

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE BELAS-ARTES



**SIMULAÇÃO E REVERSÃO PROCEDIMENTAL**  
**APLICADA ÀS DINÂMICAS DO JOGO**  
UMA EXPLORAÇÃO DE SISTEMAS BASEADOS  
EM REGRAS ATRAVÉS DA INTERACÇÃO

SUSANA SANCHES PATO

MESTRADO EM DESIGN DE COMUNICAÇÃO E NOVOS MEDIA

2014



UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE BELAS-ARTES



**SIMULAÇÃO E REVERSÃO PROCEDIMENTAL**  
**APLICADA ÀS DINÂMICAS DO JOGO**  
UMA EXPLORAÇÃO DE SISTEMAS BASEADOS  
EM REGRAS ATRAVÉS DA INTERACÇÃO

SUSANA SANCHES PATO

DISSERTAÇÃO ORIENTADA PELA PROFESSORA DOUTORA LUÍSA RIBAS  
CO-ORIENTADA PELO PROFESSOR MIGUEL CARDOSO

MESTRADO EM DESIGN DE COMUNICAÇÃO E NOVOS MEDIA

2014



## **AGRADECIMENTOS**

A Luísa Ribas e Miguel Cardoso, por acreditarem na minha proposta desde o início. Sem a seu conhecimento e orientação este trabalho não teria sido possível. Obrigada pela dedicação, generosidade e compreensão constantes.

Catarina Lee, pela amizade e companheirismo.

Todos os familiares, amigos, colegas e professores que contribuíram para o cumprimento deste trabalho. Nomeadamente ao professor Emílio Vilar e aos alunos do 1º ano do Mestrado em Design de Comunicação e Novos Media 2013/2014 que participaram na experiência prática do projecto.

Aos meus pais e ao meu irmão pela força e incentivo.



## RESUMO

Esta investigação aborda a utilização de regras enquanto elemento estruturador dos sistemas procedimentais e visa a promoção de uma experiência interactiva lúdica enquanto estratégia para a exploração criativa desses sistemas. O trabalho contempla a aplicação e transposição de princípios computacionais para o espaço físico através da execução humana enquanto reversão de uma simulação procedimental. Este estudo inspira-se em práticas contemporâneas que procuram reinterpretar princípios explorados pelas vanguardas dos anos 60 que utilizavam o corpo como *medium* para a criação artística. Invoca as obras *Game of Life* (Conway, 1970) e *Reverse-Simulation Music* (Miwa, 2002) enquanto estudos de caso: dois pólos opostos que ilustram tanto a execução pela máquina como pelo ser humano através da simulação procedimental e da sua reversão. O projecto baseia-se numa exploração teórico-prática de estratégias análogas a ambos os exemplos, tendo como objectivo proporcionar um entendimento do código de *software* enquanto matéria criativa dentro e fora do computador. Trata-se de uma abordagem que não só estabelece analogias entre sistemas artificiais e humanos como procura evidenciar as nuances da actuação (*performance*) humana e o seu papel na realização e expressão da obra interactiva.

**Palavras-chave:** *procedimentalidade, simulação, simulação-revertida, interactividade, experiência*





## ABSTRACT

This research approaches the use of rules as a structuring element of procedural systems and aims to promote a playful interactive experience as a strategy for the creative exploration of those systems. This work contemplates the application and transposition of computational principles to physical space through human execution, as the reversal of a procedural simulation. This study is inspired by contemporary practices that seek to reinterpret principles explored by vanguards of the 1960s, which used the human body as a medium for creation. It invokes the works *Game of Life* (Conway, 1970) and *Reverse-Simulation Music* (Miwa, 2002) as case studies: two opposite poles that illustrate both human and machine execution through procedural simulation and its reversal. The project is based on a theoretical and practical exploration of strategies analogous to both examples, aiming to provide an understanding of software code as a creative field inside and outside the computer. This approach not only seeks to draw analogies between human and artificial systems, but also aims at highlighting the nuances of human performance and its role in the enactment and expression of interactive works.

**Key-words:** *procedurality, simulation, reverse-simulation, interactivity, experience*



## ÍNDICE

Introdução	15
1. Contextualização	19
1.1 Procedimentalidade	19
1.2. Código	24
1.3. Sistemas variáveis	28
1.4. Jogos enquanto sistemas	35
2. Estudos de Caso	43
2.1. Apresentação	44
2.1.1. <i>Game of Life</i>	44
2.1.2. <i>Reverse-Simulation Music</i>	47
2.2. Análise	54
2.2.1. Código	54
2.2.2. Processos dinâmicos observáveis	55
2.2.3. Reinterpretações do <i>GoL</i>	59
2.3. Conclusões e princípios a utilizar	76
3. Projecto Prático	85
3.1 Meta-código	85
3.2. Implementação	87
3.2.1. Modo rato	88
3.2.2. Modo câmara	89

3.3. Testagem	91
3.3.1. Espaço	91
3.3.2. Resultados estéticos	93
3.3.3. Experiência interactiva	94
3.4. Resultados	99
3.4.1. Discussão dos resultados	102
Conclusão	105
Referências	109
Obras citadas	113
Anexos	115

## INDÍCE DE IMAGENS

<b>Fig. 1:</b> <i>John Conway's Game of Life</i> (Martin, 1996-2004)	44
<b>Fig. 2:</b> <i>Matarisama</i> (Miwa, 2002); <i>All Koans of Matarisama</i> (The Method Machine, 2005)	47
<b>Fig. 3:</b> <i>Seeds</i> (Silverman [s.d.]); <i>Day &amp; Night</i> (Thompson, 1997)	60
<b>Fig. 4:</b> <i>Life Dress</i> (Fuller, 2009)	62
<b>Fig. 5:</b> <i>Red Life</i> (Villareal, 1999)	62
<b>Fig. 6:</b> <i>Diamond Sea</i> (Villareal, 2007)	63
<b>Fig. 7:</b> <i>Sound Machines 2.0</i> (Festo, 2008)	64
<b>Fig. 8:</b> <i>Game of Space</i> (Konishi e Sugita, 2011)	65
<b>Fig. 9:</b> <i>Rule 30</i> (Myskja, 2008)	66
<b>Fig. 10:</b> <i>Cellular Automata Tea Cozies</i> (Cox, 2008)	67
<b>Fig. 11:</b> <i>Game of Life</i> (Bender e Lewenstein, 2012)	68
<b>Fig. 12:</b> <i>Déboulerait</i> (He, 2010)	69
<b>Fig. 13:</b> <i>[Radical] Signs of Life</i> (Donnarumma, 2013)	69
<b>Fig. 14:</b> <i>Evil/ Live 02</i> (Vorn, 2002)	71
<b>Fig. 15:</b> <i>Game of Life</i> (Nuñez, 2008),	72
<b>Fig. 16:</b> <i>Floor Life</i> (Torre, 2008)	72
<b>Fig. 17:</b> <i>LifeGenesis</i> (Microsoft, 1990)	74
<b>Fig. 18:</b> <i>Life as War</i> (Hooijmeijer, 2008); <i>Game of Life Versus</i> (Swanson, 2013)	75
<b>Fig. 19:</b> <i>Lumibots</i> (Kronemann, 2009-2011)	78
<b>Fig. 20:</b> <i>Remote Berlin</i> (Kaegi, 2013)	80
<b>Fig. 21:</b> <i>Pong Experiment</i> (Carpenter, 1991)	81

<b>Fig. 22:</b> <i>UP: The Umbrella Project</i> (MIT CSAIL e Pilobus, 2013)	83
<b>Fig. 23:</b> <i>Frames da aplicação computacional do meta-código</i>	88
<b>Fig. 24:</b> <i>Imagens da implementação do protótipo</i>	91
<b>Fig. 25:</b> <i>Layout inicial</i>	92
<b>Fig. 26:</b> <i>Testes de outras soluções de layout</i>	93
<b>Fig. 27:</b> <i>Layout final</i>	93
<b>Fig. 28:</b> <i>Gráfico das respostas dadas aos questionários</i>	100

## INTRODUÇÃO

Ao longo da década de 60 a massificação e consequente disseminação dos *media* electrónicos suscitou o interesse dos artistas que começaram a trabalhar “com (ou contra)” os mesmos. As suas perspectivas polarizaram-se: se por um lado havia quem se focasse na “imaterialidade e (...) desaparecimento do corpo físico” por detrás dos *media*, por outro havia quem explorasse a sua “presença corpórea e materialidade” (Frieling, 2003).

A utilização do corpo como *medium* para criação artística reflecte-se em práticas contemporâneas que invocam os ideais da arte feita com base em processos. Estes recuperam a natureza dos *happenings* e *performances*, descendentes da *action painting*, nomeadamente na forma como Jackson Pollock enfatizava “o carácter processual (*process-based*) da pintura” através da ritualização do gesto (Frieling, 2003). Para além da execução humana, preocupavam-se em colocar o público, a obra e o artista a interagir entre si criando uma estética *intermedia* que pretendia fundir práticas artísticas e potenciar a interpretação e participação livre por parte da audiência (Arns, 2004a).

Desde então, conceitos como *interacção*, *participação* e *comunicação* foram fundamentais para a arte da segunda metade do século XX, precisamente por implicarem uma transição “do trabalho artístico fechado para o trabalho ‘aberto’, do objecto estático para o processo dinâmico, da recepção contemplativa para a participação activa” (Arns, 2004a). Estas novas formas de interacção vieram

dar continuidade à noção de “obra aberta” de Eco (1989), frequentemente resultando em sistemas evolutivos, capazes de aprender e agir por si próprios (Arns, 2004a), como o *Game of Life* (Conway, 1970). Esta peça ilustra como, através de regras simples, é possível o artista “ceder um certo grau de controlo” a um sistema, atribuindo-lhe a capacidade de gerar padrões e comportamentos complexos (Galanter, 2006). Esta ideia é transposta para fora do contexto computacional, reflectindo-se em metodologias como a *Reverse-Simulation Music* (Miwa 2002), que explora a forma como um sistema humano “reproduz os fenómenos naturais do mundo com base em leis que foram investigadas e formalizadas computacionalmente” (Miwa, 2007).

A possibilidade da execução do mesmo código de instruções, tanto pela máquina como pelo humano, é a ideia motriz deste trabalho. Para tal, propomos uma reflexão sobre aquilo que é o *software* e sobre a forma como instruções algorítmicas executáveis por um computador podem, em teoria, ser igualmente executadas por humanos.

## **PROPÓSITO DA INVESTIGAÇÃO**

Esta investigação propõe uma exploração das regras enquanto elementos estruturadores de sistemas através da simulação e reversão procedimental. Foca-se no potencial generativo e adaptativo dos sistemas baseados em regras e na forma como essas regras “exponenciam resultados” e conduzem à auto-organização (Galanter, 2003); abordagem esta que enfatiza o potencial criativo das regras. Este estudo assume um particular interesse na promoção de uma experiência interactiva lúdica e na forma como esta pode potenciar o envolvimento da audiência com a obra, contribuindo para a sua realização. A esta ideia associamos a noção de experiência colectiva e de interacção livre, enquanto elementos passíveis de suscitar determinados prazeres associados à jogabilidade de um sistema.



## CONSTRUÇÃO DA PESQUISA

Este trabalho assume uma natureza teórico-prática e divide-se em três grandes abordagens: contextualização teórica; estudos de caso das obras seleccionadas; e componente prática.

A contextualização incide sobre conceitos e temáticas inspirados nas práticas performativas vanguardistas dos anos 60, transpostos para o âmbito da computação e dos *game studies*. Estas referências motivam a exploração de processos e de eventos baseados em notações ou instruções para a acção. Neste sentido, levamos a ideia de obra artística como resultado da interpretação e execução de uma notação ao encontro de uma concepção de *software* enquanto meio em que confluem a notação e execução de processos “num único meio de código de instrução” (Berry, 2011:37; Cramer, 2002).

A recolha dos dados será feita recorrendo a bibliografia e obras de referência no âmbito das áreas de estudo indicadas, com o intuito de discutir os termos e conceitos essenciais a este trabalho, bem como os possíveis modelos de análise dos estudos de caso. A análise dos dois estudos de caso lança as bases para a concepção da componente prática, a partir de princípios derivados dos mesmos.

## OBJECTIVOS

Com este estudo procura-se proporcionar um entendimento do código de *software* enquanto matéria criativa dentro e fora do computador. Pretende-se, através de uma experiência prática, sensibilizar a audiência para a forma como as respostas à sua interacção podem ser condicionadoras dos comportamentos que decidem adoptar. Para além de estabelecer analogias entre sistemas artificiais e humanos, procura-se igualmente evidenciar as qualidades únicas da *performance*/actuação humana face à da máquina.

## ESTRUTURA DO TRABALHO

O primeiro capítulo apresenta os termos e conceitos essenciais a esta investigação. Aborda-se a noção de procedimentalidade, enquanto capacidade definidora dos meios computacionais — a capacidade de executar uma série de regras automaticamente (Murray, 1997) — e enquanto conceito transponível à execução humana. Discutem-se conceitos de código de *software*, os sistemas computacionalmente variáveis e abordam-se os jogos enquanto sistemas. Esta secção proporciona um entendimento de sistemas artificiais a par com sistemas reais. Abordam-se ainda os diferentes tipos de interacção e experiências estéticas associadas.

O segundo capítulo é dedicado a dois estudos de caso delimitadores desta investigação, segundo uma análise ao nível dos seus diferentes tipos de código e processos dinâmicos. Seguidamente, descrevem-se diversas reinterpretações artísticas do *Game of Life*, a partir das quais se extraem princípios e estratégias para o desenvolvimento do projecto, procurando ilustrar a ideia de simulação e sua reversão.

Finalmente, o terceiro capítulo consiste na descrição do projecto e do seu desenvolvimento, desde a sua concepção à implementação e testagem. Apresentam-se os critérios assumidos e o objectivo de conjugar a execução computacional e a execução humana a partir de um mesmo código de instrução algorítmica. Procura-se assim, evidenciar a *qualidade tradutória* ou *tradutabilidade*<sup>1</sup> do código de instrução (Berry, 2008); a forma como este pode assumir diferentes materialidades.

---

<sup>1</sup> A 'tradutabilidade' à qual também nos podemos referir enquanto 'qualidade tradutória' do código, refere-se à "*translational quality*" referida por Berry (2008). São assumidos estes termos ao longo do trabalho devido à inexistência de uma tradução exacta para português.

## **I. CONTEXTUALIZAÇÃO**

### **I.1 PROCEDIMENTALIDADE**

#### **PROCEDIMENTOS E ALGORITMOS**

Em 1937 o matemático Alan Turing publica *On Computable Numbers*, uma investigação sobre os limites da computabilidade em que apresenta um modelo abstracto de uma máquina computacional: a máquina de Turing. Um modelo que permitia averiguar que problemas podiam ser logicamente formalizados e consequentemente resolvidos por uma máquina, possibilitando a simulação de actividades de qualquer outra máquina de cálculo através de algoritmos, isto é, procedimentos tratáveis (Bogost, 2008:122). A descoberta da ‘computação universal’ veio servir de teoria base para o desenvolvimento dos computadores como os conhecemos hoje em dia. Até à data ‘computador’ era o termo utilizado para denominar as pessoas que calculavam respostas para questões matemáticas. Não era esperado que estas pessoas desenvolvessem métodos criativos para a resolução das mesmas, mas que “seguissem um conjunto conhecido e específico de instruções, que juntas, formassem um procedimento eficaz de responder a um determinado tipo de questão. Chamamos a esses conjuntos de instruções algoritmos” (Wardrip-Fruin, 2006:21-22).

Um procedimento ou método é uma mera formalização de um processo abstracto; uma sequência de intenções, estratégias e técnicas que compõem qualquer actividade que tenha um objectivo concreto. Os algoritmos são procedimentos que resultam da descrição de processos em instruções formais. São abstracções independentes de qualquer linguagem de programação e, consequentemente, das máquinas que as executam. Têm um papel particularmente importante nas ciências computacionais devido à forma como incorporam a lógica por detrás da *Máquina Universal de Turing* (Goffey, 2008). Esta, à semelhança do computador, difere de todas as outras máquinas capazes de mecanizar operações matemáticas na medida em que é configurável.

### **CAPACIDADE DEFINIDORA DO COMPUTADOR**

A *procedimentalidade* é indicada por Janet Murray (1997) enquanto a “capacidade definidora [do computador] para executar uma série de regras”. Considera esta uma das quatro propriedades essenciais dos artefactos digitais, a par com a *participação* (capacidade que o utilizador tem em interagir com a narrativa do artefacto); a *espacialidade* (capacidade de navegação e movimentação que o utilizador tem dentro dos espaços digitais); e o *alcance enciclopédico* (capacidade de armazenamento, recuperação e processamento de informação). A procedimentalidade destaca-se por ser a qualidade que distingue o computador dos outros *media*. O termo surge da função do processador, isto é, “o chip que executa instruções”, ou por outras palavras, “o ‘cérebro’ ou ‘coração’ do computador” (Bogost, 2008:122). Da mesma forma que o cérebro condiciona os comportamentos humanos com base em regras impostas pela genética ou pela aprendizagem, o processador condiciona os do computador com base em regras estabilizadas num código de instruções. Apesar de inicialmente concebido para realizar cálculos precisos, o computador pode também ser pensado para incorporar comportamentos complexos. Murray refere que, para tal, este deve ser pensado em termos de algoritmos, ou seja, “das regras gerais ou exactas de comportamentos que descrevem qualquer processo” (Murray, 1997:72).

## GERAÇÃO DE COMPORTAMENTOS ESTRUTURADOS

Quando uma instrução procedimental é executada, a representação que daí resulta é gerada pela imposição das regras em si e não pelo autor das mesmas. Ian Bogost (2008:122) explica que essa representação é resultado da interação estabelecida entre os algoritmos e não das instruções que cada um deles apresenta individualmente. Aborda a importância dos modelos procedimentais na representação de processos nos videogames, devido à forma como permitem gerar comportamentos estruturados. Segundo o autor, as regras são aquilo que estrutura o sistema e permite a criação de representações de espaços possíveis reais ou imaginários. Seguindo a abordagem de Murray — que considera as possibilidades narrativas nos ambientes digitais também ao nível da experiência do utilizador com o sistema — explica que estes são “espaços de possibilidades, que podem ser explorados através do *play*” (2008:122). O termo *play*<sup>2</sup> surge no contexto dos jogos directamente associado à *interacção* (capacidade que o utilizador tem em agir sobre o sistema alterando, ou não, a sua narrativa) que emerge de duas das propriedades essenciais do computador, nomeadamente a *procedimentalidade* e a *participação* (Murray, 1997).

## SISTEMAS PROCEDIMENTAIS GENERATIVOS E NÃO-GENERATIVOS

A procedimentalidade é característica dos sistemas baseados em regras. As regras definem procedimentos que podem ser considerados como instruções para acções. Permitem-nos estabelecer analogias entre sistemas procedimentais artificiais, como um computador, e sistemas procedimentais orgânicos, como o corpo humano. Ambos podem ser movidos e condicionados por regras, demonstrando como a procedimentalidade não é exclusiva da computação.

Phillip Galanter (2006) aborda o potencial criativo presente nos sistemas procedimentais, diferenciando aqueles que são generativos dos que não são. Para exemplificar esta distinção recorre a duas práticas artísticas: a *arte baseada em regras* (*rules-based art*) e a *arte generativa*. Nas práticas artísticas assentes em

---

2 É assumido o termo em inglês pois não é possível fazer uma tradução literal para português.

regras a autoria do artista recai sobre a criação das mesmas. Isto conduz a que o resultado final do trabalho artístico passe para segundo plano, na medida em que se torna uma mera consequência das regras impostas. Enquanto generativos, consideramos os sistemas que detêm a qualidade ou capacidade para gerar algo a partir de uma determinada actividade ou de qualquer coisa que é posta em prática. Galanter (2006) associa a capacidade generativa de um sistema ao seu grau de autonomia, isto é, ao grau de controlo criativo que lhe é cedido pelo artista. Distingue-os dos sistemas que não são generativos, ou seja, que “não possuem a especificidade e autonomia para criar resultados ‘por si próprios’”. Assim, define a arte generativa da seguinte forma:

*A arte generativa refere-se a qualquer prática artística onde o artista usa um sistema, como um conjunto de regras de linguagem natural, um programa de computador, uma máquina, ou outra invenção procedimental, que é posto em acção com algum grau de autonomia contribuindo para ou resultando num trabalho artístico completo (Galanter, 2006)<sup>3</sup>.*

A autonomia está associada à negação de intencionalidade por parte do artista, que segundo Inke Arns (2004b) é “a característica mais importante” apontada nas definições de arte generativa. Completa esta ideia referindo que os processos generativos definidos pelas regras do sistema, correm independentemente da intervenção directa uma vez que são “auto-organizados”, isto é, são “automatizados a um certo grau pelo uso de uma máquina ou computador ou pelo uso de instruções matemáticas ou pragmáticas” (Arns, 2005:2). A imprevisibilidade implica que os resultados não sejam propriamente fruto da “agência individual ou autoria” do artista, mas das características do sistema (2005:2). Neste sentido, os sistemas generativos diferem dos outros, na medida em que têm a capacidade não só de produzir algo, mas de que esse algo implique novidade.

A definição de Galanter (2006) pretende também ter em conta que a generatividade abrange tanto processos físicos e naturais como computacionais. Uma

---

<sup>3</sup> “Generative art refers to any 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” (Galanter 2003).

vez que precede os computadores, pode ocorrer de acordo com vários tipos de sistemas. Dentro do contexto deste trabalho, o termo *invenção procedimental* torna-se útil, permitindo considerar sistemas que assentam em procedimentos. Tomemos como exemplo as instruções dos desenhos de Sol Lewitt que permitem o controlo parcial dos resultados da experiência, ao mesmo tempo que esse pequeno conjunto de elementos permite a criação de novas combinações<sup>4</sup>. Outro exemplo é evidenciado nos eventos musicais de John Cage cujas obras consistiam em sistemas de regras indeterministas<sup>5</sup>. Embora representem processos diferentes, ambos os exemplos demonstram ter potencial generativo a um nível não-computacional. No entanto, os mesmos processos podem ser formalizados e executados computacionalmente.

---

4 A exposição *A Wall Drawing Retrospective* (2008) realizada no MASS MoCA faz uma retrospectiva do trabalho de Sol Lewitt, apresentando uma série de desenhos procedimentais do artista (ver: <<http://GoL.massmoca.org/lewitt/grid.php>> e <<http://GoL.youtube.com/watch?v=c4cgB4vJ2XY>>).

5 *Reunion* (1968) é uma *performance* realizada por John Cage e Marcell Duchamp (entre outros), que ilustra o indeterminismo presente nas suas peças. Consiste num jogo de xadrez a partir do qual é determinado o ambiente acústico do evento, através do mapeamento sonoro dos movimentos das peças sobre o tabuleiro de jogo (Cross, 1999). Outro exemplo associado à forma como Cage utilizava o indeterminismo é *Music of Changes* (1951), uma obra cujas decisões composicionais foram delegadas ao hexagrama *I-Ching*, a partir do qual o compositor constrói processos controlados que implicam a ocorrência de acaso (ver <[http://johncage.org/pp/John-Cage-Work-Detail.cfm?work\\_ID=134](http://johncage.org/pp/John-Cage-Work-Detail.cfm?work_ID=134)> e <[http://www.youtube.com/watch?v=B\\_8-B2rNw7s](http://www.youtube.com/watch?v=B_8-B2rNw7s)>).

