho de 2000x2000mm o que resultou nas figuras que se seguem.



Figura 51 – Módulo inicial



Figura 52 – Primeira iteração



Figura 53 – Segunda iteração (1)

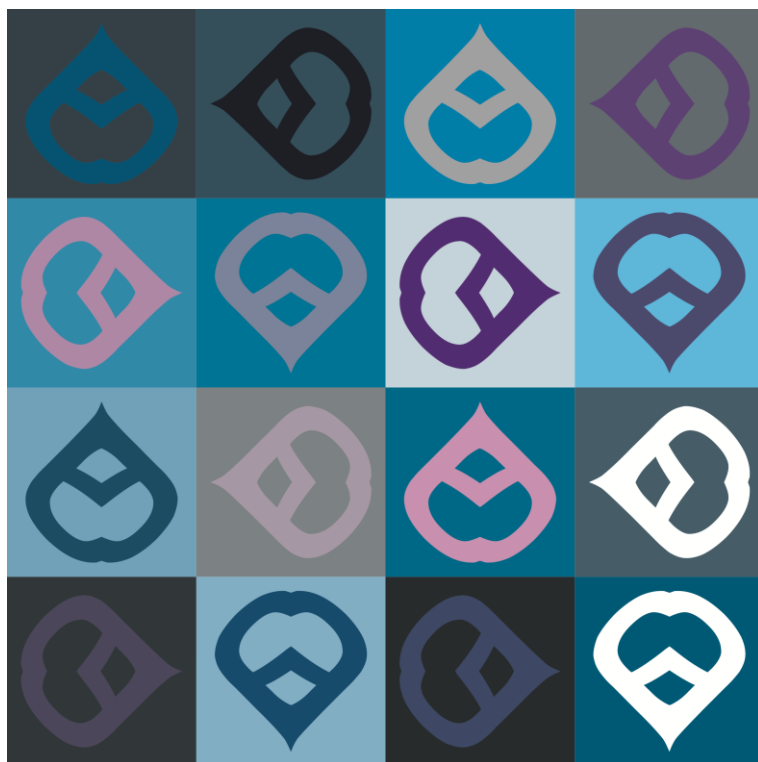


Figura 54 – Segunda iteração (2)

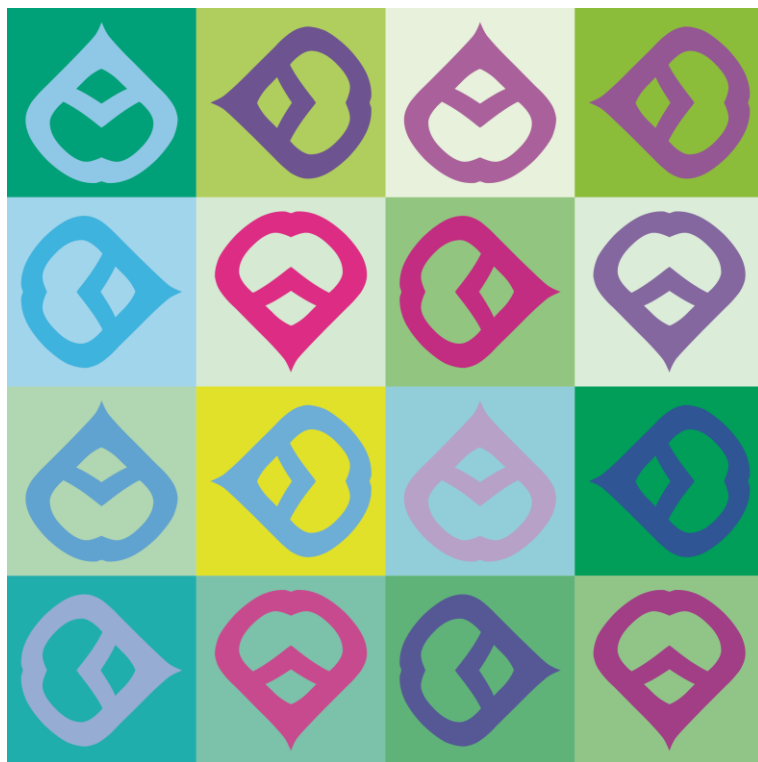


Figura 55 – Segunda iteração (3)



Figura 56 – Segunda iteração (4)



Figura 57 – Terceira iteração (1)



Figura 58 – Terceira iteração (2)



Figura 59 – Terceira iteração (3)



Figura 60 – Terceira iteração (4)