## 1.2. CÓDIGO

### CÓDIGO ALGORÍTMICO E NÃO-ALGORÍTMICO

A noção de procedimento assume-se como conjuntos de instruções executáveis que surgem estabilizados numa linguagem, seja natural ou computacional. Ao nível da computação, esses conjuntos de regras ou algoritmos surgem representados em forma de código. Florian Cramer (2003) aborda o potencial generativo do código de *software* fazendo uma distinção entre código *algorítmico* e *não-algorítmico*.

O autor explica que, quando uma peça de arte digital não encerra um programa em si mesma — isto é, não consiste num sistema procedimental ou algorítmico —, esta apenas existe sobre o seu formato original pré-programado (2003:1-2). Por outras palavras, não apresenta qualquer tipo de potencial generativo que permita a computação e nesse caso, dizemos que assenta num “código digital não-algorítmico” (2002). Assim sendo, a *software art* aborda os conceitos culturais do *software* através da utilização daquilo a que Cramer (2002) chama “código de instruções formais” ou “código de instruções algorítmicas”. Estas “instruções formais executáveis” permitem a ocorrência de processos segundo os quais a informação é processada. Consideram o computador não só enquanto um *medium* de armazenamento e transmissão de informação, mas também de computação. É precisamente essa capacidade de gerar que distingue o *código computacional* do *código digital não-algorítmico*.

### SOFTWARE ART

Cramer (2003:2) afirma que todas as formas de arte digital podem ser, na verdade, *software art*. Para tal, devem assumir o *software* enquanto parte da sua própria estética e não apenas enquanto meio de reprodução. Arns (2004) complementa, que uma vez que a *software art* é uma prática artística que permite a reflexão, “não considera o *software* enquanto um auxílio pragmático que desaparece por detrás do produto por si criado, mas foca-se no código que contém



— mesmo que o código nem sempre seja explicitamente revelado ou enfatizado”. Neste sentido a *software art* não trata o *software* enquanto uma mera ferramenta ou enquanto um meio para um fim, mas enquanto material artístico. Segundo a autora, esta prática não tem que ser, necessariamente, baseada no código fonte (*source code*), podendo abranger outros níveis de *software*.

### **CÓDIGO ENQUANTO NOTAÇÃO CONCEPTUAL**

A perspectiva de Cramer (2002) compara a *software art* com a arte conceptual. Refere que ambas as práticas se assemelham na utilização da linguagem, bem como na forma como fundem a notação conceptual e sua execução num único código de instrução. Para ilustrar esta ideia dá como exemplo *Composition 1960 #10, Draw a Straight Line and Follow it* (La Monte Young, 1960); um exemplo de arte conceptual que é simultaneamente *software art* não-computacional. A peça pertence a um conjunto de várias composições e consiste num papel que contém uma única instrução dada pelo artista: “Desenha uma linha recta e segue-a”. É considerada pelo autor enquanto uma peça *software art*, na medida em que a instrução é suficientemente precisa para ser executada por uma máquina, e enquanto arte conceptual, por ser impossível de executar ao nível físico na sua totalidade. Resulta numa peça mental que apenas existe enquanto conceito. Uma vez que a arte conceptual defende a ‘ideia’ da obra acima do seu resultado final, esta muitas vezes não chega a ser materializada, resultando num processo interpretativo que ocorre na mente do espectador. Nesse sentido, o código de *software* pode ser entendido enquanto uma notação conceptual; a construção (*poiesis*) por detrás da percepção (*aisthesis*) (Cramer, 2002).

### **SOFTWARE SEM HARDWARE**

Uma vez que representa “um conjunto de instruções formais, ou algoritmos; uma partitura lógica inscrita num código”, o *software* pode facilmente existir fora do contexto computacional. O seu conceito não está de forma alguma limitado às instruções formais para computadores. Estas “apenas têm de cumprir o requisito de serem executáveis por um ser humano, bem como por uma máquina”. Isto significa que, se as instruções escritas em linguagem natural forem

suficientemente precisas para serem executáveis por uma máquina, então, é possível formalizá-las num código computacional e vice-versa. Isto porque, “se qualquer algoritmo pode ser executado mentalmente como era comum antes dos computadores serem inventados, então é claro que o *software* pode existir e funcionar sem *hardware*” (Cramer, 2002).

## DADOS E ALGORITMOS

Enquanto guião ou notação conceptual, o código pode ser formalizado e executado de diferentes maneiras. O motivo pelo qual o termo ‘computador’ foi adaptado para a conotação que lhe atribuímos actualmente está relacionado com o facto de que, de uma forma muito abstracta, aquela que é característica definidora do computador continua a ser a execução de algoritmos inscritos num código que descreve um procedimento. Os algoritmos são considerados a par com aquilo a que David M. Berry (2008) chama de “estruturas de dados digitais”; uma “forma estática de representação de dados”, que permite formalizar informação não-estruturada para que esta seja compreendida dentro do contexto do computador. Lev Manovich (2002) explica que computacionalmente, da mesma forma que qualquer processo é reduzido a um algoritmo, qualquer ‘objecto’ é modelado enquanto uma estrutura de dados.

## CODIFICAÇÃO BINÁRIA

Sequências de estruturas de dados digitais formam *digital streams*; cursos de dados digitais que resultam em fluxos unidimensionais de 0s e 1s. A este processo é dado o nome de *codificação binária*. Berry explica que dentro dos ficheiros binários existem ‘marcadores’ que identificam o tipo de ficheiro de que se trata (i.e. .jpg, .docx, etc.). Estes marcadores representam um determinado tipo de codificação que permite ao computador trazer os dados de volta à sua forma original. Os cursos de 0s e 1s permanecem estáticos no disco rígido até que o computador os releia. Essa leitura é feita de acordo com as ‘instruções’ referentes à estrutura do ficheiro em questão, de forma a que o mesmo seja reconstruído dentro da memória do computador. Esta flexibilidade resulta da

*tradutabilidade* da representação digital, que permite ao código assumir diferentes materialidades (Berry, 2008).

## DUPLA EXISTÊNCIA DO CÓDIGO

Ao *código executável* pelo computador, Berry (2008) dá o nome de *código prescritivo*, uma vez que é escrito previamente pelo programador e apenas posteriormente traduzido para a máquina. Considerando que a linguagem binária proporciona uma leitura extremamente complicada para os humanos, os programadores fazem uso de um outro tipo de código enquanto ponte entre a linguagem binária e a linguagem natural: o *código delegado*. Trata-se do guião de instruções que o programador delega ao computador. É um estado estático do código ao qual também nos podemos referir enquanto *source code* (código fonte); a forma textual de código de programação que é editável. Berry explica que este representa um tipo de código que não impõe um pensamento puramente mecânico, permitindo uma abordagem mais conceptual. Surge muitas vezes auxiliado por um *código comentado*, relativo aos comentários e notas do programador para assistir ao próprio e a outros.

Para o autor, a distinção entre as várias manifestações possíveis do código é importante a fim de demonstrar a potencial tradutabilidade do *código articulatório* em *código atómico* e vice-versa. Enquanto *articulatório*, considera o mesmo tipo de código ao qual Cramer (2002) se refere enquanto “código de instruções algorítmicas”, na medida em que implica computação. O *código atómico*, por outro lado, corresponde ao código não-algorítmico que está limitado ao armazenamento, representação e transmissão de dados digitais que apresentem uma “forma atómica estática” (Berry, 2008). A esta dualidade entre código legível pelo humano e código legível pela máquina é dado o nome de “dupla existência do código” (2008).

### 1.3. SISTEMAS VARIÁVEIS

#### A COMPUTAÇÃO AO NÍVEL DOS SISTEMAS VARIÁVEIS E NÃO-VARIÁVEIS

Noah Wardrip-Fruin (2006:7-11) aborda o papel da computação ao nível dos artefactos digitais, propondo uma distinção entre *media* fixos e *media* digitais. Para este efeito, define cinco elementos segundo os quais os *media* podem ser analisados: (1) *autor*, a entidade que cria e selecciona os dados e processos do sistema; (2) *dados*, todos os elementos e ficheiros não-processuais que constituem o sistema; (3) *processos*, as operações dinâmicas que ocorrem dentro do sistema, inclusivamente aquelas que envolvem interactividade; (4) *superfície*, o chamado *output* e *interface*, isto é, o exterior do sistema que a audiência experiencia; e (5) *interacção*, as mudanças que ocorrem no trabalho, ou alterações ao seu estado, mediante *input* de dados ou processos externos a este<sup>6</sup>.

É possível dividir estes elementos em dois grupos distintos: um correspondente aos elementos internos do sistema (autor, dados e processos) e o outro correspondente aos elementos externos (superfície e interacção). Aos artefactos cuja computação apenas ocorre ao nível dos elementos internos, o autor denomina de *digitally-authored*. Isto significa que apenas são digitais ao nível da sua autoria pois apenas requerem computação antes da experiência da audiência. Por outras palavras, são *media* computacionalmente fixos. Se, por outro lado, requerem computação durante o seu tempo de exposição para “serem eles próprios” — e não apenas o seu armazenamento e transmissão de informação — dizemos que são *media* digitais. São *media* cujos processos são definidos de maneira a que o comportamento do sistema varie (aleatoriamente ou de outra forma). Por outras palavras são *computacionalmente variáveis*.

---

<sup>6</sup> Tais mudanças operam através da superfície, seja relativamente à audiência ou a dados e processos externos (Wardrip-Fruin, 2006:11).

## SISTEMAS QUE VARIAM SEM INPUT E COM INPUT

Os sistemas variáveis podem variar com ou sem *input* do exterior (Wardrip-Fruin, 2006:398-399). Como Galanter (2006) refere, o potencial generativo depende não só da autonomia do sistema (capacidade para produzir algo sem o controlo directo ou *input* exterior), mas também da especificidade das regras que o regem. Neste sentido, é possível a ocorrência de variação unicamente com base nas regras intrínsecas ou constitutivas do mesmo. Estes podem ser definidos enquanto *sistemas autónomos*, na medida em que são capazes de produzir novos *outputs* com base nos dados que contêm ou que são capazes de gerar (Carvalhais, 2011). São sistemas que para além de autonomia, têm *agência* (capacidade de agir e produzir resultados).

Carvalhais distingue os sistemas verdadeiramente autónomos daqueles que recebem *input*. Explica que os sistemas alimentados por fontes externas a si próprios são essencialmente alimentados por estruturas de dados e fluxos de dados digitais — de acordo com a definição de Berry (2008) —, classificando-os enquanto *data-driven*. Por outras palavras, são sistemas movidos ou controlados por dados, também definidos por Wardrip-Fruin (2006:399) enquanto *interactivos*; podendo receber *input* externo ao nível da audiência (humanos conscientes do sistema) ou do ambiente (contexto que envolve tudo à excepção dos humanos conscientes do sistema).

Estes sistemas podem ser abordados considerando todos os tipos de processos descritos enquanto interacções, isto é, processos que impliquem uma “acção ou influência recíproca de duas (ou mais) entidades relativamente umas às outras” — sejam elas máquina e humano, dois humanos ou duas máquinas. Ao considerarmos a interactividade enquanto a “relação dinâmica que ocorre entre uma entidade — um organismo ou dispositivo — e o seu ambiente” (tudo o que existe para além de si próprio), podemos entender como entidade “qualquer tipo de objecto organizado constituído por múltiplos componentes que contém um certo grau de autonomia e agência” (Jones, 2011).

## AUTONOMIA E AGÊNCIA

Jones identifica dois tipos diferentes de autonomia: a *autonomia estática*, associada a organismos completos em si mesmos (sistemas fechados, sem *input*) e a *autonomia móvel e activa*, associada a organismos capazes de tomar decisões sobre si próprios em relação ao que os rodeia (sistemas abertos, interactivos). A autonomia móvel é a capacidade que um organismo tem para poder agir sobre o ambiente envolvente, ‘sentindo’ as suas mudanças e agindo de acordo com elas. Segundo o autor, quando assim é, dizemos que este é “auto-movido, auto-governado, auto-regulado e auto-sustentado” (2011). Associada à autonomia surge a *agência* enquanto capacidade do organismo em executar cada decisão tomada. A noção de agência é igualmente utilizada por Murray (1997), no entanto, relacionada com a interacção da audiência, isto é, com a forma como se estabelece uma relação de causa e efeito. Esta relação deve ser tangível e significativa, tornando possível ao sistema efectuar as alterações internas necessárias à sua adaptação. Da mesma forma que o utilizador pode produzir estes resultados, também o sistema pode ter essa capacidade. Jones (2011) explica que o ambiente de um organismo pode assumir dois estados: *activo* (quando existe uma troca recorrente de informação) ou *passivo* (quando se trata de um ambiente completamente neutro e estéril). No caso do ambiente ser passivo, o organismo não é capaz de se adaptar.

## SISTEMAS ADAPTATIVOS

De acordo com a abordagem de Jones, os tipos de entidades que possuem autonomia e agência podem ser biológicas (vivas) bem como artificiais (construídas). Salen e Zimmerman (2004:214-217) indicam três elementos essenciais que compõem os sistemas adaptativos: (1) um sensor que monitoriza tanto o ambiente como o estado interno do sistema; (2) um comparador que decide com base na avaliação do sensor se é necessário efectuar alguma mudança a fim de manter a estabilidade; (3) e um activador que activa essa mudança caso seja necessária. A este processo de entrada e saída de sinal damos o nome de ciclo de retro-alimentação (*feedback loop*), em que o ambiente influencia o sistema e vice-versa. Os autores referem que existem dois tipos de *feedback*: o positivo,

que tem um efeito cumulativo linear, conduzindo a um crescimento explosivo ou declínio total do sistema; e o negativo, que tem um efeito estabilizador em que cada *input* tem o efeito oposto ao seu antecedente (i.e. se o sistema recebe +1 o *input* seguinte será de -1). Este último corresponde ao *feedback* utilizado pelos sistemas adaptativos (Salen & Zimmerman, 2004:218-219).

## EMERGÊNCIA DE COMPORTAMENTOS IMPREVISÍVEIS

Os sistemas adaptativos são definidos por Galanter (2003) enquanto sistemas complexos dinâmicos. São complexos na medida em que são constituídos por vários componentes que comunicam entre si através de “interacções locais” que conduzem à auto-organização, e dinâmicos na medida em que se encontram em constante mutação, isto é, não têm um “estado final” concreto. O autor distingue os sistemas complexos caóticos dos aleatórios, explicando que estes, apesar da aparente aleatoriedade, “são máquinas deterministas que seguem uma sequência restrita de causa e efeito”. A imprevisibilidade resulta da “amplificação de pequenas diferenças” causada pela não-linearidade das suas relações internas. Apesar de aparentemente caótico, o comportamento destes sistemas segue um padrão contínuo sem alterações bruscas. Como é referido pelo autor, os resultados desta evolução não são precisos ou previsíveis, mas demonstram uma correlação entre as suas acções e as respectivas consequências, num fluxo de acontecimentos sequenciais, tal como acontece na vida.

*Eu entendo a vida mais como um sistema caótico complexo e menos como um sistema simplesmente aleatório. Há incerteza, mas permanece um sentimento de causa e efeito. Eu posso não ser capaz de fazer uma previsão específica em relação a um momento específico, mas sou capaz de perceber como as coisas tendem a correr. E posso frequentemente considerar algumas coisas enquanto impossibilidades. Existem surpresas, mas não a cada transformação pois também existem correspondências (Galanter, 2003)<sup>7</sup>.*

---

7 “I find life to be more like a complex chaotic system and less like a simple random one. There is uncertainty, but there is still a sense that cause and effect are at play. I may not be able to make a specific prediction for a specific time, but I can know how things tend to go. And I can often consider some things as impossibilities. There are surprises, but not at every single turn because there are also correspondences” (Galanter 2003).

A metáfora da ‘vida’ é utilizada para explicar a emergência de comportamentos imprevisíveis nos sistemas complexos. Segundo Galanter, as interações locais internas do sistema “fazem mais do que simplesmente adicionar... elas exponenciam” resultados. Com base num número reduzido de regras e condições definidoras da estrutura do sistema (nascimento, crescimento, reprodução e morte) emergem novos e variados resultados. Desta forma, fenómenos naturais como estes podem ser facilmente traduzidos para o contexto computacional. Algoritmos genéticos e autómatos celulares são exemplos de modelos computacionais assentes em princípios biológicos. Ambos são constituídos por entidades individuais, que interagem paralelamente umas com as outras, de acordo com o mesmo conjunto de directrizes das quais emergem resultados imprevisíveis.

### SISTEMAS AUTÓNOMOS COM POTENCIAL CRIATIVO

Casey Reas (2003) desenvolve uma série de princípios que se podem associar a sistemas de *software* autónomos, demonstrando o potencial criativo da programação ao nível generativo e interactivo. O autor descreve estas ‘expressões de *software*’ enquanto os alicerces dos *media software*, considerando-os mais fundamentais do que aqueles discutidos por Roy Ascott<sup>8</sup> e Myron Krueger<sup>9</sup>. Nomeadamente, ao nível do *software* enquanto *medium* que permite a um artefacto ser reactivo ao ambiente envolvente como conteúdo, processo, imersão e negociação (Ascott, 2002); e ao nível da interactividade entre humano e *software*, como metáforas relativas ao diálogo, amplificação, ecossistema, instrumento, jogo e narrativa (Krueger, 2001).

---

<sup>8</sup> Roy Ascott foi um pioneiro no âmbito da cibernética e da telemática aplicadas às artes. Propõe a implementação de reactividade à audiência nos trabalhos artísticos em oposição a uma natureza estática. O seu trabalho foca-se no impacto que as redes digitais e telecomunicações têm na consciência humana (ver <<http://GoL.medienkunstnetz.de/artist/ascott/biography/>>).

<sup>9</sup> Myron Krueger foi um dos pioneiros da arte interactiva. A sua abordagem tinha enquanto foco principal o carácter reactivo do sistema, através do aumento das suas capacidades sensoriais. O artista fazia uso do computador enquanto dispositivo de controlo das suas instalações, processando *input* captado por câmaras de vídeo e posteriormente transmitindo *output* através de projecções nas paredes (ver *Videoplace* (1975), <<http://GoL.medienkunstnetz.de/works/videoplace/>>).



As expressões propostas por Reas (2003) são: (1) a *forma dinâmica*, na medida em que é reactiva e se altera ao longo do tempo consoante os estímulos que recebe; (2) o *gesto*, isto é, a amplificação do gesto corporal e consequente processamento do mesmo em dados, proporcionando oportunidades ao nível da interacção; (3) o *comportamento*, ou seja, a utilização de movimentos aparentemente intencionais ou de modelos biológicos de forma a envolver a mente do utilizador através da personificação e interesse psicológico; (4) a *simulação* de sistemas naturais ou outros aspectos do mundo real apelando aos sentidos do utilizador; (5) a *auto-organização*, que permite a emergência de resultados através da estruturação de pequenas interacções entre vários processos autónomos; e (6) a *adaptação*, a capacidade do sistema em mudar tendo consciência de si próprio e do ambiente que o envolve.

O autor diferencia os princípios ligados à interacção de Ascott e Krueger dos que se podem associar a sistemas de *software* que vão para além da mera ‘resposta’ e apresentam potencial autonomia para criar algo novo. Esta abordagem vai de encontro à de Wardrip-Fruin (2006) sobre os “processos expressivos” dos *media* digitais, na medida em que ambos se focam no código e no seu potencial para expressar e construir as operações dos sistemas. Estes têm enquanto objectivo “considerar como podemos interpretar tais processos enquanto eles próprios, em vez de simplesmente os seus *outputs*” (2006:1)<sup>10</sup>. Em concordância com esta ideia, a presente investigação tem como objectivo a construção de um sistema assente no potencial criativo do código ao nível das suas diferentes materialidades e expressões. Este sistema deverá ser jogável e deverá apresentar princípios balizados por dois exemplos que representam pólos opostos: o *Game of Life* (1970) de John H. Conway — um ‘jogo’ computacional que simula fenómenos do mundo real — e a *Reverse Simulation Music* (2002) de Masahiro Miwa — uma metodologia composicional de sistemas reais que pretende reverter fenómenos computacionais para o real.

---

<sup>10</sup> “Consider how we might interpret such processes themselves, rather than simply their outputs” (Wardrip-Fruin 2006:1).

## CLOSE INTERACTION

Wardrip-Fruin (2006) explica que a sua abordagem aos processos expressivos de um sistema varia entre a perspectiva do autor e a perspectiva da audiência. Segundo o autor, existem várias formas de aceder aos processos de um sistema, seja a partir de uma análise dos seus elementos internos como o código (*source code*) ou de uma análise ao nível dos seus elementos externos feita através da interacção (*close interaction*). O autor afirma que a *close interaction*<sup>11</sup> é a estratégia mais comum, utilizada na interpretação de processos dos sistemas digitais, pois permite uma “análise aproximada dos padrões de comportamento que emergem das interacções com a superfície do trabalho” (2006:45). Justifica ainda que esta é uma estratégia útil ao nível dos jogos de computador, pois permite confirmar se o prazer de agência (Murray, 1997) se verifica. Este é considerado um prazer fundamental na jogabilidade de um sistema, uma vez que é aquilo que permite à audiência entender os processos definidores do mesmo. A abordagem assumida neste trabalho procura então seguir a ideia de Mateas e Wardrip-Fruin (2009) relativa à jogabilidade das experiências interactivas ao considerar que, mais importante do que distinguir se uma experiência interactiva é ou não um jogo, é averiguar até que ponto pode ser considerada jogável (*playable*).

---

<sup>11</sup> O termo *close interaction* deriva do termo *close play* utilizado por Ian Bogost; uma analogia à prática literária *close reading* (uma interpretação que enfatiza os aspectos particulares em vez do geral). O *close play* consiste numa sub-categoria daquilo a que Espen Aarseth chama de *playing analysis*; é uma análise feita ao, ou através do, *play* dos jogos (*gameplay*). Wardrip-Fruin recorre ao termo *close interaction* justificando ser mais abrangente, na medida em que permite considerar outros trabalhos digitais para além dos jogos (Wardrip-Fruin, 2006:48-49).

## 1.4. JOGOS ENQUANTO SISTEMAS

### ENQUADRAMENTO SEGUNDO TRÊS PERSPECTIVAS

Os jogos são frequentemente abordados enquanto sistemas no âmbito dos *game studies*, pois de acordo com Katie Salen e Eric Zimmerman (2004:50) podem ser definidos de uma forma geral enquanto “um grupo de vários elementos interactivos, interrelacionados, ou independentes que formam um todo complexo” ou até mesmo enquanto “um método organizado e coordenado; um procedimento”. Os autores apresentam uma abordagem transversal aos jogos digitais e não-digitais, que permite analisá-los de acordo com três perspectivas diferentes: interna (regras do sistema), interactiva (a experiência de *play* do jogador) e externa (contextual cultural em que o jogo se insere) (2004:5-6).

De forma semelhante, Hunicke et al. (2004) desenvolvem um enquadramento (*framework*) que também perspectiva os jogos segundo três níveis: *mecânica*, *dinâmica* e *estética*. A dimensão da *mecânica* está associada às regras internas que organizam o sistema, isto é, às instruções que este deve seguir para produzir os comportamentos desejados. Por outro lado, a dimensão da *dinâmica* corresponde ao comportamento dinâmico do sistema, seja ele interactivo ou não. Refere-se ao “comportamento da mecânica em execução em tempo-real”<sup>12</sup>, ou seja, aos eventos de entrada e saída de informação que ocorrem ao longo desse tempo (Hunicke et al., 2004). No caso do comportamento dinâmico envolver interactividade e de se tratar de um jogo, surge associada a dimensão de *play* que envolve essencialmente a experiência humana, seja ao nível da interacção do jogador com o sistema ou ao nível da interacção com os outros jogadores. Por fim, a dimensão *estética* refere-se à resposta emocional evocada pela interacção entre o utilizador e o sistema, isto é, aos prazeres proporcionados pela experiência de *play*, que podem ou não, ser condicionados pelo contexto (cultural ou outro) envolvente.

---

12 “The run-time behavior of the mechanics” (Hunicke et al., 2004).

## REGRAS

Na sua abordagem aos jogos, Salen e Zimmerman (2004:122-123), consideram as regras enquanto a lógica que se esconde por detrás da experiência da superfície. Explicam que estas têm enquanto qualidade; limitar a acção do jogador; ser explícitas e não-ambíguas; ser partilhadas por todos os jogadores; ser fixas; ser obrigatórias; e ser repetitivas. Consideram existir três tipos de regras diferentes: as *operacionais*, as *constitutivas* e as *implícitas* (2004:130-134). De forma a clarificar o que cada uma delas implica, tomemos como exemplo um jogo universalmente conhecido: o jogo de xadrez. Os autores consideram enquanto *regras operacionais* as chamadas ‘regras do jogo’; as “instruções explícitas que guiam o comportamento dos jogadores”. São aquilo a que os autores dão o nome de “regras do mundo real”, pois também englobam todas as outras características formais que fazem a ponte entre as regras constitutivas e as implícitas, tornando possível o seu entendimento. No contexto do jogo de xadrez corresponderiam ao número de casas do tabuleiro ou ao número de peças e sua respectiva cor e forma.

Por seu lado, as *regras constitutivas* descrevem os “conjuntos de relações lógicas que não são necessariamente incorporadas numa forma material ou num conjunto de directrizes comportamentais” (2004:132). Estas são as regras abstractas, subjacentes às regras operacionais e escondem-se “debaixo da superfície”. Ao contrário dos outros dois tipos de regras, são completamente independentes do utilizador, na medida em que são o verdadeiro código do sistema. Corresponderiam aos movimentos convencionais de cada peça no tabuleiro e aos objectivos do jogo em si — por exemplo, ‘quando uma peça do jogador A ocupa a casa de uma peça do jogador B, esta sai do jogo’. São regras que trabalham em conjunto com as operacionais com o objectivo de definir “a ‘verdadeira e única identidade’ do sistema formal de qualquer jogo” (2004:134), pois contribuem para a identificação do jogo como tal, para que não o tomemos por outro qualquer. Da mesma forma, atribuem significado à experiência de *play* que emerge do quão perceptíveis e integradas são as relações entre acções e respectivas consequências.

Por fim, as *regras implícitas* são as regras ‘não-escritas’. Estas assentam sobre o senso comum na medida em que podem abranger questões de boa conduta e outras inerentes à condição de ser humano. São regras dependentes da capacidade dos jogadores em lhes atribuir uma significação comum. Desta forma, são regras abertas que sofrem alterações consoante o contexto em que se inserem e portanto são impossíveis de determinar com exactidão. Poderiam perfeitamente estar relacionadas com questões como: ‘qual o tempo razoável para fazer uma jogada?’. Em determinados casos, podem facilmente passar a operacionais, se os jogadores assim o entenderem.

## PLAY

Salen e Zimmerman explicam que o *play* pode ser abordado segundo duas perspectivas: enquanto uma “subcategoria dos jogos”, ou enquanto uma dimensão mais ampla que os engloba. A nossa perspectiva considera o *play* uma dimensão da interacção que pode existir para além do contexto dos jogos. No entanto, focamo-nos nos jogos (*gameplay*) por representarem um tipo de *play* estruturado; “uma interacção formalizada que ocorre quando os jogadores seguem as regras de um jogo e experienciam o seu sistema através do *play*” (2004:72-73). De acordo com os autores, o *play* pode ser definido enquanto “movimento livre dentro de uma estrutura mais rígida” (2004:304). Essa estrutura corresponde às regras que definem quais as potencialidades e limites do jogo ao nível da interacção. O jogador ao ser confrontado com as regras deve questionar-se sobre “o que faz este objecto?” e, consequentemente, “o que posso eu fazer com este objecto?”. Por outras palavras, considera de que forma pode explorar livremente o jogo e tirar partido dele, tendo em conta as possibilidades de interacção que este apresenta.

## TIPOS DE PLAY

Roger Caillois propõe dois modos segundo os quais o *play* pode ser experienciado, associando cada um deles a um tipo de jogo diferente. Diferencia os jogos associados a regras (*rule bound*) dos jogos de forma livre (*free form*). Explica que os primeiros envolvem competição (*agôn*) e acaso (*álea*), a partir dos quais

a experiência de *play* emerge da vontade de atingir um objectivo ou aperfeiçoar uma determinada capacidade, ultrapassando obstáculos de forma arbitrária. Esta prática envolve jogos que contêm regras sociais ou de comportamento e Caillois dá-lhe o nome de *ludus*. Por outro lado, nos jogos de forma livre que envolvem simulação (*mimicry*) e vertigem (*ilinx*), o *play* emerge de forma improvisada e intuitiva. Esta prática envolve jogos de ‘faz de conta’ ou desorientação e é denominada de *paidia* (Salen & Zimmerman, 2006:130-147).

Gonzalo Frasca (2003) afirma que, apesar de frequentemente se considerar que o *paidia* não envolve qualquer tipo de regras, isso não é inteiramente verdade. Segundo o autor, num jogo de ‘faz de conta’, quando alguém tenta fazer-se passar por outra coisa ou pessoa, esta, obrigatoriamente, comporta-se de acordo com regras que caracterizam essa mesma coisa ou pessoa. Conclui que a verdadeira diferença entre ambos os tipos de *play*, reside no facto de as regras do *ludus* permitirem definir um vencedor e um perdedor, enquanto as do *paidia* não. Costello e Edmonds (2009:40) apresentam uma perspectiva semelhante, que considera que o *paidia*, tal como o *ludus*, também implica um determinado tipo de estrutura. O nosso interesse recai sobre o *paidia* pela forma como não implica “trabalhar com ou interpretar uma estrutura que existe fora de si mesmo”, mas sim “ser criativo com ou dentro desta estrutura” (Costello & Edmonds, 2009:40), remetendo para a definição de *play* dada por Salen e Zimmerman (2004) enquanto uma experiência que oscila entre a estrutura rígida associada às regras e o comportamento que o jogador escolhe adoptar em função da mesma.

## PLAY IMERSIVO

O *play* de forma livre dá espaço ao prazer da imersão que Murray (1997) descreve como a maximização da *espacialidade* e *alcance enciclopédico* do computador e que caracteriza como o prazer que o utilizador experiencia ao ser transportado para uma outra realidade. No entanto, este não se trata de um prazer restringido ao espaço do computador. Jones (2011) define a imersão enquanto a capacidade de nos esquecermos da interface que nos separa de algo ou de

alguém e sentirmos que nos tornamos parte desse mesmo algo ou alguém para além de nós próprios.

Ao nível dos jogos, o *play* imersivo é condicionado pela elegância das regras operacionais, isto é, pela sua subtilidade. Como Stephen Sniderman (1999) explica, quanto maior a subtilidade das regras, maior a envolvimento do jogador e menor a sua consciência da lógica formal que suporta o jogo. O autor considera a existência de dois tipos de regras distintos: as escritas e as não-escritas — correspondentes às regras operacionais e implícitas definidas por Salen e Zimmerman (2004) — explicando que num jogo nem todas as regras devem ser tornadas explícitas de forma a dar espaço à imersão do jogador. Tal só é possível quando as regras (operacionais) são suficientemente subtis para afectarem o seu comportamento sem que este se perceba. Assim sendo, a questão da imersão é importante na concepção de um jogo, na medida em que o objectivo é fazer com que o jogador se concentre na experiência de *play*.

### **PRAZERES DO PLAY**

A experiência de *play* enquanto uma experiência pessoal pode suscitar uma série de prazeres estéticos que, de acordo com Costello e Edmonds (2007:79-82), são descritos enquanto treze ‘prazeres’ do *play*:

1. Criação (prazer em criar alguma coisa enquanto se interage com um trabalho);
2. Exploração (prazer em explorar uma situação desconhecida);
3. Descoberta (prazer em descobrir ou perceber alguma coisa);
4. Dificuldade (prazer em ter que desenvolver uma determinada capacidade);
5. Competição (prazer em ter que alcançar alguma coisa ou cumprir um objectivo);
6. Perigo (prazer em se sentir assustado ou em risco);
7. Cativação (prazer em se sentir encantado ou hipnotizado por uma outra entidade);
8. Sensação (prazer evocado pelo movimento corporal que o trabalho artístico implica);
9. Simpatia (prazer em partilhar sentimentos ao nível emocional ou físico);

10. Simulação (prazer em perceber uma cópia ou representação de algo da vida real);
11. Fantasia (prazer em perceber uma criação fantástica ou imaginária);
12. Camaradagem (prazer em desenvolver um sentimento de amizade ou parceria com alguém);
13. Subversão (prazer em quebrar as regras ou ver alguém a quebrá-las).

Este enquadramento foi desenvolvido com base em várias teorias relativas à experiência lúdica, nomeadamente a de Caillois. Os prazeres que servem particularmente os interesses deste trabalho são a *criação*, a *exploração*, a *descoberta*, a *simulação* e a *camaradagem*, aos quais adicionamos o prazer da *imersão*. Esta escolha será justificada posteriormente na apresentação do projecto prático, considerando que apenas um destes prazeres vai de encontro aos tipos de *play* propostos por Caillois: a simulação (*mimicry*).

## **SIMULAÇÃO**

A simulação é abordada por Frasca (2003) no âmbito da ludologia<sup>13</sup>. É apresentada enquanto uma alternativa à representação devido à forma como, não só retém as características do objecto a ser simulado, mas inclui essencialmente um modelo do seu comportamento. São as regras estruturais desse modelo que permitem aos sistemas de simulação reagir autonomamente aos estímulos recebidos, proporcionando formas de expressão inalcançáveis pela representação. O autor explica que a simulação era frequentemente utilizada na explicação e previsão de comportamentos gerados por sistemas complexos, devido à forma como as regras atribuídas ao sistema permitiam ter uma ideia de como este se iria comportar no futuro, embora nunca tivessem certezas exactas da sequência de eventos e do resultado das mesmas.

---

<sup>13</sup> A ludologia é a disciplina que estuda os jogos ao nível da sua estrutura e dos seus elementos — particularmente das suas regras —, focando-se essencialmente nos videojogos (Frasca, 2003).



## GAME OF LIFE E REVERSE-SIMULATION MUSIC

A noção de simulação levou à escolha do *Game of Life* (1970) enquanto um dos pontos de partida desta investigação. Trata-se de um jogo que simula um sistema complexo do qual emergem resultados imprevisíveis a partir de regras simples, remetendo para a metáfora da ‘vida’ referida por Galanter (2003). Juntamente com a *Reverse-Simulation Music* (2002), enquanto o seu extremo oposto, ilustra a ideia de simulação e sua consequente reversão. Os dois exemplos servem não só de mote para a exploração da qualidade tradutória (Berry, 2008) do código, como também da sua possível execução por máquina ou humano referida ao longo deste trabalho. Desta forma, o projecto prático proposto foca a procedimentalidade enquanto estruturadora de sistemas que podem ser explorados através da interacção da audiência — e da consequente experiência de *play* que daí advém — enquanto reflexão sobre esta dualidade.



## 2. ESTUDOS DE CASO

Os dois exemplos foram analisados enquanto estudos de caso delimitadores das temáticas abordadas neste trabalho. Num primeiro momento, são apresentados e contextualizados individualmente ao nível dos conceitos e metodologias que implicam. Seguidamente analisam-se as suas regras e processos dinâmicos observáveis, com o objectivo de estabelecer analogias entre ambos. Por fim, serão descritas reinterpretações do *Game of Life* (Conway, 1970) que exprimem a “qualidade tradutória” mencionada por Berry (2008), considerando igualmente princípios que as aproximam da *Reverse-Simulation Music* (Miwa, 2002).

## 2.1. APRESENTAÇÃO

### 2.1.1. GAME OF LIFE

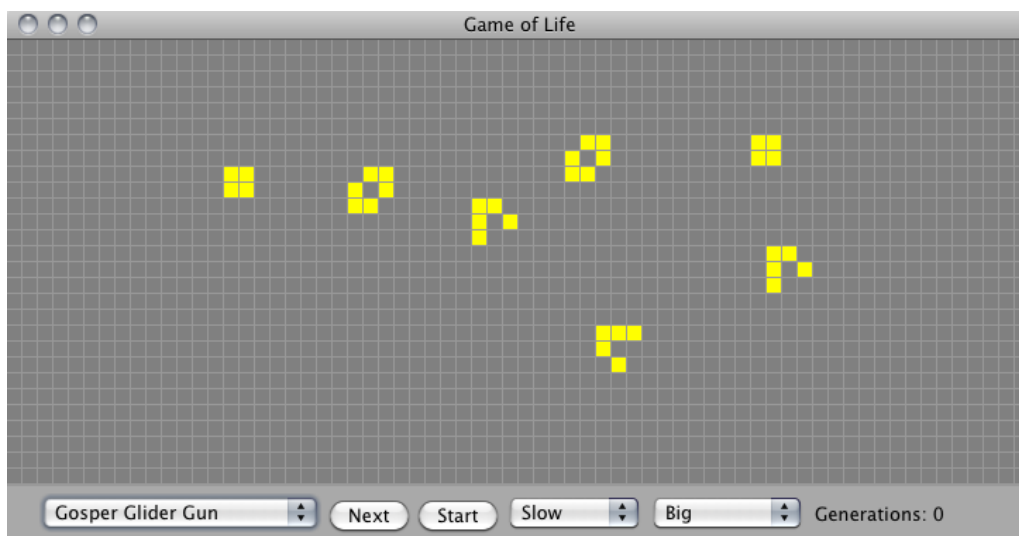


Fig. 1: *John Conway's Game of Life* (Martin, 1996-2004), programa de software desenvolvido em *Java Script*

## CONTEXTUALIZAÇÃO

O *Game of Life* ou 'jogo da vida' também conhecido simplesmente como *Life* ou 'vida' trata-se de um autômato celular desenvolvido pelo matemático John Horton Conway (1937-). Foi apresentado pela primeira vez em 1970, suscitando um renovado interesse neste tipo de modelos matemáticos, que começaram a ser mais explorados fora do contexto acadêmico. Segundo Katherine Hayles (1999:239-240) os autômatos celulares (*cellular automata*) são as unidades mais básicas do universo computacional, pois correspondem às estruturas de os (estados *off*) e 1s (estados *on*) segundo as quais todas as outras unidades assentam.

De acordo com Hayles, um autômato celular pode ser definido enquanto “uma simples máquina de estados finitos, cujo o estado é determinado apenas pela

sua condição inicial (ligada ou desligada), por regras que lhe dizem como operar, e pelo estado dos seus vizinhos a cada momento” (1999:240). A autora explica que cada célula reage ao estado dos seus vizinhos, actualizando o seu próprio estado de acordo com as regras impostas pelo sistema. Este processo decorre ao mesmo tempo que os respectivos vizinhos vão actualizando também eles os seus próprios estados. A cada actualização dizemos que o sistema avançou uma geração. Hayles explica que num contexto computacional este processo pode estender-se a milhares de gerações, resultando em padrões extremamente complexos que descrevem uma sequência de eventos *bottom-up*<sup>14</sup>. Por esta razão, são frequentemente associados ao crescimento e decadência de organismos no mundo natural.

## CONCEITO E METODOLOGIA

John Conway interessado nas ideias de John Von Neumann<sup>15</sup>, cria o *Game of Life* numa tentativa de simplificar a abordagem aos autómatos celulares. Para tal, recorre à analogia da vida como forma de descrever processos de emergência e auto-organização resultantes de pequenas interacções.

O jogo tem enquanto base uma grelha ortogonal de células, cada uma delas com 8 células vizinhas (*Moore Neighborhood*<sup>16</sup>), que apresentam dois estados possíveis: viva (*on*) ou morta (*off*). Está programado para não recorrer a nenhum jogador, pois não implica qualquer tipo de competitividade ou objectivo

---

<sup>14</sup> *Bottom-up* é um termo utilizado na teoria de sistemas para designar o design e análise que segue uma perspectiva que considera os elementos individuais, consequentes subsistemas e só depois o sistema enquanto um todo complexo. Surge em oposição à perspectiva *top-down* a partir da qual partimos do todo e o dissecamos em várias partes.

<sup>15</sup> No âmbito da sua investigação sobre sistemas auto-reprodutores, Von Neumann a par com Stanislaw Ulam, propõe pela primeira vez, nos anos 40, o autómato celular. Hayles (1999:239-240) explica que Von Neumann se interessava pelo funcionamento *on* e *off* (ligado e desligado) do sistema neurológico humano e que tinha como objectivo construir um dispositivo que desempenhasse o mesmo tipo de funções lógicas. Desta forma, projectou um autómato capaz de se auto-reproduzir através dos comportamentos emergentes das pequenas relações de *on* e *off* entre as suas células. Tratava-se de um protótipo não-computacional abstraído a uma grelha de células idênticas que posteriormente foi implementado computacionalmente.

<sup>16</sup> O *Moore Neighborhood* é o nome atribuído a um ‘bairro’ de células no qual 8 células circunscrevem uma célula central numa grelha quadrangular bidimensional. Foi denominado segundo o nome de Edward F. Moore, um pioneiro no âmbito dos autómatos celulares.

final. Com base no estado inicial das suas células, o sistema corre autonomamente segundo as regras impostas, sem receber qualquer tipo de *input* externo.

As regras são:

1. Uma célula *off* com 3 vizinhos, fica *on* (nasce);
2. Uma célula *on* com 1 ou 0 vizinhos fica *off* (morre de solidão ou exposição);
3. Uma célula *on* com 4 ou mais vizinhos fica *off* (morre de superlotação);
4. Uma célula *on* com 2 ou 3 vizinhos mantém-se *on* (sobrevive).

Inicialmente, o sistema apresenta todas as células desactivadas, apenas requer que o utilizador defina o padrão inicial, segundo o qual a vida deve correr — seja pré-definido ou seleccionado manualmente. O utilizador pode activar um número de células à sua escolha ou seleccionar um padrão pré-definido. As células vão interagir umas com as outras nascendo, morrendo e sobrevivendo segundo as regras do jogo impostas ao longo das várias gerações. Este processo ocorre durante um tempo indefinido e apenas é dado como terminado quando todas as células voltam ao estado *off* ou quando se encontram estabilizadas num padrão estanque ou num padrão que oscile entre vários períodos.

O *Game of Life* tornou-se foco de grande interesse nas mais diversas áreas, logo após a sua publicação, atingindo um estatuto de culto no âmbito dos trabalhos assentes em regras. Ihmels e Riedel (2004) referem que o jogo não só despertou interesse nos seus jogadores, mas também em matemáticos que se interessaram pelas suas regras e artistas que se interessaram pela clareza do seu design. Explicam que ao longo dos anos 70 e 80 foi motivo de interesse no contexto computacional, sendo implementado em bastantes programas de computador e analisado por inúmeros investigadores que se dedicaram à exploração de novas espécies de vida e formas gráficas emergentes do programa<sup>17</sup>. Segundo os autores, o fascínio pelo jogo “assenta tanto na sua complexidade, como na sua

---

<sup>17</sup> O *GoL* apresenta vários tipos de padrões como os *still life* (organismos de vida curta que assentam num padrão estanque); organismos mais complexos como *blinkers* (osciladores; padrões que variam entre vários períodos num *loop* infinito) ou *gliders* (organismos que se deslocam autonomamente ao longo do espaço); ou ainda mais complexos como *glider guns* (organismos que combinam organismos mais pequenos como *guns* e *gliders* que têm uma longevidade de gerações bastante maior); entre outros.

imprevisibilidade previsível”, permitindo subordinar aspectos gráficos a um sistema contínuo que gera formas independentes do seu autor com base num algoritmo e representando um ponto de partida para muitos artistas envolvidos em práticas generativas.

### 2.1.2. REVERSE-SIMULATION MUSIC

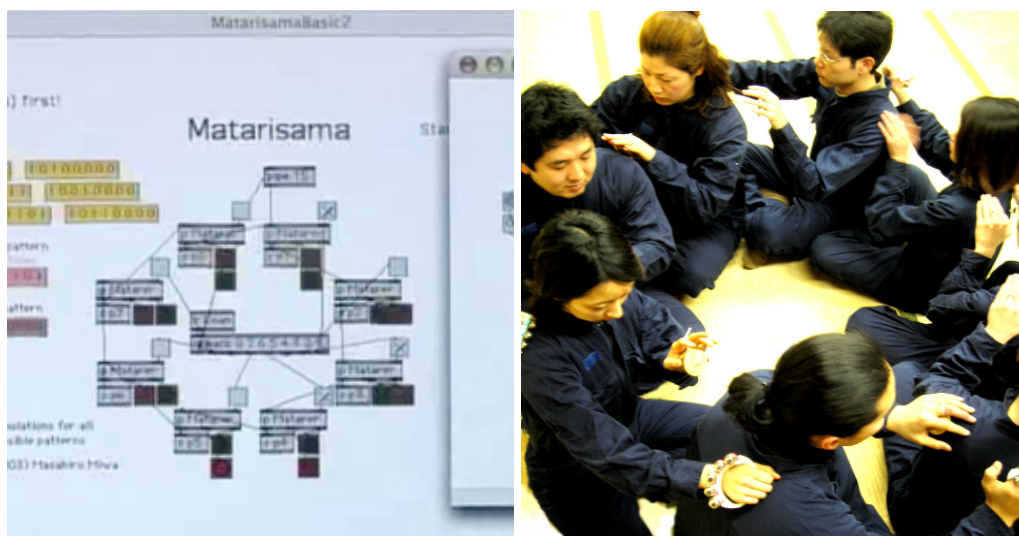


Fig. 2: *Matarisama* (Miwa, 2002), still retirado do vídeo promocional da *Reverse-Simulation Music* (Miwa 2007); *All Koans of Matarisama* (The Method Machine, 2005) performance representativa de todos os algoritmos da *Matarisama* (peça *Reverse-Simulation Music*)

### CONTEXTUALIZAÇÃO

A *Reverse-Simulation Music* (RSM) ou ‘Música de Simulação Revertida’ é definida por Masahiro Miwa (1958-) como uma “nova metodologia musical”. Foi apresentada em 2007 no Festival *Prix Ars Electronica*, segundo o qual foi premiada na categoria de música digital. Miwa (2007) afirma que começou a desenvolver esta ideia de uma “nova abordagem à composição algorítmica” a partir de 2002. A sua abordagem consistia na composição de eventos acústicos que deveriam resultar da acção intencional humana. Tratava-se de uma forma experimental de música que deveria emergir da utilização de processos baseados em simulações computacionais. Segundo o autor a *RSM* surge do seu interesse em compor “música metodológica” (Miwa, 2002a), ou seja, música que deveria assentar em

composições criadas exclusivamente a partir de algoritmos computacionais. O autor revela que perante a sua primeira tentativa de composição algorítmica fez uso de uma partitura convencional enquanto notação, com o objectivo de demonstrar que as partituras musicais não são nada mais que ‘memorandos’ que ditam como cumprir uma acção específica, através da utilização de um instrumento. Assim sendo, servem os mesmos interesses da composição algorítmica.