Figura 61 – Quarta iteração

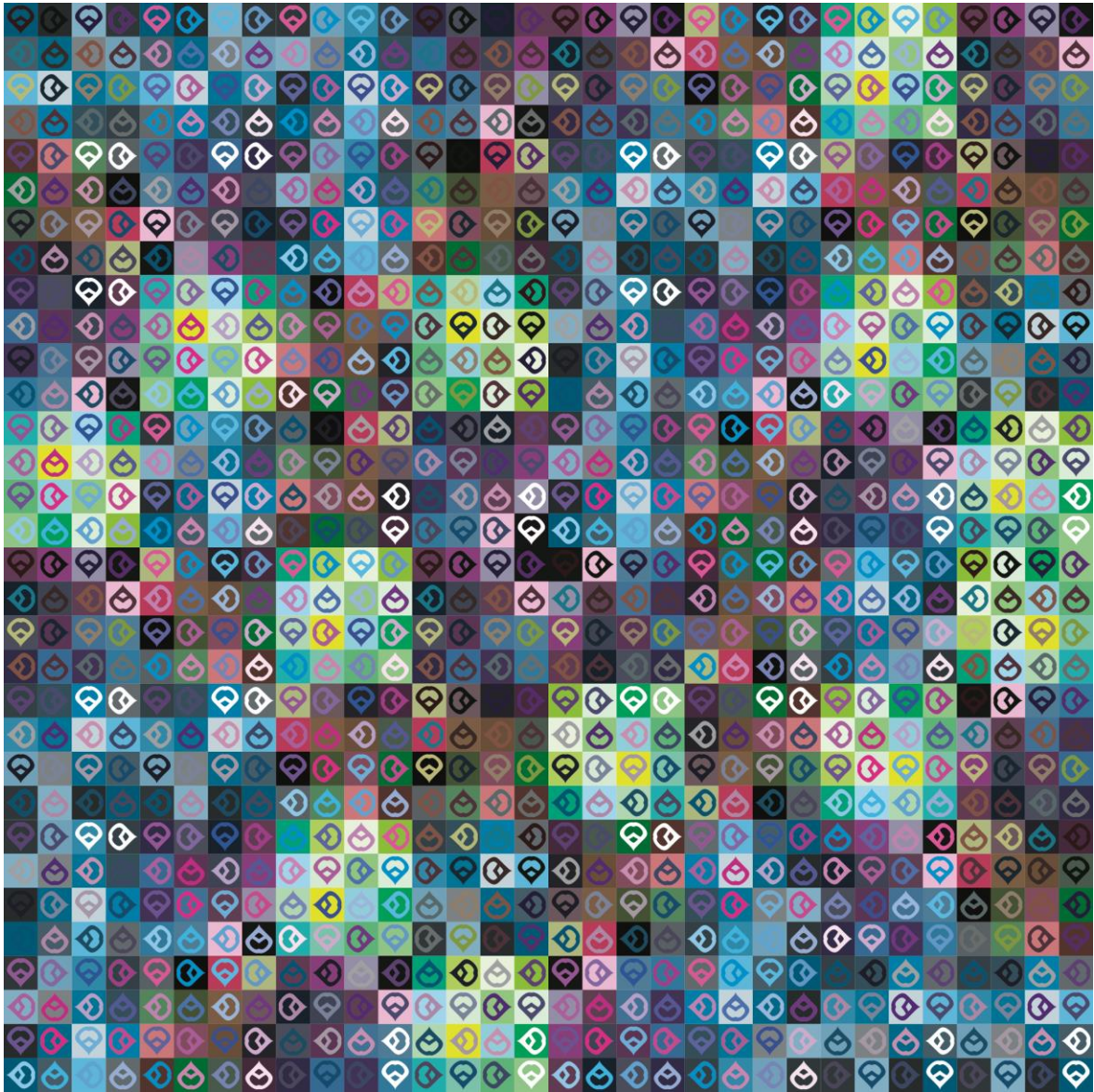


Figura 62 – Quinta iteração

## 5. CONCLUSÃO

Com este projecto foi possível adquirir e aprofundar conhecimentos sobre a temática, criar novas formas de abordar problemas criativos, onde nem sempre os métodos comuns obtêm uma boa solução. Criou um interesse sobre arte e design generativo, e uma curiosidade de até onde pode chegar. Despertou o interesse para adquirir competências na área da programação, para desenvolver projectos experimentais e ampliar o conhecimento geral sobre comunicação e cultura visual, para que possa progredir e melhorar a nível das capacidades e decisões estéticas. A relevância deste projecto relativamente à área é dar a conhecer e/ou ajudar à compreensão do tema, para que este possa de futuro vir a ser adoptado por um público maior na área do design generativo e para que este seja encarado como uma mais-valia no desenvolvimento de novas linguagens.