Miwa explica que a *RSM* apenas difere da música tradicional na utilização da tecnologia computacional para definir quais os princípios das acções a serem impostas. Por outras palavras, o que artista pretendia era apresentar “uma tentativa de pensar na música enquanto uma método para uma acção” (Miwa, 2002c); ideia que surgiu a partir de uma espécie de dança algorítmica composta por movimentos corporais assentes em regras, apresentada pela pianista Michiko Tsuda. Com base nos mesmos princípios, propõe a execução consecutiva e consequente de pequenas acções assentes em regras, de forma a explorar as possibilidades composicionais resultantes da relação entre a *música*, a *tecnologia* e o *corpo humano* (Miwa, 2007).

## CONCEITO E METODOLOGIA

A *RSM* “procura reverter a concepção habitual de simulações computacionais. Em vez de modelar dentro do computador os vários fenómenos do mundo com base nas leis da física, os fenómenos já formalizados ao nível computacional são modelados no mundo real, daí o nome, simulação revertida”.<sup>18</sup> Por outras palavras, propõe-se a reprodução de comportamentos assentes em regras com-

---

<sup>18</sup> “This experiment seeks to reverse the usual conception of computer simulations. Rather than modelling within a computer space the various phenomena of the world based on the laws of physics, phenomena that have been verified within a computer space are modelled in the real world, hence the name, reverse-simulation” (Miwa, 2003a).



putacionais, fora do contexto do computador, utilizando como recurso a *performance* humana (Miwa, 2003a).<sup>19</sup>

Cada peça começa por ser desenvolvida enquanto um programa de computador que é aperfeiçoado e testado de forma a ser aplicável no contexto não-computacional. Uma vez finalizado, é materializado numa peça performativa a solo, em coro e ou em orquestra. É-lhe dado também um contexto para que a operação possa ter significado para os seus intérpretes e respectiva audiência. Trata-se de uma forma de *performance* que não requer *leitura visual*, *memorização* ou *improvisação* (Miwa, 2007). Uma vez despoletado o processo, todos os desenvolvimentos musicais que se seguem derivam da repetição de regras simples. De forma a obter os resultados pretendidos Miwa (2003a) recorre a 3 aspectos composicionais:

*a) Geração baseada em regras*

Refere-se às condições lógicas que regem o sistema. Estas devem:

- Ser desenhadas de forma a que possam ser computadas por qualquer pessoa sem envolver qualquer tipo de conhecimento científico;
- Ser descritas segundo uma linguagem lógica;
- Não dar espaço a erros e decisões arbitrárias, ou ao acaso, por parte do intérprete;
- Ser independentes umas das outras e fáceis de relembrar/ decorar de forma a que, através da prática resultem numa espécie de acção-reflexo;
- Ter um estado inicial definido (ou não, dependendo da peça);

---

<sup>19</sup> Miwa (2002a) refere-se a este tipo de música enquanto a realização de “música que poderia ter existido”. Imagina-a enquanto um tipo de música, na qual tribos primitivas ou ancestrais talvez pudessem ter participado. Isto porque assenta em dois princípios básicos: é performativa e poderia ter sido facilmente inventada sem recurso aos computadores. O autor explica que, para que a música possa ser considerada “música que poderia ter existido”, a composição apenas tem que ser estruturada de forma a que seja possível a um ser humano executá-la. Explica que à semelhança de outras teorias matemáticas, a RSM poderia ser facilmente explicada sem recurso ao computador. No entanto da mesma forma que a investigação dessas teorias apenas progrediu com a evolução tecnológica, também só agora a ‘música metodológica’ é tornada possível. Descreve-a enquanto um tipo de música que não depende necessariamente das estruturas sociais que a música tradicional apresenta, ou seja, não faz distinções entre concerto, compositor, *performer* e audiência. Difere essencialmente desta segunda na forma como tenta expor os seus princípios e regras composicionais, normalmente ocultos por detrás de noções como a intuição e a espiritualidade.

- Ser simples e gerar resultados imprevisíveis.

#### *b) Interpretação*

É o aspecto segundo o qual os *performers* tomam as suas decisões. Ao nível interpretativo o sistema deve ser suficientemente acessível de forma a que:

- Qualquer intérprete seja capaz de executar as regras;
- Qualquer observador seja capaz de identificar os diferentes resultados computacionais;
- Os interpretes possam realizar os seus cálculos rápida e intuitivamente;
- Não dêem espaço a erros.

#### *c) Denominação*

Corresponde aos ‘nomes e origens’ que o contexto da peça envolve. Estes devem:

- Ser neologismos imaginários;
- Reflectir as características das regras e suas respectivas interpretações;
- Ajudar o intérprete e o observador a compreender e lembrar o trabalho;
- Ajudar na criação da estética da interpretação;
- Ser credíveis;
- Referir o contexto e as pessoas envolvidas na criação do trabalho.

O autor explica que o método utilizado para o aperfeiçoamento desta prática musical não difere da educação musical tradicional uma vez que requer, igualmente prática. Defende ainda que se ao longo do tempo a música sempre foi interpretada por pessoas possuidoras de características que resultam de um treino especial, faz sentido que assim continue a ser (Miwa, 2002b).

### **MATARISAMA**

Para que possamos compreender melhor a aplicabilidade desta metodologia consideremos a peça *Matarisama*; a primeira composição da série de simulações-revertidas. A peça é inspirada numa forma de arte ancestral do povo de

*Matari*,<sup>20</sup> mais tarde adaptada aos princípios da *RSM* e apresenta as seguintes regras:

*Performance Matarisama*

- 8 jogadores devem sentar-se num círculo, cada jogador virado para as costas do jogador à sua frente;
- Cada jogador deve segurar um sino na sua mão direita e uma castanhola na esquerda;
- De acordo com a regras do 'suzukake', os jogadores devem tocar o sino ou a castanhola no ombro do jogador à sua frente após eles próprios terem sido tocados.

*Regras do 'suzukake':*

- Toca o sino batendo no ombro direito do jogador seguinte;
- Toca as castanhas batendo no ombro esquerdo do jogador seguinte.
- Dependendo do instrumento que ele ou ela tocou, diz-se que o jogador está em 'modo sino' ou 'modo castanhola'. Este modo determina qual o instrumento que o jogador irá utilizar na próxima ronda de acordo com estas regras:
- Quando o jogador está em 'modo sino': toca o mesmo instrumento.
- Um jogador que está em 'modo sino' e é tocado por um sino continua em 'modo sino';
- Um jogador que está em 'modo sino' e é tocado por uma castanhola muda para 'modo castanhola'.

---

**20** De acordo com os costumes do povo *Matari* todos os anos, homens e mulheres, se reuniam para prestar homenagem ao deus *Matara*. Posicionavam-se num círculo, de costas uns para os outros, e cada pessoa segurava nas mãos um 'sino de purificação' e blocos de madeira. A cerimónia começava sempre com um estado inicial (uma determinada combinação de sinos e blocos). Era baseada nas regras restritas do *suzukake*, segundo o qual não havia espaço para erros. No entanto, acreditavam que um *Matarisama* sem pausas ou erros era apenas possível ser praticado pelos deuses. Para os deuses, estava reservado um padrão inicial específico conhecido como *Hoshiai* (alinhamento estrelar) *Koan*, o único padrão num *Matarisama* de 8 pessoas (acreditavam que o *Matarisama* envolvia 8 deuses) que repete após 3 *loops*, isto é, após 24 passos (3x8). Todos os outros padrões repetem apenas após 63 *loops* (504 passos) — à excepção do estado inicial em que todos começam em 'modo sino', que resulta num único ciclo de *loops*. Existem 254 combinações possíveis que produzem ciclos de 63 *loops*, mas no entanto apenas 4 padrões de ciclos de 63 *loops* (4x63=254). Miwa explica que nas cerimónias do povo era sempre utilizado um desses padrões, defendendo que estas pessoas estavam conscientes destes cálculos mesmo sem o recuso à computação. Para eles significava apenas a prova da existência de um mundo espiritual organizado (Miwa 2003c).

*Quando um jogador está em ‘modo castanhola’: toca um instrumento diferente.*

*- Um jogador que está em ‘modo castanhola’ e é tocado por um sino irá tocar a castanhola e manter-se em ‘modo castanhola’;*

*- Um jogador que está em ‘modo castanhola’ e é tocado por uma castanhola irá tocar o sino e mudar para ‘modo sino’ (Miwa, 2003c).*

A interpretação de Miwa assenta sobre a lógica do *suzukake* adaptado a um operador binário *XOR* (*exclusive or*). Segundo esta operação lógica, o sistema recebe dois *inputs* (dois argumentos) e produz um *output* (um resultado). Por outras palavras, verifica a veracidade dos argumentos; sempre que ambos os *inputs* forem idênticos o resultado será 0 (falso) e sempre que forem diferentes o resultado será 1 (verdadeiro). Cada participante detém um *bit* de memória. Isto significa que a informação é transmitida ao longo do sistema *bit a bit*, ou seja, de participante para participante. Este processo resulta num ciclo continuado de mudança de estados que diferem entre 1 (castanhola) e 0 (sino). Tal como as contas da *Matarisama* original exemplificavam, se os estados iniciais dos 8 participantes forem fixos, os padrões de *bits* (combinações castanhola-sino) que daí emergem serão também eles sempre os mesmos. O autor descreve os seis *Koan* (estados iniciais) da *Matarisama* ao nível computacional enquanto 0, 1, 7, 11, 13 e 109. Explica que cada número é uma expressão dos estados dos 8 participantes. Se considerarmos o número 1 segundo um código binário de 8 *bits*, este é equivalente à sequência 00000001. Significando que segundo este *Koan* sete jogadores começam em ‘modo sino’ e um começa em ‘modo castanhola’ (Miwa, 2003b).<sup>21</sup>

Esta peça é exemplo de como a *RSM* é um tipo de música que requer aos seus intérpretes efectuar cálculos iterativos baseados em regras, daí renunciar a interpretação com base na leitura, memória e improvisação (Miwa, 2007). Nes-

<sup>21</sup> Posteriormente, foram desenvolvidas aplicações computacionais que permitiam testar e treinar o resultado sonoro resultante do algoritmo do *Matarisama*, nomeadamente *Matari-o-Max VR* (2003) de Masahiro Miwa (ver: <<http://GoL.iamas.ac.jp/~mmiwa/XORensemble.html>>), *Tele-Matari v2.0* (2004) de Shibata Yuki (ver: <<http://GoL.iamas.ac.jp/~mmiwa/TeleMatari.html>>) e *Matarisama Binary 1.2* (2007) de Norihisa Nagano (ver: <<http://nagano.monalisa-au.org/archives/224>>).

te sentido, a música torna-se uma mera consequência de todo este processo. Como o autor explica, o seu objectivo em criar música que implica acção não advém do desejo por comportamentos primitivos, nem da necessidade de fomentar a interacção entre pessoas, mas em “averiguar as condições necessárias, segundo as quais este sistema torna a música possível”. Para tal, recorre ao que Berry (2008) define enquanto a modelação de “operações básicas de circuitos digitais de baixo nível”.

## 2.2. ANÁLISE

### 2.2.1. CÓDIGO

Berry associa o carácter iterativo das operações realizadas nas peças de *RSM* ao “processo iterativo de *loops* e condicionais” que o código algorítmico computacional envolve. Foca assim o aspecto performativo do código, isto é, a actividade que este exerce dentro do computador quando executado, evidenciando a sua tradutibilidade ou a “dupla existência” das suas manifestações. Esta performatividade surge associada ao *código articulatório*. Ao passo que o *código atómico* apresenta uma “relação passiva com a tecnologia”, o *código articulatório*, implica acção uma vez que opera funções específicas dentro do computador. Para exemplificar esta ideia Berry recorre à *RSM*, associando os três aspectos composicionais desta metodologia às diferentes manifestações do código. Análise esta que estendemos ao *GoL*.

#### CÓDIGO DELEGADO

Relativamente ao primeiro aspecto composicional da *RSM*, a *geração baseada em regras*, Berry descreve como *código delegado*, que representa a estrutura lógica computacional sobre a qual o sistema assenta. Corresponde à composição desenvolvida previamente no computador, ou seja, é o guião que descreve as acções a serem executadas pelos *performers* (i.e. regras da *Matarisama*). O *código delegado* do *GoL* corresponde ao conjunto de regras segundo as quais as entidades do sistema operam (‘uma célula *off* com 3 vizinhos fica *on*’, etc.).

#### CÓDIGO PRESCRITIVO

O segundo aspecto, a *interpretação*, surge associado ao *código prescritivo*, isto é, executável e legível pela máquina. Corresponde aos cursos digitais de *os* e *is* ou, no caso da *Matarisama*, às sequências de estados ‘sino’ e ‘castanhola’. O código delegado (instruções) é traduzido em prescritivo (acções) através da

interpretação. O código prescritivo do *GoL* corresponde aos comportamentos resultantes das regras iniciais, que neste caso se materializam nas várias espécies e padrões emergentes (osciladores, naves espaciais, etc.).

### **CÓDIGO COMENTADO**

Por fim, a *denominação* é associada ao *código comentado*, que corresponde aos comentários anotados pelo programador para que ele próprio, e também os outros, possam compreender mais facilmente o código delegado. Relativamente à *RSM*, Berry afirma ser aquilo que dá sentido às acções performadas, ou seja, é o contexto da peça que lhe atribui o seu significado. O código comentado, apesar de relevante no contexto da *RSM*, pode ser considerado acessório no contexto computacional.

A dualidade a que Berry se refere é relativa aos códigos delegado (atómico ou não-algorítmico) e prescritivo (articulatório ou algorítmico). Ao passo que o primeiro assume uma forma fixa, o segundo corresponde às regras que são traduzidas em acções através da interpretação, isto é, através do processamento de informação. Os *performers* executam operações lógicas com base em regras definidas pelo operador *XOR* agindo como se estivessem a executar código prescritivo. Esta capacidade operativa permite ao autor associar este tipo de código à noção de agência activa dentro do computador. A dualidade mencionada assenta no facto de a execução do código delegado estar dependente da *performance* humana, ao passo que a execução do código prescritivo corre de forma autónoma.

#### **2.2.2. PROCESSOS DINÂMICOS OBSERVÁVEIS**

A fim de completar esta análise dos dois sistemas generativos recorreremos ao enquadramento de arte generativa desenvolvido por Alan Dorin et al. (2012), que permite uma análise dos artefactos que evidencia os seus *processos dinâmicos*. Segundo este enquadramento e suas componentes — *entidades, processos, interação com o ambiente e resultados sensoriais* — podemos proceder a uma

comparação dos exemplos relativamente à forma como operam. Enquanto os autores descrevem o *GoL*, estendemos esta análise à *RSM*.

## ENTIDADES

Enquanto *entidades* de um sistema Dorin et al. (2012:244) assumem os sujeitos sobre os quais os processos generativos actuam. Estes podem assumir várias formas, desde serem *simuladas* como as células do *GoL* ou *reais* como os *performers* das peças *RSM*.

Conceptualmente, são unidades indivisíveis na medida em que são perceptíveis e portanto não podem ser consideradas enquanto meros dados do sistema. Por vezes podem estar organizadas segundo estruturas ou hierarquias que levam à criação de *entidades compósitas*, como acontece no *GoL*; determinadas combinações de entidades simples levam à emergência de espécies mais complexas. Também podem constituir *populações homogéneas* como acontece em ambos os exemplos, em que todas as entidades são formalmente idênticas, mas apresentam estados individuais diferentes. Quando assim é, dizemos que o sistema é *baseado em agentes (agent-based)*.

As propriedades típicas de uma entidade incluem atributos *espaciais*, *temporais* e *formais*, que no caso do *GoL* corresponderiam à posição, idade e cor de cada célula. Ao nível *espacial*, em ambos os casos, as entidades ocupam uma posição fixa, embora no caso da *RSM* esse aspecto seja relativo se considerarmos outra peça que não a *Matarisama*. Ao nível *temporal*, também se assemelham, na medida em que todas as entidades assumem um determinado estado até que uma (no caso da *RSM*) ou mais (no caso do *GoL*) entidades vizinhas, ditem o contrário. Por fim, ao nível *formal*, em ambos os casos as entidades assumem duas representações diferentes de forma a tornar possível a distinção entre estados. No *GoL* variam entre a cor cinzenta (*off*) e a cor amarela (*on*), e na *RSM* variam relativamente ao instrumento que tocam e seu respectivo som. Segundo os autores, estas propriedades funcionam enquanto uma abstracção do *output* que é gerado a partir delas. No caso do *GoL* esses resultados são *mapeados*.



## PROCESSOS

Enquanto processos, são descritos os mecanismos de mudança que ocorrem dentro do sistema, que envolvem a interação entre entidades do mesmo. Estes processos podem ocorrer em sistemas generativos físicos, mecânicos, computacionais (como o *GoL*), controlados por humanos (como a *RSM*) ou até mesmo em sistemas que combinem todas estas características. À semelhança das entidades, os processos também podem estabelecer relações hierárquicas e não têm que ser necessariamente perceptíveis ao olhar do espectador (2012:245-246). No *GoL*, entidades compósitas como ‘naves espaciais’ são *macroprocessos* resultantes da interação entre os *microprocessos* das entidades simples que os constituem. No caso da *Matarisama* não existem *macroprocessos*, pois não emergem padrões mais complexos a partir das regras iniciais. Segundo este enquadramento um processo tem três características base:

a) *Condições iniciais* relativas ao estado em que as entidades se encontram antes de se dar início ao processo. No caso do *GoL* e da *RSM*, é necessário que existam entidades em ambos os estados 0 e 1, de forma a desencadear correntes de acções causais. Relativamente à *RSM*, esses padrões de estados são pré-definidos pelo compositor, mantendo-se em cada vez que a peça é executada. No caso do *GoL*, cabe ao utilizador definir quais as entidades que começam *on* ou *off*, ou optar por um dos padrões pré-definidos disponíveis.

b) *Os procedimentos iniciais* são as acções ou condições necessárias para dar início ao processo em questão. Em ambos os exemplos o *input* inicial é dado por uma agência externa, que no caso do *GoL* é o utilizador e no caso do *Matarisama* é uma pessoa exterior ao sistema mas que participa na peça com essa função.

c) *O estado final* é o estado que o sistema assume quando o processo é dado como terminado<sup>22</sup>. No caso da *Matarisama*, termina quando um agente externo assim o dita. No caso do *GoL*, termina quando todas as células morrem ou

---

<sup>22</sup> Esses processos podem resultar em comportamentos estocásticos como *random walks*, turbulência ou tendências dinâmicas como crescimento, decadência, estabilidade ou instabilidade (2012:246).

quando estabilizam num padrão estanque ou num padrão que oscila entre dois ou mais períodos. Podemos deduzir que o *GoL* varia entre eventos de crescimento e decadência e entre estabilidade e instabilidade de forma auto-organizada. Por outro lado, a *RSM* mantém-se sempre estável na medida em que segue uma sequência de eventos cíclica. No entanto a instabilidade pode acontecer no caso de existir erro humano no cumprimento das regras.

## INTERACÇÃO COM O AMBIENTE

A *interacção com o ambiente* é uma componente do enquadramento que serve para descrever os fluxos de informação que circulam entre os processos generativos e o ambiente sobre o qual operam. Estes fluxos podem ocorrer de forma contínua ou segundo eventos singulares que configuram o sistema, ou inicialmente ou ao longo do seu tempo de execução (2012:246-247).<sup>23</sup> O *GoL* e a *RSM* não apresentam interacção com o ambiente, na medida em que correm autonomamente sem qualquer tipo de *input* externo, para além do inicial e do final (no caso da *Matarisama*).

Como Dorin et al. explicam, os *inputs* podem ser caracterizados em termos de *frequência* (regularidade com que ocorrem), *variação* (número de interações ou quantidade de informação trocada; no caso de existir interacção) e *significação* (impacto que a informação recebida tem sobre o sistema). Em ambos os exemplos a frequência é nula (considerando que o *input* inicial e final não contam), logo não há variação. No entanto a *significação* é alta, pois apresentam processos contínuos que descrevem relações de causa e efeito (2012:246).

## RESULTADOS SENSORIAIS

Os resultados sensoriais correspondem aos elementos experienciados pela audiência enquanto artefactos visuais, musicais, escultóricos, etc., que podem ser estáticos ou transientes (*time-based*). Um artefacto estáticos correspondem a um estado final concreto, que pode ser instantâneo ou resultar de um cresci-

---

<sup>23</sup> Alguns sistemas podem mesmo detectar informação em tempo real através de sensores ou outras ferramentas que traduzam interacção humana (2012:246-247).

mento gradual ao longo do tempo (Dorin et al., 2012:245-246). Na peça *Matari-sama* a forma é definida à priori, mas a obra é transiente, desenvolvendo-se de forma cíclica e repetitiva. No *GoL* os padrões produzidos são emergentes e imprevisíveis, apesar de resultarem de um conjunto de entidades que interagem segundo as mesmas regras, mas não em função de um estado final específico.

Num contexto computacional as interacções entre entidades são normalmente mapeadas a manifestações tangíveis, perceptíveis pelo espectador. Podemos considerar o *GoL* enquanto um sistema mapeado, uma vez que os estados mecânicos imperceptíveis de os e is são traduzidos em cores distintas.

O artista decide *o que* deve ser perceptível e *como* isso deve ser mapeado. Estes mapeamentos podem ser *naturais* e *arbitrários*<sup>24</sup>, sendo que no *GoL* são *naturais*, ou seja, as representações tangíveis põe em evidência a funcionalidade e lógica matemática dos processos sobre os quais o jogo assenta. No entanto, existem ainda *sistemas planos (flat)*, cujas entidades e processos ocupam um único nível (*layer*) de percepção. Por outras palavras, os processos segundo os quais o sistema assenta são perceptíveis directamente ao espectador à medida que as entidades os executam, tal como acontece nas peças *RSM* (Dorin et al., 2012:249).

### 2.2.3. REINTERPRETAÇÕES DO GOL

Abordaremos agora as reinterpretações do *GoL* com o objectivo de relevar como o mesmo conjunto de regras pode assumir variadíssimas formas, cujos critérios compete ao artista adaptar em função de um propósito ou resultado pretendido. Desta forma procura-se ilustrar o potencial criativo das suas regras, a sua materialização em diferentes instâncias (por exemplo físicas), e o seu potencial performativo e também interactivo quando associado à jogabilidade.

---

<sup>24</sup> Nos mapeamentos *arbitrários* não existe qualquer tipo de relação entre entidades, processos e resultados.

## POTENCIAL CRIATIVO DAS REGRAS

O *GoL* é o primeiro e mais conhecido autómato celular que simula a ‘vida’, a que se associam outros sistemas que produzem eventos semelhantes ou idênticos. Consideramos que um autómato é da família *Life* (*life-like*) quando é bidimensional e apresenta dois estados possíveis (ligado e desligado); tem oito vizinhos (*moore neighbourhood*) e o estado de cada célula é resultado dos estados das suas células adjacentes. Diferem do *GoL* no modo como exploram regras derivadas ou adaptadas das originais, das quais emergem comportamentos distintos. A grande maioria destes autómatos apresenta padrões bastante caóticos, como *Seeds* (Silverman [s.d.]), ou demasiado estanques, como *Day & Night* (Thompson 1997).

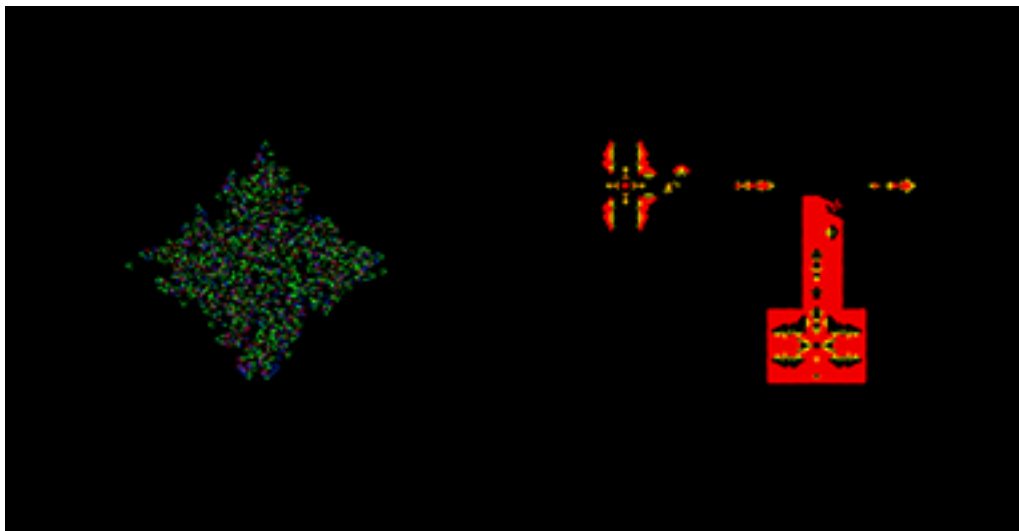


Fig. 3: *Seeds* (Silverman [s.d.]), programa de software; *Day & Night* (Thompson, 1997), programa de software

*Seeds* (Silverman, [s.d.]) potencia a emergência de comportamentos caóticos através de eventos compulsivos de morte e nascimento de células. Ao passo que o *GoL* é simbolizado enquanto B3/S23, *Seeds* é simbolizado enquanto B2/S. Isto significa que no caso do *GoL* uma célula nasce (*born*) com 3 células vizinhas *on* e sobrevive (*survives*) com 2 ou 3; e no caso do *Seeds*, uma célula nasce com 2 células vizinhas *on* e não sobrevive na geração seguinte. Apesar de as células estarem constantemente a morrer, o facto de apenas necessitarem de dois vizi-

nhos *on* para nascer faz com que o ecossistema adote um comportamento de constante crescimento.<sup>25</sup>

Por sua vez, *Day & Night* (Thompson 1997) apresenta um universo de vida estável, sem grandes eventos de crescimento. As suas regras são B3678/S34678. O programa representa um negativo do *GoL* original. Por outras palavras, traduz os estados *on* do jogo original em estados *off* e vice-versa. Consequentemente, os resultados também são a inversão dos resultados do jogo original; padrões que não são absolutamente estanques, mas também não são suficientemente caóticos para gerar eventos de criação e decadência mais pronunciados.

Aos contrário dos exemplos anteriores, o *GoL* consegue contrabalançar eventos caóticos com a estabilidade necessária para que a ‘vida’ evolua de forma equilibrada. Por esta razão é o mais referenciado de todos os autómatos *Life*<sup>26</sup>, servindo de inspiração para vários artistas.

---

<sup>25</sup> Neste caso específico, resultam frequentemente em padrões caóticos que preenchem rapidamente todo o universo de padrões *fénix* — padrões cujas células morrem a cada geração, mas que nunca morrem enquanto um todo.

<sup>26</sup> Veja-se o site dedicado à exploração visual de autómatos da família do *GoL* através da utilização da cor <<http://GoL.collidoscope.com/modernca/lifelikerules.html>>. Permite observar os padrões emergentes das variações *life-like*, de forma a compreender como através da manipulação das regras é possível gerar resultados tão distintos.

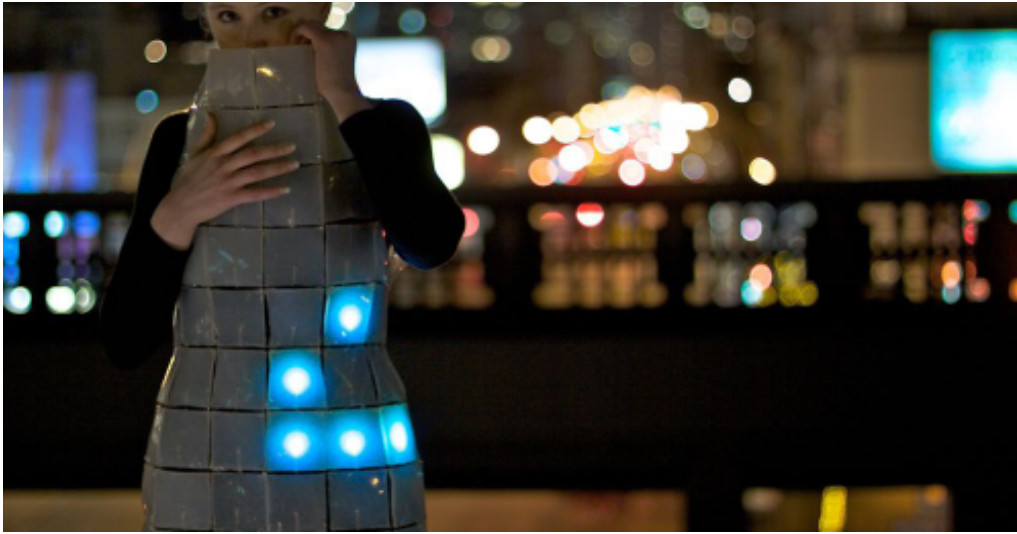


Fig. 4: *Life Dress* (Fuller, 2009), vestido em ‘azulejos’ de 7,5x7,5cm de ‘pele de dragão’ com LEDs brancas embutidas

Muitas das reinterpretações artísticas do *GoL* tendem a ser bastante literais em relação ao programa original. *Life Dress* (Fuller, 2009) é uma peça de *tech couture*, ou tecnologia de alta-costura, exemplificativa disso. Cada azulejo representa um célula cuja luz vai alternando entre estados *on* e *off* de acordo com as regras do jogo original.

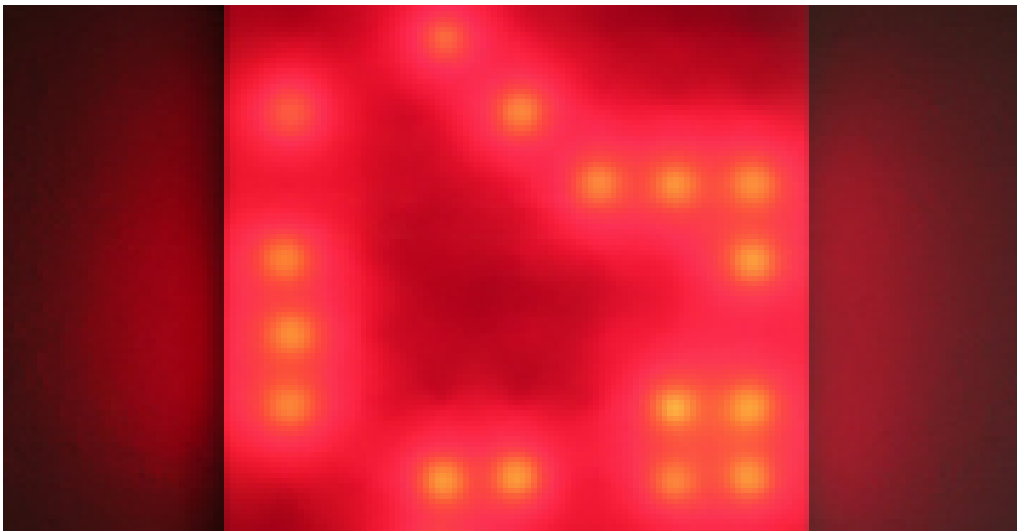


Fig. 5: *Red Life* (Villareal, 1999), 56 lâmpadas vermelhas e software personalizado adaptado do *GoL*

Outro exemplo meramente ilustrativo é *Red Life* (Villareal, 1999) cujo o único elemento introduzido é a cor, sendo que não acrescenta nada relativamente ao potencial criativo das suas regras.



Fig. 6: *Diamond Sea* (Villareal, 2007), LEDs brancas, espelho finalizado em aço inoxidável, software personalizado e hardware eléctrico, 305x457x15 cm

*Diamond Sea* (Villareal, 2007), por outro lado, revela a emergência de comportamentos imprevisíveis a partir de regras simples e assenta sobre os princípios iterativos presentes nos autómatos celulares. O código escrito por Villareal<sup>27</sup> traduz-se em eventos luminosos que evocam formas orgânicas. As regras são manipuladas e adaptadas pelo artista em função dos resultados pretendidos.

---

<sup>27</sup> *Red Life* (Villareal, 1999) marca um ponto de viragem no trabalho de Leo Villareal. O seu interesse pela emergência de padrões luminosos que o *GoL* potencia estende-se a todos os seus trabalhos posteriores. O artista desenvolve a sua abordagem à utilização de luzes *LED* de forma a conseguir produzir fluxos de luz que traduzem cores, formas e intensidades que se asfaltam da estética original do jogo. Villareal é especialmente conhecido pelas suas intervenções no espaço público (ver: <<http://villareal.net/installations/>>).



Fig. 7: *Sound Machines 2.0* (Festo, 2008), instalação sonora inteligente controlada robóticamente que compreende 5 instrumentos compostos por uma única corda que se tocam a si próprios: 2 violinos, 1 viola, 1 violoncelo e 1 contrabaixo.

No entanto, a composição pode também ocorrer ao nível da interacção com a audiência. *Sound Machines 0.2* (Festo, 2012) trata-se de uma versão actualizada da peça original *Sound Machines* (Festo 2007). É um “sistema de composição autónomo” na medida em que ‘ouve’ uma melodia — introduzida pelo utilizador através de um piano *MIDI* ou de um xilofone — e a utiliza para compor e tocar uma nova peça musical. A partir desse *input* inicial o sistema corre autonomamente com base nas suas regras de composição derivadas do *GoL*. Ao contrário do exemplo anterior a estética final não resulta da manipulação directa das regras por parte do artista, mas da exploração criativa do sistema através da experiência interactiva. Ao mesmo tempo, evidencia o seu potencial criativo incluindo uma manifestação sonora.



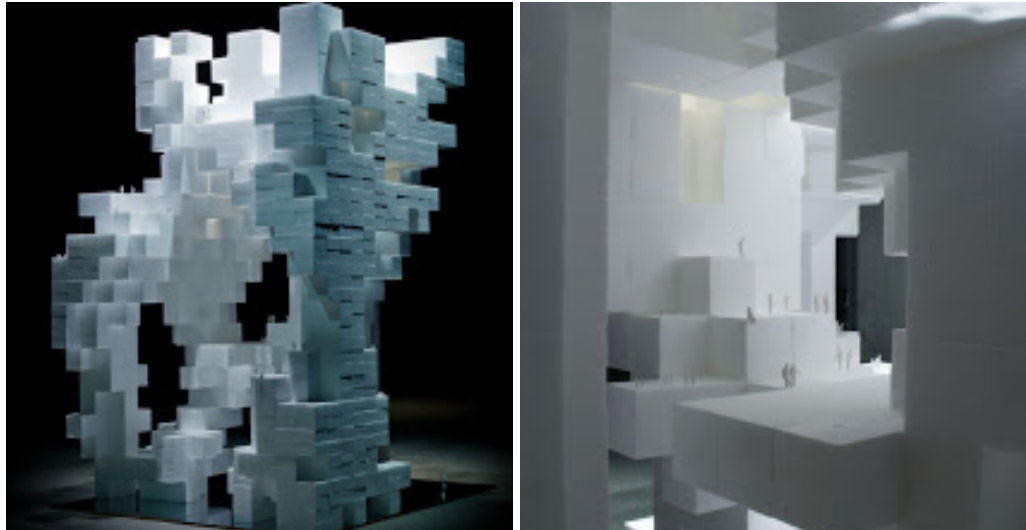
**EXTENSÃO E MATERIALIZAÇÃO PARA O REAL**

Fig. 8: *Game of Space* (Konishi e Sugita, 2011), instalação de cubos de esferovite

O potencial criativo é também extensível para fora do contexto computacional em *Game of Space* (Konishi e Sugita, 2011), uma extensão tridimensional do *GoL*. Trata-se de uma instalação criada a partir de um padrão derivado das regras do jogo original. Extensões virtuais 3D já existem desde *3D Life* (Bays, 1987), uma proposta de *GoL* tridimensional, que usa cubos que se comportam como as células do jogo original. Segundo os autores, o objectivo inicial era explorar as possibilidades arquitectónicas que possivelmente pudessem emergir das regras do *GoL*. À semelhança da *RSM* a ‘composição’ é realizada computacionalmente e posteriormente executada por humanos.<sup>28</sup>

---

<sup>28</sup> Se considerarmos que numa versão tridimensional do jogo cada célula tem 26 vizinhos e não 8, estamos a considerar um grau de complexidade mais elevado ao nível dos processos. Neste caso, a computação torna-se útil na medida em que permite testar e prever resultados possíveis mais rápida e eficazmente, antes da peça ser executada na sua totalidade.

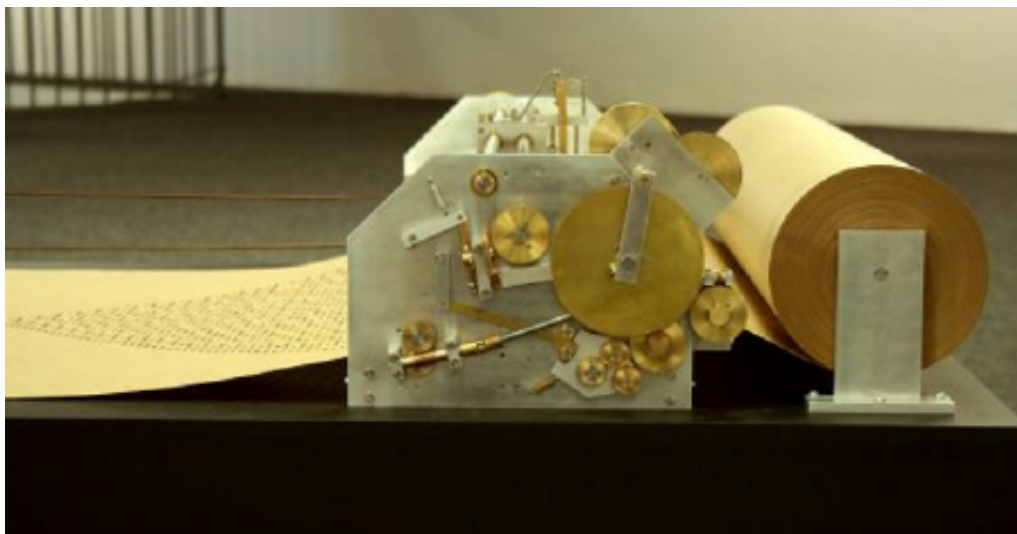


Fig. 9: *Rule 30* (Myskja, 2008), escultura cinética de madeira, metal e papel kraft

Ao contrário dos exemplos anteriores, *Rule 30* (Myskja, 2008) é uma escultura que consiste num gerador puramente mecânico de um autômato celular. Representa aquilo que Stephen Wolfram (2002) denomina de “autômato celular elementar” ou *autômato unidimensional*.<sup>29</sup> Com base na ‘regra 30’ os padrões emergem a partir de pequenos orifícios perfurados pela máquina ao longo de uma folha contínua de papel. O papel impresso desenrola-se a partir de uma ‘roda de alimentação’ para uma outra roda através de um motor eléctrico. O topo da máquina que perfura o papel rege-se segundo as três células da linha anterior àquela a ser perfurada, determinando assim, onde é que o buraco seguinte deve ser perfurado.<sup>30</sup>

---

<sup>29</sup> Wolfram (2002) categoriza o nível de complexidade dos autômatos segundo os seus três elementos principais: *grelha*, *estados* e *vizinhos*. Ao nível dos sistemas mais elementares a *grelha* corresponde a uma linha única de células, o número de estados é sempre dois (0 e 1) e o valor de vizinhos é dois também (as duas células adjacentes).

<sup>30</sup> Este autômato segue o código binário ‘00011110’, que em números decimais corresponde ao número 30. O número 30 é o índice da regra que este autômato específico executa. Considerando que ao todo existem 256 autômatos, é assim que são denominados. A ‘regra 30’ apresenta os seguintes princípios: uma célula *on*, fica *off* na geração seguinte (morre); uma célula *off* com um único vizinho *on*, fica *on* (sobrevive).



Fig. 10: *Cellular Automata Tea Cozies, Rule 30, Rule 109, Rule 110 (Cox, 2008)*, abafadores de chá tricotados a lã

As *Tea Cozies* (Cox, 2008) são outro exemplo de como autómatos unidimensionais podem ser transpostos para diferentes materiais sem recurso à computação. Consistem num conjunto de abafadores de chá que apresentam padrões tricotados a lã. As várias experiências correspondem às regras 30, 109 e 110 e o processo decorre com base num conjunto de instruções definidas pela autora, disponíveis a qualquer pessoa que pretenda executá-las. No seguimento destas regras, dois fios de cores distintas, correspondentes a dois estados possíveis, vão-se alternando desenhando, assim, os padrões tal como aconteceria computacionalmente. O recurso a sistemas simples justifica-se, neste caso, pela maior facilidade e eficiência na aprendizagem e execução humanas.

## PERFORMATIVIDADE HUMANA



Fig. 11: *Game of Life* (Bender e Lewenstein, 2012), peça de teatro

A execução humana de regras é um dos aspectos que se procura explorar neste trabalho, portanto consideremos algumas reinterpretações do *GoL* que implicam a *performance* humana. *Game of Life* (Bender e Lewenstein, 2012) trata-se de uma peça de teatro que conta a história de cinco pessoas, explorando o contraste entre estados individuais e colectivos através de relações de codependência. As regras do *GoL* são utilizadas para gerar movimentos e condicionar o que pode ou não ser feito no espaço de uma grelha quadrangular desenhada no chão do palco. Cada personagem tem um estado inicial, uma actividade ou situação característica da sua vida ou da sua personalidade. Ao longo da peça as histórias das várias personagens cruzam-se criando relações de causa e efeito a partir de pequenas interacções, como por exemplo, trocas de palavras-chave e movimentos ao longo da grelha. A emergência apenas surge enquanto conceito pela forma como pequenas decisões da nossa vida podem afectar aqueles que nos rodeiam e vice-versa. Trata-se de um exemplo meramente ilustrativo que demonstra os princípios do jogo segundo uma perspectiva sociológica. No entanto, existe um código delegado (guião) que descreve as acções e que é interpretado e executado pelos vários agentes.



Fig. 12: *Déboulerait* (He, 2010), performance musical

*Déboulerait* (He, 2010) consiste, igualmente, numa sequência de eventos que guia os *performers* ao longo de um evento. Os *performers* vão improvisando com base nos *outputs* visuais que emergem nos seus instrumentos. Trata-se de uma composição em tempo real, que resulta numa interpretação reactiva do sinal dado pelo sistema computacional. É restringida a comandos simples que desencadeiam acções e nesse sentido, aproxima-se da *RSM*, ainda que os *performers* não explorem a expressão corporal.



Fig. 13: *[Radical] Signs of Life* (Donnarumma, 2013), performance multimédia, coreografia composta em tempo real, variando entre 60 e 90 minutos consoante a sequência de eventos

Por sua vez, *[Radical] Signs of Life* (Donnarumma, 2013) proporciona uma experiência de dança interactiva que tem como base princípios de sistemas auto-organizados emergentes. A música é gerada a partir do corpo dos bailarinos nos quais são aplicados dois sensores *Xth Sense*; uma tecnologia que capta ondas sonoras mecânicas produzidas pela contracção dos músculos. Os movimentos são processados e traduzidos em música em tempo real e, posteriormente, todos os dados extraídos da composição musical emergente são transformados em imagens projectadas em vários ecrãs móveis. Existe ainda um sistema que capta movimentos da audiência, permitindo que esta interaja com as imagens através dos seus próprios movimentos, e que assim participe na narrativa. Cinco bailarinos agem de acordo com três níveis de regras pré-definidas<sup>31</sup>. No primeiro nível, correspondente ao *GoL*, movem-se individualmente ao longo do espaço ‘colidindo’ com territórios demarcados no chão e alterando os seus estados e os dos seus pares. Este exemplo difere dos anteriores ao explorar o potencial da *performance* humana com base num conjunto de regras fixas a partir das quais a composição emerge, tal como acontece na *RSM*. São as acções dos *performers* que, juntamente com as acções da audiência, controlam a ‘máquina’ em tempo real.

---

31 O primeiro nível trata-se de uma adaptação do *GoL* que permite aos bailarinos interagirem entre si, variando entre estados de solidão e fome. Os níveis seguintes, são inspirados na teoria Hebbiana sobre a adaptação dos neurónios ao longo do processo de aprendizagem e no processo estocástico desenvolvido por Andrey Markov. Estes níveis, apesar de representarem princípios distintos do *GoL* proporcionam a emergência de comportamentos em grupo e de dinâmicas de liderança entre os vários elementos que resultam em eventos de crescimento e decadência.



## INTERACÇÃO ENTRE HUMANO E MÁQUINA



Fig. 14: *Evil/ Live 02* (Vorn, 2002), instalação composta por 3 matrizes de alumínio (com 64 lâmpadas de halogéneo cada) e 4 altifalantes (3 colocados por detrás das matrizes e 1 colocado no extremo oposto da sala)

Ao nível da reactividade, *Evil/ Live 02* (Vorn, 2002)<sup>32</sup> representa uma tentativa de aproximação entre humano e máquina com recurso ao GoL. Os padrões de luzes são controlados por um computador programado segundo as regras do jogo. Através de um *joystick* e de um botão ‘caos’ posicionado em frente à instalação, a audiência pode desencadear padrões de som e luz. Esse *input* altera os estados das células criando uma mutação constante. No entanto, a impossibilidade de controlar o sistema com precisão limita a reactividade. Apesar da peça evocar a imersão num espaço luminoso e sonoro, a imposição do *hardware* como dispositivo de interacção acaba por afectar o efeito de imersão.

---

<sup>32</sup> Trata-se de uma versão melhorada da versão original *Evil/ Live* (1997) que posteriormente foi aperfeiçoada para *Evil/ Live 03* (2004).