Foi também relevante no estudo de sistemas e na compreensão dos mesmos, onde podemos ver que estes sistemas generativos são definidos por regras e formas de actuar. Dentro das variantes de sistemas generativos todos têm em comum o facto de lhes serem atribuídas regras por parte do autor, que têm de possuir uma relativa autonomia podendo ou não ser efectuados num computador. O estudo dos mesmos ajuda-nos a perceber o que estes nos podem trazer de útil, na medida em que até o próprio sistema por si só já é importante e as dinâmicas que estes transferem para os projectos onde são adaptados. Podem revolucionar a linguagem visual e a forma de resolver problemas, ainda que a sua aplicação seja ainda complicada em algumas áreas.

## 6. Bibliografia

- (2006). *The Fundamentals of Typography*. In A. Gavin, & P. Harris. AVA Publishing SA.  
*Jean (Hans) Arp - Collage with Squares Arranged according to the Laws of Chance*.  
(2006). Retrieved 2017, from Moma:  
<https://www.moma.org/collection/works/37013?locale=en>
- A letra neo-classicista de Bodoni*. (2007). Retrieved 2017, from Tipografos.net:  
<http://tipografos.net/tipos/bodoni.html>
- Giambattista Bodoni. (2012, Outubro). 1-16.
- História da Tipografia*. (2012, Novembro 5). Retrieved 2017, from Tipografart Wordpress:  
<https://tipografart.wordpress.com/2012/11/05/historia-da-tipografia/>
- O caos organizado de Neville Brody*. (2012). Retrieved 2017, from Entrelinhadesign:  
<https://entrelinhadesign.wordpress.com/2012/02/03/o-caos-organizado-de-neville-brody/>
- ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa. (2013, Maio 13). Retrieved 2017, from CIBERDÚVIDAS DA LÍNGUA PORTUGUESA: <https://ciberduvidas.iscte-iul.pt/consultorio/perguntas/etimologia-e-significado-de-tipografia/32265>
- Hans Haacke Condensation Cube 1963-5*. (2015). Retrieved 2017, from Tate:  
<http://www.tate.org.uk/art/artworks/haacke-condensation-cube-t13214>
- Vista Filmes*. (2015). Retrieved 2017, from Tipografia:  
<http://filmesvista.wixsite.com/depois-de-ontem/tipografia>
- Guia Essencial Web Design (Vol. 1)*. (2016). On Line Editora.
- The Evolution of Typography - Chapter 1*. (2016, Junho). pp. 7-22.
- Dada*. (2017). Retrieved from Design is History:  
<http://www.designishistory.com/1850/dada/>
- Manfred Mohr: From Rhythm to Algorithm*. (2017). Retrieved 2017, from Emohr:  
<http://www.emohr.com/>
- Araújo, F. (n.d.). *Tipografia*. Retrieved 2017, from Infoescola:  
<http://www.infoescola.com/design-grafico/tipografia/>
- Araújo, F. (n.d.). *Tipografia*. Retrieved from Infoescola:  
<http://www.infoescola.com/design-grafico/tipografia/>
- Aynsley, J. (2001). *Pioneers of Modern Graphic Design*.

- Bedau, M. A., Packard, N. H., Adami, C., Green, D. G., & Ray, T. S. (2001). Open Problems in Artificial Life. *Massachusetts Institute of Technology*, 6, 363-376.
- Boden, M. A., & Edmonds, E. A. (2010). *What is generative art?* University of Sussex, University of Technology, Sydney, Centre for Cognitive Science, Creativity & Cognition Studios.
- Branco, E. (n.d.). *A história da Tipografia*. Retrieved 2017, from Ebah: <http://www.ebah.pt/content/ABAAAfZb8AA/a-historia-tipografia#>
- Bringhurst, R. (2008). *Elementos do Estilo Tipográfico*. Cosac Naify.
- Brooks, F. P., Hopkins, J., Neumann, P., & Wright, W. (1957, Setembro). An Experiment in Musical Composition. *Ire Transactions on electronic computers, Ec-6*, pp. 175-182.
- Brooks, K. (2014, Outubro 13). *ARTS & CULTURE - Generative Gatsby: Artist Turns American Classic A Jazz-Inspired Typography Experiment*. Retrieved 2017, from Huff Post: [http://www.huffingtonpost.com/2013/08/17/generative-gatsby\\_n\\_3767720.html](http://www.huffingtonpost.com/2013/08/17/generative-gatsby_n_3767720.html)
- C. Knight, J. G. (2012, Abril). *When Typography Speaks Louder Than Words*. Retrieved from Smashing Magazine: <https://www.smashingmagazine.com/2012/04/when-typography-speaks-louder-than-words/>
- C. Soddu - *Architectures*. (n.d.). Retrieved 2017, from Generative Design: <http://www.generativedesign.com/>
- Destruction of Syntax—Imagination without strings—Words-in-Freedom*. (n.d.). Retrieved 2017, from <https://www.unknown.nu/futurism/destruction.html>
- Eskilson, S. J. (2012). *Graphic Design: A History* (2<sup>a</sup> ed.).
- Falchuk, B., & Marcos, A. (2012). *Innovative Innovative Design and Creation of Visual Interfaces: Advancements and Trends*. IGI Globa.
- FF Beowolf*. (n.d.). Retrieved 2017, from Letterror: <http://letterror.com/fontcatalog/fontfont-beowolf/>
- FF Beowolf by Erik van Blokland, Just van Rossum (1992)*. (n.d.). Retrieved 2017, from Fontfont: <https://www.fontfont.com/fonts/beowolf>
- Funk, S., & Santos, A. P. (2007). A importância da tipografia na história e na comunicação. *Encuentro Latinoamericano de Diseño*.