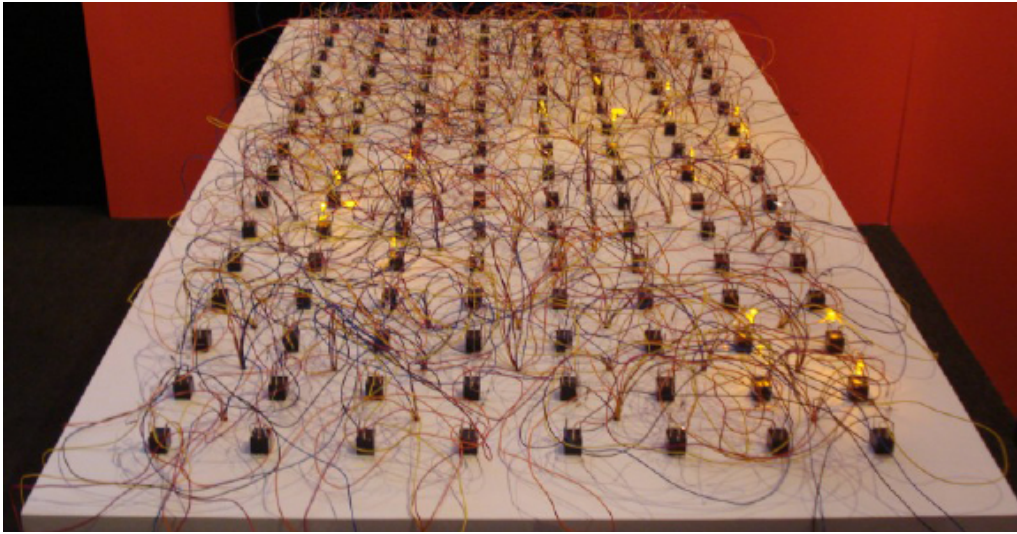


Fig. 15: *Game of Life* (Nuñez, 2008),

Por outro lado, *Game of Life* (Nuñez, 2008) consiste numa instalação que reage directamente ao movimento. Permite ao espectador intervir na sequência de eventos dos organismos emergentes através do gesto. Ao gesticular sobre a peça, começam-se a ver padrões de luzes a acender e apagar com base na regras do GoL, evidenciando-se a ligação entre o movimento corporal e os resultados.

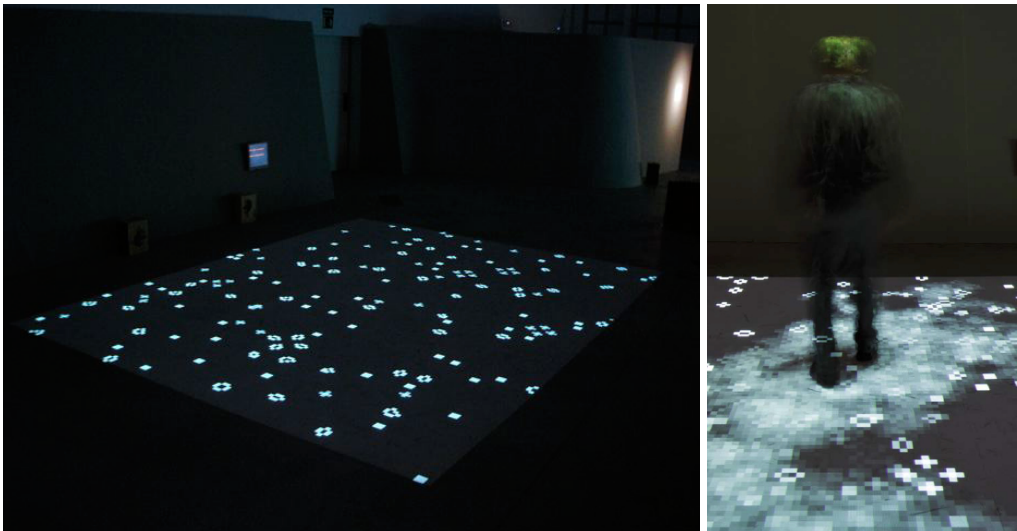


Fig. 16: *Floor Life* (Torre, 2008), instalação interactiva (visual e sonora) realizada com base no algoritmo do GoL



*Life Floor* (Torre, 2008) é também exemplo de uma instalação que permite a aproximação do corpo ao virtual com base no *GoL*. Mesmo ao nível da intervenção na narrativa do sistema, o utilizador segue a mesma lógica de alteração do estados das células para despoletar eventos. Isto leva a que o desencadear das gerações do sistema sejam meramente consequentes desse primeiro *input*<sup>33</sup>.

## GOL ENQUANTO UM JOGO

A activação e desactivação de células é também uma estratégia recorrente em jogos derivados do *GoL*. Este, apesar do seu nome, não representa um jogo na verdadeira acepção do termo quando o consideramos no âmbito dos *game studies*. Isto porque, não proporciona um dos mais importantes prazeres dos jogos: a competitividade resultante da interacção do jogador com o sistema ou com outros jogadores. Podemos, no entanto, encontrar variações do *GoL* que exploram esta dimensão. A maioria das versões para dois jogadores assentam sobre os mesmos princípios do *Immigration Game* (Woods, 1971). Trata-se da primeira versão do *GoL* que apresenta dois estados *on* diferentes, representados pelas cores branco e preto. As regras são exactamente as mesmas do jogo original mas com uma pequena diferença: quando uma célula nasce, esta deve adoptar a cor correspondente à da maioria das células que a circunscrevem. Cabe a cada jogador definir um padrão inicial de células da sua cor, que a cada geração que passe sobreviva ao padrão criado pelo seu adversário com base no algoritmo do *GoL*.

---

<sup>33</sup> Quando o participante entra na zona de interacção, de *Floor Life* (Torre 2008), fica imerso na representação virtual do jogo, interagindo com o ecossistema e intervindo no desenvolvimento das gerações, tal como acontece nos exemplos anteriores. À semelhança dos mesmos está limitado a um único parâmetro de interacção: a posição espacial.

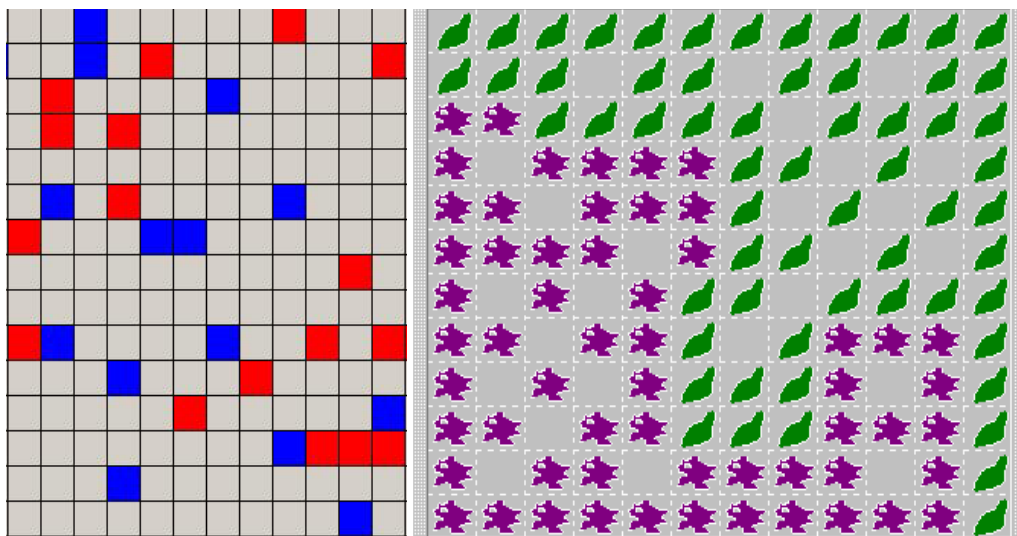


Fig. 17: *LifeGenesis* (Microsoft, 1990), programa de software; *Cell War* (Funk, 1992), programa de software

Nas primeiras versões computacionais para dois jogadores como, por exemplo, *Life Genesis* (Microsoft, 1990) e *Cell War* (Funk, 1992), a disputa por células enquanto forma de sobrevivência no jogo revela-se recorrente. No primeiro exemplo, cada jogador, na sua respectiva jogada, deve desactivar uma célula inimiga que se encontre *on* e activar uma *off* para uma da sua cor. Após cada jogada a ‘vida’ avança uma geração e o jogo termina quando as células respectivas a um dos jogadores forem completamente eliminadas. No segundo, as regras são muito semelhante às do *Immigration Game*, com a pequena diferença de que, alternadamente, cada jogador vai adicionando células da sua respectiva cor, de forma a proporcionar maior controlo.

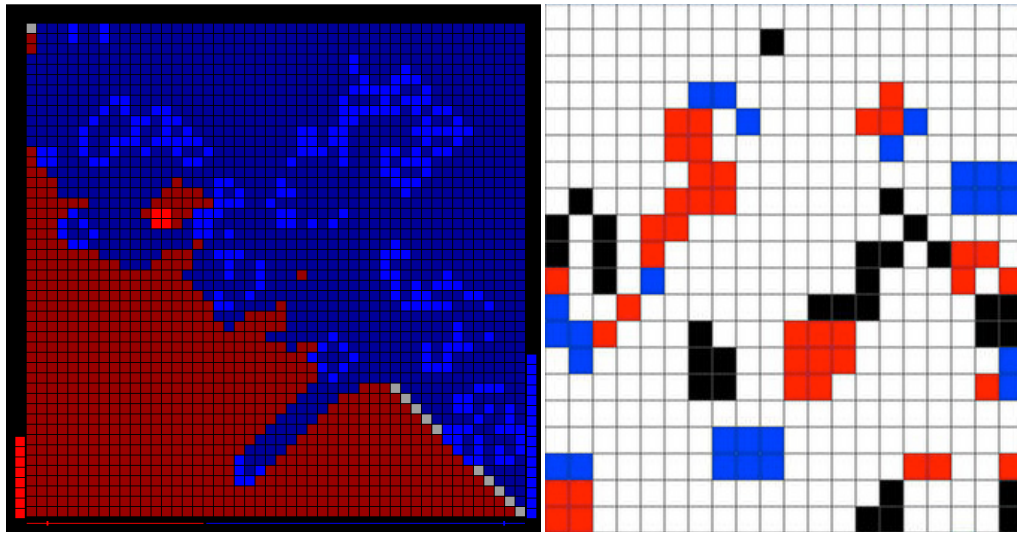


Fig. 18: *Life as War* (Hooijmeijer, 2008); *Game of Life Versus* (Swanson, 2013)

Versões mais recentes para dois jogadores como *P2Life* (Levene e Roussos, 2002) e *Life as War* (Hooijmeijer, 2008), ou ainda mais recentes que abarcam mais jogadores, como por exemplo aplicações Apple como *Game of Life Multiplayer* (Headgasket, 2011) e *Game of Life: Versus* (Swanson, 2013), parecem assumir a mesma estratégia. Tudo se resume a conquistar o maior número de células possível enquanto consequência da exterminação das células adversárias. Apesar de representarem pequenas variações ao nível dos princípios de nascimento, morte e sobrevivência, a disputa pelo maior número de células parece a forma mais eficaz em transmitir o prazer pela competição. Resume-se a uma espécie de conquista territorial, daí o termo “war” (guerra) ser utilizado na denominação deste tipo de reinterpretações.

### 2.3. CONCLUSÕES E PRINCÍPIOS A UTILIZAR

#### MATARISAMA ENQUANTO UMA REINTERPRETAÇÃO CRIATIVA

Perante estes exemplos revê-se a potencial tradutibilidade do código do *GoL* tanto ao nível computacional como não-computacional. Segundo Berry (2008), é esta “qualidade tradutória (...) que realça as fortes qualidades remediativas da representação digital”. O autor ilustra esta ideia associando a ideia de “simulação-revertida” de Miwa à ideia de “remediação-revertida” de Bolter e Grusin (1999), pela forma como esta coloca em evidência as estruturas lógicas dos *media* em oposição à *imediácia*. Ambas as abordagens partilham a intenção em expor o processo e são utilizadas para compreender o código enquanto um artefacto processual e performativo (não estático). O autor defende que a peça *Matarisama*, ao ser traduzida do contexto computacional para o humano, se torna “performativa em vez de composicional”, uma vez que apresenta falhas ao nível: (1) da *composição*, uma vez que Miwa adapta a lógica do operador *XOR* aos propósitos da composição, tornando-a numa operação vagamente baseada no mesmo; (2) da *reversão da simulação*, uma vez que requer uma agência externa para a sincronização do processo, ao contrário do que acontece na versão original; (3) da *transparência do processo*, pela forma como determinadas operações são ocultadas (i.e. o estado inicial dos participantes); (4) e da *mediação do código*, feita pelos participantes através de uma tradução não-exacta do código delegado em código prescritivo (Berry, 2008).

O autor conclui que à semelhança das outras composições *RSM*, esta peça não é baseada numa “colagem passiva ou convencional de circuitos” mas numa “reinterpretação criativa” dos mesmos. Se o resultado não é verdadeiramente uma implementação fiel de uma composição programada, então não é verdadeiramente uma remediação-revertida ou simulação-revertida, mas antes um *simulacro-revertido*. A criatividade ocorre ao nível das capacidades performativas dos *performers* que preenchem a falha composicional da peça.

## GOL ENQUANTO UMA REINTERPRETAÇÃO CRIATIVA

De acordo com esta ideia, a componente prática deste estudo é essencialmente uma reinterpretação, mais do reversão, dos princípios do *GoL*. Esta tem em consideração os três aspectos da *RSM*: (1) a *geração baseada em regras*, neste caso as do *GoL*; (2) a *interpretação humana*, que irá dar espaço à criatividade e performatividade; (3) e a *denominação* ou atribuição de significado às acções performadas, através de um componente computacional. Procura assim pôr em evidência a noção de *reinterpretação humana*.

Nesse sentido propõe-se uma adaptação ao algoritmo do *GoL* de forma a que este corresponda aos eventos de criação, decadência, estabilidade e instabilidade pretendidos.

Ao nível da *reversão da simulação* define-se um sistema paralelo: uma *layer* computacional que irá fornecer *inputs* ao sistema não-computacional de forma a que este possa operar. Esses *inputs* correspondem às respostas ao movimento das pessoas no espaço. Funcionam como um código de instruções que vai sendo gerado em tempo real, de forma a evidenciar a mediação entre o código delegado e o código prescritivo performativo.

Tendo em conta sistemas como, *Diamond Sea* (Villareal, 2007) ou *Floor Life* (Torre, 2008), acreditamos que a forma mais eficaz de evidenciar a falta de *transparência do processo* é proporcionando o prazer de imersão. Para tal, recorreremos às regras implícitas enfatizando a dependência do código delegado na mediação humana. Assim, partimos de um código delegado inicial adaptado das regras do *GoL*, que deverá resultar em duas interpretações distintas codependentes. O objectivo é condicionar os comportamentos da *layer* real através da mediação da *layer* computacional, que por sua vez também só é capaz de realizar essa mediação quando recebe *input* do real.

Como sabemos, a interpretação humana não é absolutamente previsível ou uniforme. A *mediação do código* computacional para o não-computacional irá sempre tratar-se de uma reinterpretação, que implica ‘falhas’ nessa tradução.

Tencionamos colocá-las em evidência na medida em que são preenchidas pelas qualidades humanas, como a criatividade, a imaginação e a sensibilidade emocional. O objectivo é testar qual o seu papel na experiência e resultados da obra.

### PRINCÍPIOS A UTILIZAR NA CONSTRUÇÃO DA EXPERIÊNCIA ESTÉTICA

Este trabalho pretende assim ir ao encontro dos prazeres emergentes do *play*, definidos por Edmonds e Costello (2007:79-82). Neste caso procura-se evidenciar a *simulação*, *exploração*, *camaradagem*, *descoberta* e *criação*, aos quais é acrescentado o prazer de *imersão*, através da interacção colectiva. Retiramos de um conjunto de exemplos de sistemas auto-regulados estratégias a serem adaptadas na construção dos prazeres propostos.

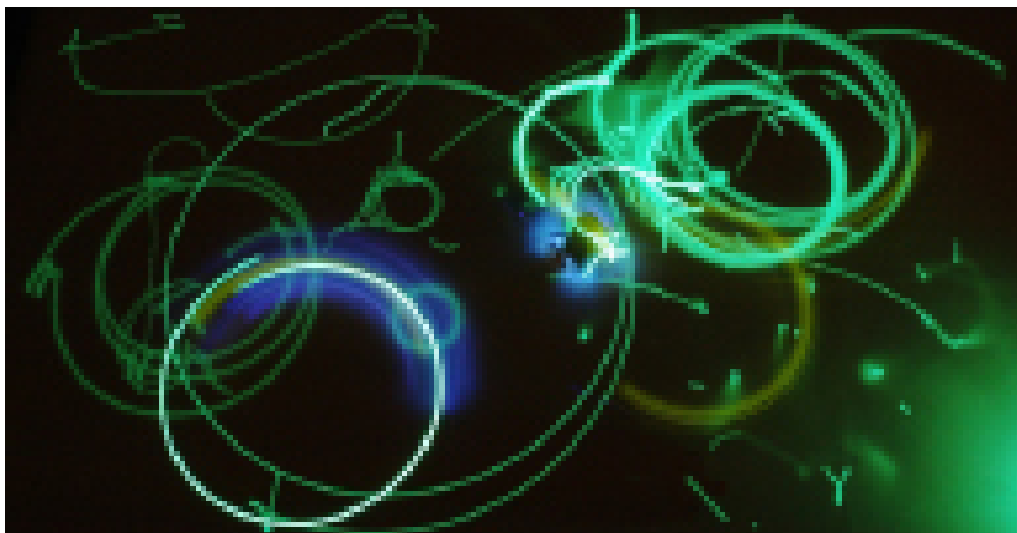


Fig. 19: Lumibots (Kronemann, 2009-2011), Instalação constituída por vários robots, cada um composto por um micro-processador, sensores de luz e colisão e LEDs UV, que se deslocam numa superfície fosforescente, 100 x 200 cm

O prazer da *simulação* pode emergir a partir de sistemas como o *GoL* que recorrem a princípios utilizados em disciplinas como a Inteligência Artificial e a Robótica. *Lumibots* (Kronemann, 2009-2011) é uma instalação exemplificativa deste tipo de sistemas. É composta por um conjunto de 9 *robots* autónomos que ao interagirem uns com os outros emergem padrões visuais complexos. Cada *lumibot* rege-se segundo duas regras de interacção: segue a luz (quando mais forte mais atrai) e muda de direcção após colidir com outro *lumibot*. Segundo

Kronemann os comportamentos dos *robots* seguem um *Ant Colony Optimization algorithm*, isto é, um algoritmo que consiste numa técnica computacional assente nos comportamentos das colónias de formigas no mundo natural. O artista explica que da mesma forma que as formigas deixam rastos de feromonas, os *Lumibots* deixam rastos de luz que funcionam como uma espécie de memória externa. Esse rasto de luz, à semelhança das feromonas vai-se dissipando ao longo do tempo, de forma a que os rastos mais recentes se sobreponham sempre aos outros. A utilização de algoritmos genéticos é recorrente neste tipo de sistemas que envolvem *inteligência de enxame* (*swarm intelligence*); perceptível em comunidades animais que operam em grupo (i.e. formigas, peixes, pássaros, etc.) cujos agentes individuais não são dotados de muita inteligência, mas juntos, resultam num todo maior que a soma das partes, a partir do qual emerge complexidade.

A *layer* computacional do trabalho procura dar ênfase à noção de simulação de comportamentos orgânicos. Assim sendo, as entidades devem assumir regras simples de atracção e repulsão semelhantes às dos *Lumibots*. Da mesma forma que os *Lumibots* são atraídos pela luz e ‘repelidos’ pelos seus pares perante um evento de colisão, estas devem ser atraídas pelos estados *on* e repelidas pelos estados *off* das entidades assumidas na *layer* não-computacional<sup>34</sup>. O objectivo é criar um espaço onde essas entidades possam gerar organismos que crescem, se reproduzem e se deterioram, numa analogia mais próxima às leis da vida do *GoL*. Deverão assumir a forma de pequenos pontos ou partículas demonstrando como a partir da sua simplicidade pode emergir complexidade visual.

---

<sup>34</sup> Este tipo de comportamentos remete para modelos computacionais de simulação como *Boids* (1986) de Craig Reynolds que simula comportamentos animais, como bando e cardumes, a partir de regras simples de separação, alinhamento e coesão em função das distâncias e ângulos em que os vários elementos se encontram (ver: <<http://GoL.red3d.com/cwr/boids/>>).



Fig. 20: *Remote Berlin* (Kaegi, 2013), sound walk

Por outro lado, o prazer de *exploração* surge no contexto deste trabalho associado ao da *imersão*. *Remote X* (Kaegi, 2013)<sup>35</sup> trata-se de uma *performance* na qual os participantes se encontram imersos no espaço público através de uma exploração involuntária. A peça pretende questionar a nossa condição no mundo enquanto indivíduos e enquanto um colectivo, obrigando todos os participantes a manterem-se unidos. Obriga os mais frágeis e lentos a acompanharem o ritmo dos mais rápidos e estes a optar por esperar ou não por eles. Ao longo deste processo algumas pessoas podem ficar para trás, como acontece na ordem natural da vida. Isto porque quem se afasta do grupo vai perdendo o sinal de rádio dos auscultadores, deixando aos poucos de ouvir a voz que guia e consequentemente perdendo-se do resto do grupo. Trata-se de uma estratégia utilizada para manter o grupo unido. A imersão está condicionada por estados de proximidade e isolamento.

---

<sup>35</sup> *Remote X* (2013) consiste numa peça performativa composta por cinquenta participantes que são guiados numa viagem pela cidade como se tratasse de um 'filme' no qual são os protagonistas. O seu percurso é controlado através de instruções que lhes vão sendo transmitidas por controlo remoto. A cada participante são atribuídos uns auscultadores que emitem uma voz sintética que os guia. O objectivo é que se deixem emergir no espaço e na narrativa que lhes é sussurrada ao ouvido, sem que tenham qualquer poder de decisão sobre as suas acções.



Numa experiência em grupo a proximidade e o esforço em comum para atingir um objectivo é fulcral, daí fazermos distinções entre estados *on* no qual a entidade encontra-se no espaço interactivo dentro do grupo, estados *in* em que a entidade encontra-se no espaço interactivo mas fora do grupo, e estados *off* em que a entidade não participa de todo na experiência. Na nossa abordagem à imersão as regras estarão implícitas e cabe aos próprios explorarem-nas através da tentativa e erro. O objectivo não é o *performer* estar ocupado a perceber a mecânica do jogo mas deixar-se envolver pelos sinais enviados e recebidos.



Fig. 21: *Pong Experiment* (Carpenter, 1991), still do documentário *Watched All Over by Machines of Loving Grace* de Adam Curtis (2011 )

Neste contexto o prazer de *camaradagem* surge directamente associado aos de *descoberta* e *criação*. A *Pong Experiment* (Carpenter, 1991)<sup>36</sup> é exemplificativa de um ambiente condicionado a partir do qual emergem comportamentos colectivos de forma inconsciente e auto-organizada..

<sup>36</sup> Em *Pong Experiment* (1991), Loren Carpenter decide dividir a audiência de uma sala em dois grupos atribuindo a cada pessoa uma 'raquete' com um lado verde e outro vermelho. Na tela à sua frente surgiam projectados os pontos verdes e vermelhos correspondentes a cada raquete. Intuitivamente as pessoas começaram a associar as cores projectadas com as das respectivas raquetes à medida que as agitavam no ar. Após esta primeira aproximação à interface foi projectado o jogo *Pong* com dois cursores correspondentes a cada um dos grupos de pessoas. Apesar de isto não ser um dado adquirido, rapidamente as pessoas perceberam que quando agitavam as raquetes no ar o cursor subia e descia consoante a cor que escolhiam mostrar. Deduziram que esta operação se tornava mais eficaz quando feita organizadamente, pois eram necessários o número certo de vermelhos e verdes para que o cursor ocupasse a posição correcta, impedindo a bola de passar

Este trabalho propõe uma abordagem semelhante na medida em as regras não são explícitas inicialmente, ou dadas como adquiridas. Os comportamentos das partículas devem condicionar a *layer* não-computacional do sistema conduzindo-a a produzir os comportamentos pretendidos.

Propõe-se ainda uma experiência interactiva colectiva a fim de suscitar o prazer da *camaradagem*. A interacção conjunta permite aos participantes perceberem o trabalho através da entreaajuda, seja partilhando realizações ou observando os comportamentos uns dos outros. Para além disso também contribui para que os participantes estejam mais desinibidos e dispostos a interagir de uma forma mais sociável e lúdica (*playful*) (Costello & Edmonds, 2007:82-83).

Outro prazer que procuramos explorar é o da *descoberta*. Um trabalho que evoque este prazer deve focar-se na incerteza, isto é, na abertura e ambiguidade de forma a dar espaço à criação de vários significados. A interpretação individual torna a experiência muito mais pessoal e emotiva, possivelmente também derivado do facto de não existir pressão em entender o trabalho, pois não existe um objectivo concreto (Costello & Edmonds, 2007:89). A experiência colectiva não pretende de maneira alguma anular a experiência individual, mas apenas acelerar o processo de descoberta e ao mesmo tempo tornar a experiência mais lúdica.



Fig. 22: *UP: The Umbrella Project* (MIT CSAIL e Pilobus, 2013), performance colectiva composta por guarda-chuvas interactivos que alteram a sua cor de acordo com 3 LEDs (vermelha, azul e verde) diferentes

*UP: The Umbrella Project* (MIT CSAIL e Pilobu, 2013) é uma *performance* que ilustra a ideia de criação colectiva. Trata-se de uma experiência que estuda comportamentos colectivos de pessoas para os aplicar à robótica. Cabe a cada participante seleccionar manualmente as cores (estados) que pretende que o seu guarda-chuva adopte. De forma auto-organizada começam a emergir formas mutáveis e comportamentos lúdicos resultantes da criação colectiva. No nosso projecto o prazer de *criação* deve emergir, igualmente, da liberdade de movimentação e autonomia de cada entidade em definir arbitrariamente o seu estado ao longo das gerações. Os comportamentos arbitrários da *layer* real vão permitir manipular criativamente os da *layer* computacional.

Outras estratégias a serem também utilizadas são:

- A simulação do *movimento browniano* nas partículas; um movimento contínuo aleatório e fluído, que lhes permite assumir uma identidade mais orgânica<sup>37</sup>.

<sup>37</sup> O movimento descreve o comportamento que uma partícula adoptaria ao cair na água, segue uma direcção aparentemente aleatória mas que no entanto resulta das forças físicas que as várias moléculas da água exercem sobre ela. É frequentemente utilizada em sistemas cuja organização é caótica ou semi-caótica. É aqui simulada computacionalmente.

- A simulação de *efeitos cumulativos de tempo*, de forma a acentuar a emergência de comportamentos em eventos mais perceptíveis.
- A simulação de *eventos de criação e destruição*, com o objectivo de pôr as regras em evidência.

### 3. PROJECTO PRÁTICO

#### 3.1 META-CÓDIGO

O primeiro passo para a concretização do projecto prático foi a definição do conjunto de regras e princípios, que designamos metaforicamente por *meta-código*. Considerando as duas *layers* constituintes do sistema, revelou-se útil definir cada uma delas na forma como operam individualmente e em função uma da outra. Ambas apresentam populações homogéneas. Uma dessas populações é real, composta por pessoas — os participantes que interagem com a *layer* computacional — e a outra é simulada, composta por pequenas partículas — pequenos ‘seres’ que habitam esse ‘mundo’ paralelo. Esta requer que exista pelo menos uma pessoa em jogo para que as partículas sejam activadas. Estas *layers* são codependentes através de uma troca de informação cíclica. Sem o *input* inicial da *layer* real, a *layer* virtual não se manifesta e assume o jogo como terminado quando o número de pessoas fica reduzido a o.

As entidades de ambas as *layers* variam entre estados. Os estados das partículas estão dependentes dos estados das pessoas de forma a influenciar o seu comportamento. O estado *in*, é o estado que uma pessoa assume quando está dentro da ‘área de interacção’ e a partir do qual gera partículas que passam a habitar o espaço. O objectivo definido para cada pessoa é activar o seu estado *on* e para tal necessita adquirir uma ou mais entidades vizinhas. Esta regra é

baseada nos princípios de sobrevivência do *GoL*, reajustados aos propósitos do projecto da seguinte forma:

1. Uma pessoa *off*, quando entra dentro da área de interacção fica *in* (nasce);
2. Uma pessoa *in* com 0 vizinhos mantém-se *in* (isola-se/ sobrevive);
3. Uma pessoa *in* com 1 a 3 vizinhos fica *on* (cresce/ reproduz-se);
4. Uma pessoa *on* com mais de 3 vizinhos *in* ou *on* fica *in* (explode/ sobrevive);
5. Uma pessoa *in* ou *on* quando sai da área de interacção, fica *off* (morre).

À semelhança do *GoL* o sistema actualiza o estado de cada célula em função dos estados dos seus vizinhos. Quando uma entidade real se encontra *on* activa um *atractor* de partículas; este cresce em força consoante o seu tempo de activação e o número de vizinhos adjacentes. Várias pessoas juntas formam entidades compósitas. Quanto mais entidades simples constituírem essa entidade compósita, maior a sua força de atracção e consequentemente maior o número de partículas que vai aglomerar. Sempre que uma nova entidade simples é adicionada a uma entidade compósita já existente, ocorre um evento de multiplicação de partículas, mas se o número de vizinhos de alguma for superior a três, ocorre um evento de explosão. Por outro lado, se uma entidade já constituinte da entidade compósita se isolar dos seus vizinhos volta ao seu estado *in* inicial, destruindo as partículas que gerou e reduzindo a sua força de atracção a 0. Só dizemos que uma entidade está *off* quando esta sai para fora da área de interacção.

Quanto aos estados das entidades simuladas estão dependentes dos estados das entidades reais. Sempre que uma entidade real *on* atrai partículas dizemos que estas estão *on*, e sempre que uma entidade real *in* as repele dizemos que estão *off*. Ao nível da interacção a troca de informação entre *layers* é constante e ocorre em tempo real, o que torna as suas relações de causa e efeito significantes. No entanto, ao nível da troca de dados o sistema é limitado a um único parâmetro; a *layer* virtual apenas lê o posicionamento espacial das entidades reais. O jogo assenta num mapeamento dos comportamentos emergentes de ambas as *layers*. Não tendo um objectivo final, a sua jogabilidade assenta na gestão desta sequência de eventos.

### 3.2. IMPLEMENTAÇÃO

A implementação do *meta-código* segue a lógica composicional da *RSM*. O sistema foi, num primeiro momento, desenvolvido ao nível computacional numa abordagem exploratória que permitia a identificação e resolução de problemas de forma progressiva, até atingir um estado ideal. Resulta numa aplicação computacional que pode ser utilizada exclusivamente como tal. Esta foi posteriormente adaptada a uma instalação no espaço real, de forma a testar se os mesmos princípios se aplicam fora do computador. O *software* utilizado foi *Processing 2.0*, uma linguagem de programação desenvolvida particularmente para a criação artística.<sup>38</sup> De forma a servir os objectivos deste trabalho, o código foi desenvolvido de forma a ser executável segundo dois modos: *modo rato* (versão computacional) e *modo câmara* (versão da adaptação ao espaço real).

---

<sup>38</sup> *Processing* (2002) foi desenvolvido por Ben Fry (*MIT Media Lab*), Casey Reas (*UCLA*) e o *Interaction Design Institute Ivrea*. “Integra uma linguagem de programação, ambiente de desenvolvimento e metodologia de ensino numa estrutura unificada para a aprendizagem. (...) Permite às pessoas fazer uma transição suave de iniciante a programador avançado” e “torna possível introduzir a programação no contexto da arte e design e também abrir conceitos de arte electrónica a um público de programação” (Fishwick 2006, 204). Ver também: <<http://processing.org>>.

### 3.2.1. MODO RATO

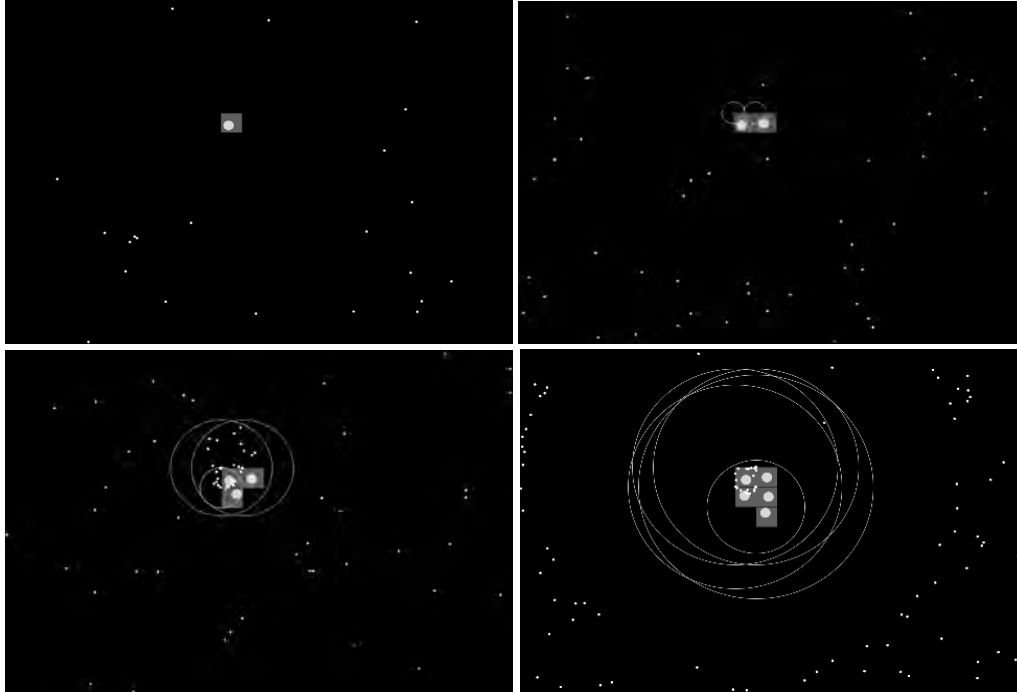


Fig. 23: Frames da aplicação computacional do meta-código

Nas imagens acima os círculos preenchidos a branco simulam a localização das entidades reais; os quadrados cinzentos as células activadas por essas mesmas entidades; os círculos brancos não-preenchidos a área de alcance que a atracção de cada uma dessas entidades tem; e os pontos brancos as partículas que vagueiam pelo espaço. A *board* (espaço a negro) tem uma dimensão de 1200 x 800 px e é composta por uma grelha invisível de 30 x 20 células que à semelhança do *GoL* pode ser reajustada a qualquer dimensão. Quando o sistema detecta que uma célula foi preenchida esta é activada e consequentemente pintada de cinzento. Sempre que uma pessoa é introduzida são geradas 20 partículas que passam a existir no espaço.

No *modo rato* o clique substitui a entrada da pessoa, que pode ser recolocada ou eliminada. Perante uma célula activa o sistema verifica se existem células adjacentes também activas e, nesse caso, activa o seu atractor. O raio do atractor varia entre os 0 e os 600 px com base na sua força de atracção, raio de alcance e



duração do estado *on*. Quanto maior o raio, maior a sua força de atracção e portanto mais partículas atrai. Este atractor varia consoante o número de vizinhos que vão sendo adicionados. Se a uma entidade com um vizinho for adicionado outro, o raio do atractor e o número de partículas que detém multiplicam por dois. As regras aplicam-se a todas as entidades individualmente, podendo existir entidades compósitas constituídas por inúmeros agentes. Sempre que esse limite não é respeitado o sistema responde com um evento de explosão e todas as partículas recolhidas até ao momento são repelidas; o atractor é transformado num repelidor. As partículas movimentam-se a uma velocidade constante, deixando-se afectar por estas forças que vão crescendo e se dissipando ao longo do jogo.

Com o intuito de tornar estas entidades mais orgânicas, foi-lhes atribuído um movimento *browniano* de segundo grau. A cada ciclo o vector de velocidade é afectado com uma variação de mais ou menos 5°. A direcção que seguem é *random*<sup>39</sup>, isto é, pode variar entre os 0 e os 360° e assumem um *movimento toroidal*<sup>40</sup>. Este movimento restringe as partículas às dimensões do ecrã impedindo que fiquem presas nos cantos. O movimento toroidal assume que o espaço tem uma forma anelar: quando uma partícula sai do lado direito do ecrã volta a reaparecer do lado esquerdo.

### 3.2.2. MODO CÂMERA

Na adaptação à câmara mantêm-se os mesmos princípios. A única variante são as entidades reais que em vez de representadas pelos círculos preenchidos a branco surgem representadas pela imagem da própria entidade captada através de uma câmara. Esta deve ser posicionada perpendicularmente ao chão,

---

<sup>39</sup> Como Ira Greenberg afirma a utilização da aleatoriedade em *Processing* é uma forma eficaz de gerar efeitos orgânicos, ou seja, é “uma maneira (fácil) de introduzir algum caos num processo que de outra forma seria altamente previsível” (Greenberg, 2007:49).

<sup>40</sup> Os toroides ou toros são figuras geométricas de forma anelar que podem ser comparados a câmaras de ar na medida em que representam espaços tridimensionais que podem, inclusivamente ser simulados em *Processing* (ver: Greenberg, 2007:662-672). O movimento toroidal, por sua vez, trata-se de um movimento circular condicionado pelas características de um espaço desta natureza.

ajustando as pessoas às células num enquadramento visual semelhante ao da versão computacional. A imagem da câmara e consequente resposta do sistema surge projectada numa tela/parede em frente à área de interacção permitindo a observação das relações de causa e efeito entre os movimento do participante e a representação virtual em tempo real.

### 3.3. TESTAGEM

#### 3.3.1. ESPAÇO



Fig. 24: *Projector e câmara (esq.); Tela de projecção e área de interacção (dir.)*

A implementação e testagem da versão *modo câmara* foi feita numa sala<sup>41</sup> que dispunha de um projector e tela de projecção, e permitia que a câmara<sup>42</sup> fosse colocada a cerca de 4 m de altura, captando uma área com cerca de 2 x 3 m. Essa área de interacção foi demarcada, para que os participantes conseguissem identificar os seus limites.

<sup>41</sup> A experiência foi realizada na sala 4.11 da FBAUL. Foi igualmente realizada uma primeira experiência no auditório da FBAUL que evidenciou dificuldades na colocação da câmara como tinha sido projectado inicialmente, daí a necessidade de optar por outro espaço.

<sup>42</sup> A câmara utilizada foi uma webcam Microsoft LifeCam VX-5000.

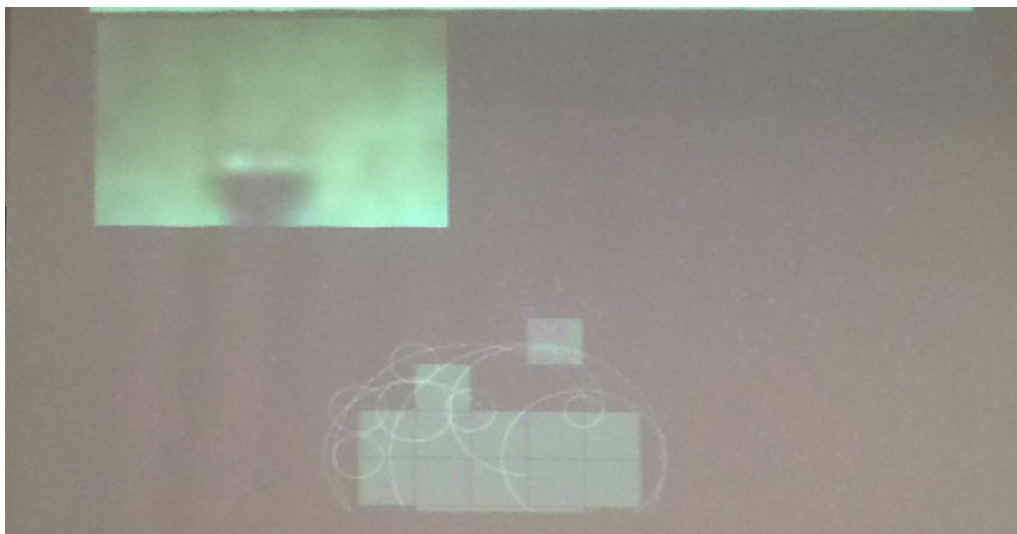


Fig. 25: *Layout inicial: mapeamento da pessoa no espaço à grelha do sistema*

O passo seguinte foi enquadrar a matriz da *board* às pessoas, o que suscitou algumas dificuldades de resolução, visto que o pé-direito da sala não permitia colocar a câmara de forma a enquadrar uma pessoa por célula mesmo com o tamanho da grelha reduzido ao máximo a 16 x 12 células (800 x 600 px). No entanto, devido às limitações dos recursos existentes (tempo para reformular o código e material ou instalações adequados) foi assumida esta solução. Foi igualmente assumido que a dedução das regras não iria corresponder linearmente à forma idealizada. No entanto, considerou-se que faria sentido testar o protótipo a fim de avaliar a correspondência aos objectivos propostos.

### 3.3.2. RESULTADOS ESTÉTICOS

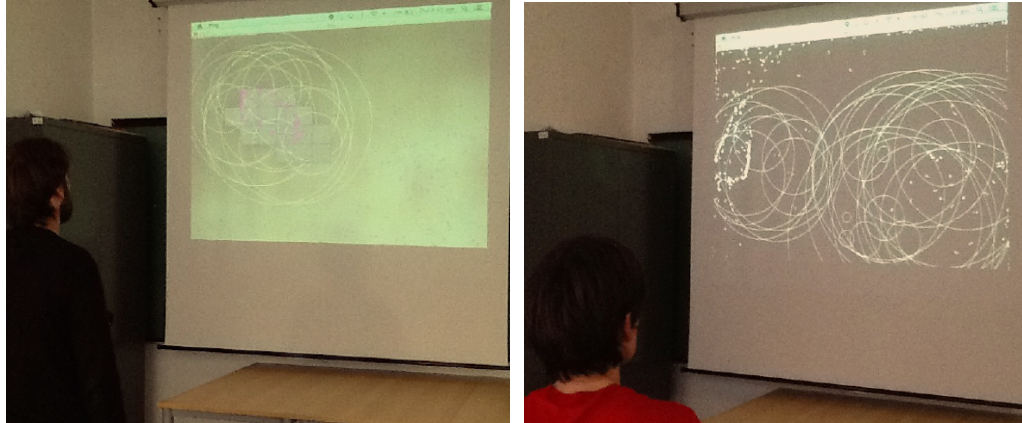


Fig. 26: *Testes de outras soluções de layout*

O novo *layout* criou algumas dificuldades em determinar qual a posição exacta de cada pessoa na representação virtual. Assim, numa primeira tentativa o fundo preto foi substituído pela imagem captada pela câmara de forma a tentar colmatar essa necessidade (esq.). Foi também testada uma abordagem mais abstracta (dir.) na qual foram eliminados todos os elementos formais à excepção das partículas e dos círculos dos atractores. Apesar deste segundo teste resultar em eventos visuais mais expressivos, tornava-se demasiado caótico e a localização espacial do participante era difícil de decifrar.

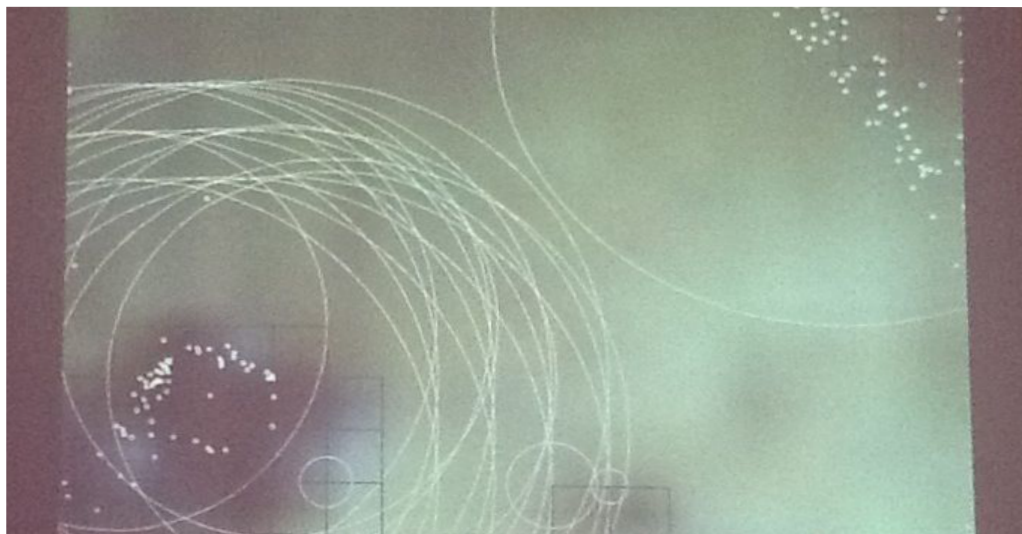


Fig. 27: *Layout final*

A versão final resultou num equilíbrio entre os elementos relativos à funcionalidade do sistema e a simplificação dos mesmos. Esta solução revelou-se útil para a percepção espacial dos participantes.

### 3.3.3. EXPERIÊNCIA INTERACTIVA

Uma vez finalizada a implementação do protótipo no espaço foi testada a sua experiência interactiva.<sup>43</sup> Foi feita uma introdução ao projecto e de seguida pedido aos participantes que interagissem com o mesmo.

### PARTICIPANTES

Sendo alunos do mestrado<sup>44</sup> em que este trabalho se insere, constituem um tipo de audiência semi-especializada, que segundo Costello e Edmonds acrescenta valor ao desenvolvimento de trabalhos de arte interactiva ainda na sua fase de prototipagem. Isto porque “muitas vezes são mais capazes de lidar conceptualmente com a natureza inacabada do trabalho”, ao contrário do que acontece com uma audiência indiferenciada (2007:82).