- Funk, S., & Santos, A. P. (2008, Julho e Agosto). A importância da tipografia na história e na comunicação. *Actas de Diseño n.º 5 - III Encuentro Latinoamericano de Diseño "Diseño en Palermo" Comunicaciones Académicas*, 5, pp. 125-129.
- Galanter, P. (2004, Setembro 6). 'Generative art is as old as art'. An interview with Philip Galanter. (T. Petersen, & K. Ploug, Interviewers) articles networks.
- Galanter, P. (n.d.). *What is Generative Art? Complexity Theory as a Context for Art Theory*. New York University, New York, USA.
- Generative art*. (n.d.). Retrieved 2017, from Scribd:  
<https://pt.scribd.com/document/121065935/Generative-Art>
- Generative art*. (n.d.). Retrieved 2017, from Revoly:  
[https://www.revolvy.com/topic/Generative%20art&item\\_type=topic](https://www.revolvy.com/topic/Generative%20art&item_type=topic)
- Georg Nees*. (n.d.). Retrieved 2017, from Compart center of excellence digital art:  
<http://dada.compart-bremen.de/item/agent/15>
- Georg Nees: Computergrafik*. (n.d.). Retrieved 2017, from Compart center of excellence digital art: <http://dada.compart-bremen.de/item/exhibition/164>
- Hammerschmidt, C., & França, A. P. (n.d.). Zuzana Ličko e a tipografia digital: nos limites do modernismo.
- Horst Woldemar Janson, A. F. (2003). Filippo Tommaso Marinetti (1876-1944) From "The Foundation and Manifesto of Futurism". In *History of Art: The Western Tradition* (pp. 1-1031). Prentice Hall Professional, 2003.
- Jones, L. (1963). William Burroughs, "The Cut Up Method". *The Moderns: An Anthology of New Writing in America* .
- Junior, N. B. (2012). *Dadá Berlim: des/montagem*. Imprensa da Universidade de Coimbra / Coimbra University Press, 2012.
- Kleinpeter, J. R. (2010). Typographic Innovation and Negative Criticism: A Retrospective from Gutenberg to Carson. *Design Principles and Practices: An International Journal*, 4, 193-205.
- Kleinpeter, J. R. (2010). Typographic Innovation and Negative Criticism: A Retrospective from Gutenberg to Carson. *Design Principles and Practices: An International Journal*, 4.

- Klütsch, C. (2006, Maio 18). *The Concepts of Information and Aesthetic in Early Computer Art (1964-71)*. (I. U. Bremen, Ed.) Retrieved 2017, from Computerkunst: [http://www.computerkunst.org/Kluetsch\\_Art\\_Metaphysics\\_2006.pdf](http://www.computerkunst.org/Kluetsch_Art_Metaphysics_2006.pdf)
- Lambers, F., Müller, B., & Pfeffer, F. (2002). *Poetry on the Road 02*. Retrieved 2017, from Esono: <http://www.esono.com/boris/projects/poetry02/>
- Langnton, C. G. (1993). *Artificial Life*.
- Licko, Z. (1990). (R. VanderLans, Interviewer) *Emigre* 15 .
- Maças, C. (2013). *Comportamentos da Tipografia Generativa - Uma Proposta para um Tipo Generativo*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Ciências e Tecnologia, Design e Multimédia.
- Macedo, A. R. (2010). Da arte de representação à arte de apresentação - uma mudança acelerada pelas tecnologias de comunicação e processamento de informação em tempo real. In P. Biegging, *Arte, Novas Tecnologias e Comunicação: Fenomenologia da Contemporaneidade*. PMStadium Comunicação e Design.
- Magda, G. (2017, Abril 11). *TYPE & CODE: Uma introdução à Tipografia Generativa*. Retrieved 2017, from O tipo da fonte: <http://otipodafonte.com.br/2017/04/type-code-uma-introducao-tipografia-generativa/>
- Mandelbrot, B. B. (1977). *The Fractal Geometry of Nature*. W.H. Freeman and Company.
- McCormack, J., Dorin, A., & Innocent, T. (2004). *Generative Design: a paradigm for design*. Monash University, Centre for Electronic Media Art, Clayton 3800, Australia.
- Michel, P., Müller, B., & Pfeffer, F. (2005). *Poetry on the Road 05*. Retrieved 2017, from Esono: <http://www.esono.com/boris/projects/poetry05/>
- Middendorp, J. S. (2012). *Postmodern jam session*. Retrieved 2017, from Eyemagazine: <http://www.eyemagazine.com/feature/article/postmodern-jam-session>
- Mirabeau, A., Lima, E. C., Lima, G. C., & Medeiros, L. (2015, Setembro). FOTOCOMPOSITORA PHOTON : um exemplo de inovação tecnológica na indústria gráfica. *Anais [Oral] do 7º Congresso Internacional de Design da Informação*, 2, 961-967.
- Mitchell, M. (1999). *An Introduction to Genetic Algorithms* (5ª ed.). London, England: A Bradford Book The MIT Press.

- Morais, G. A. (2011). *A Tipografia e sua publicidade no Outdoor publicitário*. Dissertação de Mestrado, Universidade Fernando Pessoa, Porto.
- Noble, I., & Bestley, R. (2004). *Visual Research: An Introduction to Research Methodologies in Graphic Design*. AVA Publishing.
- Noble, I., & Bestley, R. (2005). *Visual Research. In An Introduction to Research Methodologies in Graphic Design*. Switzerland: Ava Publishing SA.
- Paul McNeil. (n.d.). Retrieved 2017, from TYPO - International Design Talks: <https://www.tygotalks.com/speakers/paul-mcneil/>
- Paul McNeil 2017. (n.d.). Retrieved 2017, from esad: <http://www.esad.pt/pt/news/paul-mcneil-2017>
- Poulin, R. (2011). *The Language of Graphic Design*. Rockport Publishers. Inc.
- Prusinkiewicz, P., & Lindenmayer, A. (2004). *The Algorithmic Beauty of Plants*. Przemyslaw Prusinkiewicz.
- Purvis, P. B. (n.d.). A Bauhaus e a Nova Tipografia. In P. B. Purvis, *História do Design Gráfico* (C. Knipel, Trans., pp. 402-405).
- Rainey, L., Poggi, C., & Wittman, L. (2009). *Futurism an Anthology*. Yale University Press New Haven & London.
- Riedel, J., & Ihmels, T. (n.d.). *The Methodology of Generative Art*. Retrieved 2017, from Media Art Net: <http://www.medienkunstnetz.de/themes/generative-tools/generative-art/1/>
- Sandred, Ö., Laurson, M., & Kuuskankare, M. (2009). Revisiting the Illiac Suite – a rule based approach to stochastic processes.
- Schaffors, A., Müller, B., & Pfeffer, F. (2006). *Poetry on the Road 06*. Retrieved 2017, from Esono: <http://www.esono.com/boris/projects/poetry06/>
- Shiffman, D. (2012). *The Nature of Code*. (S. Fry, Ed.) *Speech/Media\_To\_Text\_Poetry\_Translation*. (n.d.). Retrieved 2017, from <http://www.heliozoa.com/speech/spechtext.html>
- Tisdal, C., Higgitt, J., & Flint, R. (1973). The Founding and Manifesto of. *New York: Viking Press*, 19-24.
- Tschichold, J. (1995). *JAN TSCHICHOLD THE NEW TYPOGRAPHY - The first english translation of the revolutionary 1928 document*. (R. Mclean, Trans.) University of California Press.

Veríssimo, T. (2009). *Tipografia Expressiva*. Tese de mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Design e Multimedia, Coimbra.

Youtube. (2011, Janeiro 11). Benoit Mandelbrot - Hunting the Hidden Dimension Nova (2008).

Youtube. (2015, Agosto 11). 8.5: L-Systems - The Nature of Code.

Youtube. (2016, Outubro 31). Chaos Theory PBS.