### RECOLHA DOS DADOS

O método utilizado no registo da experiência foi o *vídeo recall*. Embora o *video cued-recall method* seja considerado por Costello e Edmonds enquanto um método capaz de capturar eficazmente a “riqueza da experiência da arte interactiva” (Costello & Edmonds, 2007:82) as condições da aula não permitiram tratar os participantes segundo o método original, portanto, recorreremos a uma

---

43 O protótipo foi testado com um grupo de alunos de mestrado, no espaço da sala de aula. A testagem foi realizada a dia 15/11/2013, na FBAUL, no âmbito da aula de Laboratório do prof. Miguel Cardoso, co-orientador deste projecto.

44 Os participantes eram alunos do 1º ano do mestrado em *Design de Comunicação e Novos Media* do ano lectivo de 2013/2014. A experiência contou com a colaboração de 19 participantes, 16 do sexo feminino e 3 do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 20 e os 36 anos.

forma de registo simplificada<sup>45</sup>. Foi pedido aos alunos que se dirigissem à área de interacção (assinalada no chão) em pequenos grupos, dadas às limitações de espaço.

## MÉTODO DE ANÁLISE

O método de análise utilizado baseou-se nos aspectos identificados por Edmonds (2010:257) como relevantes na criação de uma obra interactiva: a forma como o trabalho artístico se comporta; a forma como a audiência interage com ele e entre si — tendo em atenção os prazeres do *play* propostos anteriormente — e o nível de envolvimento que o participante adopta ao longo da experiência.

O autor utiliza termos como *atractor*, *sustentador* e *relacionador* para se referir aos atributos da obra que permitem vários modos de envolvimento por parte da audiência. Os atractores são as características que estes sistemas detêm para atrair a atenção e incentivar a exploração e envolvimento iniciais. Cabe aos sustentadores “manter o interesse por um período considerável de tempo” (Edmonds, 2010:262). Por fim, os *relacionadores*, são os factores que apelam a um envolvimento mais íntimo e prolongado.

Tal como existem vários modos de envolvimento existem várias formas de ele emergir. Costello et al. (Costello, Muller, Amitani, & Edmonds, 2005) e Bilda et al. (Bilda, Edmonds, & Candy, 2008) consideram *fases* e *modos* de envolvimento que a audiência experiencia no processo de interacção. Os autores mencionam transições de estados de envolvimento que oscilam entre uma ‘exploração investigativa’ sobre *o que o sistema faz* e uma ‘exploração diversiva’ sobre *o que se pode fazer com o sistema* (Costello & Edmonds, 2009:108); segundo estado que se podem sobrepor ou ocorrer simultaneamente (Costello et al., 2005:50).

1. A primeira fase de envolvimento corresponde à *resposta* inicial à pergunta *o que faz este sistema?*. É o primeiro contacto que permite a familiarização com o mesmo. Trata-se de um processo que se assemelha ao de uma conversa, na me-

---

<sup>45</sup> Todos os participantes foram informados antecipadamente, que todo este processo seria documentado e que no final da experiência lhes seria pedido que preenchessem por escrito um pequeno questionário sobre a sua experiência pessoal.

dida em que a pessoa interage com o sistema e espera pela resposta para decidir qual a sua próxima abordagem (Costello et al., 2005:50). Bilda et al. (2008) dá a esta fase o nome de *adaptação*, pois corresponde ao momento em que a audiência se ajusta à incerteza de como se deve comportar e às expectativas que deve ter. São os atractores do sistema que despoletam todo este processo.

2. A segunda fase consiste na exploração e reconhecimento das relações de causa e efeito. É nesta fase que os sustentadores se tornam relevantes. É um modo de envolvimento ao qual Bilda et al. dá o nome de *aprendizagem*, e em que ocorre uma alteração ao nível das expectativas, que começam a ser construídas, e dos comportamentos da audiência, que começam a ser deliberados e intencionais.

Edmonds (2010:262) considera que é possível identificar a presença recorrente de certos prazeres em determinadas fases, por exemplo, a *aprendizagem*, associada a *descoberta*, ocorre frequentemente nesta fase de envolvimento.

3. A terceira fase corresponde ao *controlo*. É a fase em que “a pessoa sente como se o objecto (sistema) fosse uma extensão do seu próprio ser”, na medida em que existe conhecimento sobre o seu funcionamento e um controlo sobre as relações causais adquirido pela experiência (Costello et al., 2005:50). De acordo com as fases de envolvimento definidas por Bilda et al. (2008), este tipo de envolvimento tanto pode ocorrer numa fase de *antecipação*, na medida em que permite ao participante prever o resultado da sua interacção com o sistema; como numa fase de *conhecimento aprofundado*, correspondente à avaliação conceptual do trabalho artístico. De acordo com Costello et al. trata-se de “um estado fundamental a partir do qual emergem estados posteriores de contemplação e, ocasionalmente, pertença” (Costello et al., 2005:55).

A *contemplação* manifesta-se na reflexão íntima de cada participante ao passo que a *pertença* corresponde a um estado em que o participante se sente envolvido no sistema e encontra prazer em se sentir controlado pelo mesmo (Costello et al., 2005:50-51). Como foi referido anteriormente, estes estados não ocorrem necessariamente segundo a mesma ordem, sendo possível que os participantes



oscilem entre estados de controlo e pura contemplação ao longo da experiência (Costello et al., 2005:55). Esta ideia vai de encontro àquilo que Kwastek (2009) descreve enquanto a “oscilação entre imersão lúdica e momentos de reflexão distanciada”; característica da experiência estética de um trabalho interactivo, que pode estender-se ou não para além do tempo da experiência.

Estes modos são intercambiáveis, dependendo da forma como o sistema corresponde ou subverte as expectativas criadas. No caso do participante se deparar com uma resposta inesperada numa fase de controlo, pode ser obrigado a repensar sobre o que o sistema faz e como deve agir com ele, voltando à exploração inicial (adaptação). Da mesma forma perante um conhecimento aprofundado pode existir um envolvimento prolongado resultante dos *relacionadores* do sistema. O “envolvimento pode crescer com a experiência” e esta revelar-se marcante (ao nível emocional, intelectual ou outro) e o participante voltar para repetir (Edmonds, 2010:263). Ou ainda, no caso de os participantes ao longo da experiência de controlo “esgotarem as possibilidades” do sistema a experiência termina devido à perda de interesse e consequente “*disengagement*” (Costello et al., 2005:55).

## OBJECTIVOS DA ANÁLISE

Com base nesta abordagem é-nos possível reconhecer momentos-chave (contacto-resposta, exploração, controlo e contemplação) e compreender como a audiência transita de um estado em que as suas expectativas estão indefinidas (fase inicial) para um estado em que assume um comportamento deliberado e intencional. Esta transição sugere que os participantes deduzem as regras do jogo.

A observação e análise da experiência de cada participante teve em conta estas etapas, atendendo aos seguintes objectivos:

- Avaliar se a estética do sistema incita à exploração e promove o envolvimento, isto é, verificar se na fase inicial de *familiarização* o sistema tem *atractores*;

- Considerar se existe dedução das relações de causa e efeito por parte dos participantes; se as regras implícitas são suficientemente identificáveis; se condicionam de alguma forma os comportamentos dos participantes; e se estes conseguem *controlar* o sistema de forma a produzir os resultados que pretendem;
- Confirmar se os prazeres de *play* propostos (*simulação, exploração, camaradagem, descoberta, criação e imersão*) se verificam.
- Posteriormente, ao nível da experiência colectiva, pretende-se igualmente:
  - Averiguar qual a evolução das fases de descoberta, exploração e contemplação, até ao *disengagement*;
  - Analisar se a audiência demonstra comportamentos colectivos e auto-organizados e caso de se confirmarem, verificar de que forma isso acontece;
  - Constatar se o sistema é jogável;
  - Concluir se as estratégias utilizadas cumprem o seu objectivo, com base nos prazeres propostos: se a *simulação* de comportamentos de enxame (*swarm*) nas partículas provoca esse mesmo prazer e se o seu controlo alicia à *criação*; se a experiência conduz à *imersão*; se a ambiguidade (regras implícitas) do sistema levam à *descoberta*; se a *camaradagem* permite que esta aconteça mais depressa devido à desinibição entre participantes; e se proporciona a emergência de comportamentos lúdicos.

## ANÁLISE DOS DADOS

As respostas de escolha múltipla foram imediatamente contabilizadas. Quanto às respostas de desenvolvimento, foram agrupadas em aspectos ou assuntos e posteriormente contabilizadas tal como as primeiras<sup>46</sup>. O registo vídeo serviu apenas para observação e confronto das respostas dadas com os eventos observáveis.

---

<sup>46</sup> Ver tabela 'Análise dos Questionários' em anexo.

### 3.4. RESULTADOS

#### OBSERVAÇÃO NO LOCAL E ANÁLISE DO REGISTO VÍDEO

A maioria dos alunos organizou-se em grupos de 2 a 4 pessoas para experimentar o protótipo, enquanto os restantes colegas os observavam. Foram poucos os que o fizeram sozinhos. De uma forma geral, começaram por tentar perceber de onde estava a ser captada a imagem e como era projectada na tela. Numa abordagem inicial os movimentos eram bruscos; agitavam os braços numa tentativa de perceber como o sistema funcionava e até que ponto era interactivo. Tendiam a tentar rebentar os círculos com as mãos, e a afastar as partículas como se tratassem de pequenos insectos. Houve ainda outras abordagens como saltar ou bater palmas.

Gradualmente deduziram que o objectivo seria assumirem uma movimentação mais contida. Identificou-se uma vontade em diferenciar a razão da existência de círculos mais pequenos e de outros maiores. Rapidamente perceberam que os círculos só cresciam quando se mantinham imóveis e que existia um efeito cumulativo do tempo (quanto mais tempo permaneciam parados mais partículas atraíam)<sup>47</sup>. Apenas dois dos participantes se posicionaram de forma a criar algo em conjunto, formando círculos maiores. Verificou-se que os participantes rapidamente desistiam de interagir com o sistema devido à falta de controlo sobre o mesmo. No entanto, houve quem conseguisse criar áreas de atracção que formavam círculos de partículas. No final apenas 3 pessoas voltaram para repetir a experiência e uma minoria não participou.

---

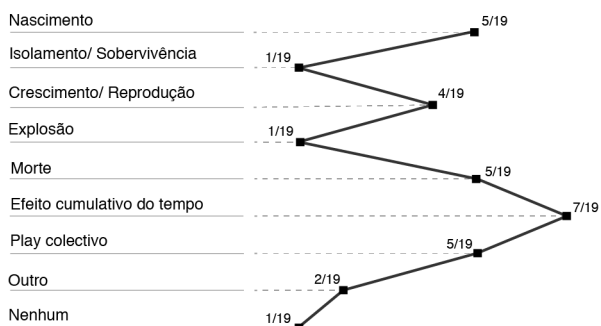
<sup>47</sup> A rápida percepção de determinados eventos do sistema, resultou da observação da experiência dos seus colegas, por parte de alguns alunos. Os que experimentavam mais tarde já não gesticulavam tanto, tinham uma abordagem mais contida mas também mais precisa.

## RESPOSTAS DOS QUESTIONÁRIOS

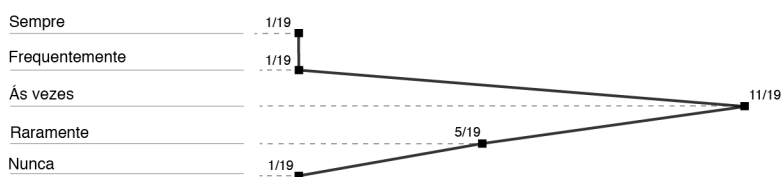
### Atractores



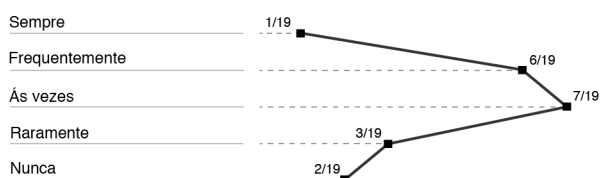
### Eventos



### Controlo do sistema



### Controlo por parte do sistema



### Prazeres do play

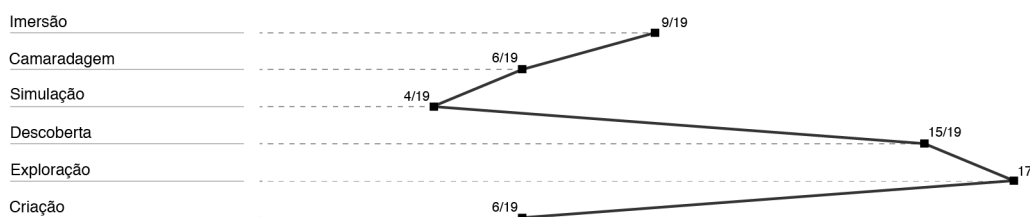


Fig. 28: Gráfico das respostas dadas aos questionários

Todos os 19 alunos afirmaram ser possível identificar relações de causa e efeito entre a sua deslocação no espaço e a resposta visual do sistema (alínea 1.1). Relativamente às primeiras relações identificadas os participantes referiram (na alínea 1.2) a movimentação do seu corpo representada na projecção virtual (9), a criação e crescimento de círculos com base nessa movimentação (8), e o comportamento das partículas condicionado por esses dois elementos (4). *Movimento, deslocação e presença* foram alguns dos termos mais frequentemente utilizados nas respostas dadas.

As respostas à alínea 2.1 revelam a identificação de regras correspondentes a eventos do sistema<sup>48</sup>, nomeadamente, de eventos associados ao *efeito cumulativo do tempo* (7) seguidos de *nascimento* (5), de *morte* (5), de dedução do objectivo colectivo da experiência (5) e de *crescimento ou reprodução* (4). Foram também identificados outros eventos, além dos inicialmente propostos, relativos movimento no espaço e consequente aproximação ou não das partículas em função dos círculos criados; aspectos resultantes da adaptação do *layout* inicial. Os eventos menos identificados foram os de *isolamento* (1) e *explosão* (1). Houve ainda quem referisse que “o jogo não tem regras”.

Na alínea 3.1, relativa à frequência com que o participante sentia controlar o sistema a resposta mais recorrente foi *por vezes*, seguida de *raramente*. Já alínea 3.2 a questão era sobre a frequência com que o participante se sentia controlado pelo sistema e a resposta mais assinalada foi *por vezes* seguida de *frequentemente*. Os prazeres propostos mais assinalados na alínea 4.1 foram *exploração* (17) e *descoberta* (15). Seguidos da *imersão* (9), *camaradagem* (6) e *criação* (6) e por fim, o menos referenciado, a *simulação* (4). Todos os participantes afirmaram sentir que o sistema incentivava a exploração e o envolvimento dos participantes (alínea 4.2) e fizeram as seguintes observações (alínea 4.3):

---

<sup>48</sup> Os eventos de *nascimento* correspondem à regra “uma entidade *off*, quando entra dentro da ‘área de interacção’ fica *in*”; os eventos de *isolamento e sobrevivência* correspondem à regra “uma entidade *in* com zero vizinhos mantém-se *in*”; os eventos de *crescimento ou reprodução* referem-se à regra “uma entidade *in* com 1 a 3 vizinhos fica *on*”; os eventos de *explosão ou decadência* são relativos à regra “uma entidade *on* com mais de 3 vizinhos *in* ou *on* fica *in*”; os eventos de *morte* ocorre quando “uma entidade *in* ou *on* quando sai da área de interacção, fica *off*” — ver anexo 4.

- a) Embora a resposta visual do sistema pareça aleatória percebe-se que segue alguns padrões (2/19);
- b) Certos movimentos não eram lidos pelo sistema devido à iluminação e cor do chão (2/19);
- c) As reacções do sistema face à movimentação das pessoas, por vezes não se percebe a sua razão (1/19);
- d) Funcionaria melhor num ambiente mais controlado, mais amplo e com menos luz, que proporcionasse uma maior imersão e as pessoas não se sentissem tão inibidas (2/19);
- e) Poderia ser interessante incluir um elemento áudio associados aos eventos visuais do sistema (2/19);
- f) Esteticamente é apelativo/ estimulante/ interessante/ entusiasmante (3/19).

### **3.4.1. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

#### **CONTEXTO DA EXPERIÊNCIA**

O facto de a experiência ter sido realizada no âmbito da aula levou a que a maioria dos alunos abreviasse a experimentação para tirar a suas conclusões, retirando-se de seguida. Ao nível da instalação do protótipo as condições do espaço revelaram-se algo limitativas pois não permitiam aos participantes interagir em grandes grupos. Ao nível de factores de interferência que condicionaram o funcionamento do sistema identificou-se a luminosidade da sala e a cor do chão como factores pouco controláveis. Tal como indicado em alguns dos questionários, a experiência beneficiaria de um ambiente controlado ao nível das suas dimensões e luminosidade, bem como exposição da audiência de forma a conduzir à *imersão*.

#### **RECOLHA DOS DADOS**

O processo de registo causou alguns constrangimentos levando uma minoria de alunos a não participar na experiência. Um maior controlo sobre a presença das câmaras e da audiência teria, possivelmente, permitido aos participantes usufruir da experiência durante mais tempo.

## ESTÍMULOS E RESPOSTAS

Enquanto *atractores* do sistema foram identificados essencialmente os três elementos referenciados acima. No entanto, a representação individual do participante projectada na tela foi o mais indicado, eventualmente por ser esse o elemento que faz a ligação entre a entidade real e a sua representação no virtual. O facto da projecção estar disposta perpendicularmente ao chão levou a que a grande maioria dos participantes deduzisse que a interacção ocorria ao nível do corpo todo, resultando na extrema gesticulação. Nas observações dos questionários houve quem referisse que seria interessante incluir um elemento áudio. Esse elemento foi inicialmente considerado pertinente como auxílio à percepção de determinados eventos, mas colocado de parte dadas as exigências de recursos técnicos e de tempo relativas à sua implementação.

## REGRAS DO SISTEMA

Tal como foi referido nas observações dos questionários “apesar da aparente aleatoriedade percebia-se que existiam alguns padrões”. Embora a implementação do protótipo tenha condicionado o meta-código inicialmente idealizado — devido à forma como não foi possível enquadrar uma única pessoa por célula — a testagem revelou o reconhecimento de várias relações de causa e efeito. Mais precisamente ao nível da movimentação no espaço e consequente crêscimo e decréscimo de círculos e atracção e repulsão de partículas, principalmente perante eventos mais evidentes de explosão, crescimento e morte drásticos. Isto permite deduzir que as respostas obtidas à alínea 3.2, resultam de uma exploração das possibilidades do sistema e não propriamente do controlo por parte do mesmo. O sistema revelou ser minimamente jogável, permitindo avaliar algumas questões relacionadas com as fases de envolvimento dos participantes e os prazeres do *play* consequentemente experienciados.

## FASES DE ENVOLVIMENTO

A dificuldade em entender as regras levou a que os participantes não fossem muito além da familiarização com o sistema e ficassem ‘presos’ na aprendizagem. Desta forma, não conseguiram alcançar o controlo do sistema, o que conduziu rapidamente ao *disengagement*, mesmo sem esgotarem as possibilidades do sistema.

## PRAZERES DO PLAY

Os prazeres mais recorrentes foram a *descoberta* e a *exploração* das regras implícitas. A *camaradagem* conduziu a uma descoberta mais rápida e precisa; bem como à emergência de comportamentos lúdicos. Embora os participantes demonstrassem vontade em criar algo não conseguiam ter controlo suficiente sobre o sistema e possivelmente terá sido essa a razão pela qual a *criação* não foi um prazer mais assinalado. Os prazeres menos assinalados foram a *imersão* e a *simulação*, no entanto o protótipo demonstra ter potencial para proporcionar ambos, apenas requerendo um maior condicionamento ao nível da sua implementação no espaço físico.



## CONCLUSÃO

### SUMÁRIO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Partindo do pressuposto inicial de execução do mesmo código de instruções por máquina e humano, desenvolvemos uma experiência interactiva que visa a exploração de regras enquanto elemento estruturador de um sistema e a promoção do *play* colectivo enquanto estratégia para a exploração desse sistema. A nossa abordagem recorre à interacção e conjugação das dimensões real e virtual. Com base num único código assente nas regras do *Game of Life*, determinam-se os comportamentos da *dimensão* virtual e condicionam-se os comportamentos da real. O projecto invoca o jogo enquanto ‘objecto’ de constante reinterpretação e exemplo do interesse nas práticas procedimentais.

De forma a proporcionar uma ilustração da dualidade entre simulação computacional de fenómenos do mundo real e a sua reversão de volta para o espaço real, este trabalho baseou-se na comparação e articulação dos dois estudos de caso mencionados. Para tal, estabeleceram-se analogias entre ambos em termos de: potencial criativo das regras; possibilidade de transposição para o espaço físico; possibilidade de execução humana; e finalmente, jogabilidade que pode emergir de todas essas aplicações.

O projecto inspira-se em práticas que consideram as regras enquanto matéria para criação artística. Recorre à generatividade enquanto qualidade dos sistemas que têm autonomia para criar resultados por si próprios, sendo que o seu criador define as regras e cede controlo e autonomia ao sistema. Esta noção implica uma abertura da obra ao acaso ou imprevisibilidade, que é complementada neste projecto com a participação activa por parte da audiência, remetendo para noções de “obra aberta” (Eco, 1989). Desta forma, o sistema desenvolvido recorre a um processo de *feedback* que permite a interacção e a transposição, não só do real ao virtual, mas também do virtual ao real. Segue uma abordagem que, por um lado, pretende estabelecer analogias entre sistemas artificiais e humanos e, por outro lado, procura pôr em evidência qualidades humanas como a interpretação e o envolvimento emocional; explora de que forma estas podem contribuir para a expressão da obra enquanto (inter)acção ou jogo.

A experiência resultante assume assim um carácter de jogo (*play experience*) que não se cinge à interacção física mas engloba a exploração das possibilidades do sistema e a dedução das suas regras implícitas. Esta abordagem é evocativa da natureza dos *happenings* e *performances*, enquanto um trabalho “para sempre inacabado”, como evento ou momento de experiência (Doris, 1998:124). Procura-se assim demonstrar como a virtualidade tecnológica pode pôr em evidência a *performance* humana, dando espaço para que a interpretação e execução colectivas ocorram livremente e de forma lúdica.

## LIMITAÇÕES

Uma prioridade deste trabalho foi o efectivo desenvolvimento, implementação e testagem de um protótipo dentro do tempo e recursos disponíveis. Por consequência, tivemos de abdicar de alguns aspectos previstos na sua concepção inicial; nomeadamente, a inclusão de som, considerada relevante por se tratar de um elemento que proporciona um maior imediatismo na resposta à interacção da audiência.

Ao nível do reajuste do código foi necessário encontrar uma solução para que a localização dos participantes não fosse detectada com base na activação da

matriz (invisível) do programa, mas sim através do reconhecimento do volume total ocupado por cada pessoa. A solução antevista implica um estudo mais aprofundado sobre *Machine Vision*, sendo que os *blobs* das pessoas teriam que ser detectados de maneira a que o sistema reconhecesse e mapeasse uma única pessoa por célula. No entanto, o tempo e recursos disponíveis, como material e instalações, bem como o nível de conhecimentos de programação até então não permitiram que este objectivo se cumprisse.

### INVESTIGAÇÃO FUTURA

Em primeira instância, o trabalho futuro procurará colmatar as limitações acima referidas, prevendo-se uma reformulação e nova testagem do projecto junto de uma audiência. Em concreto, prevê-se o desenvolvimento da componente sonora e o consequente aprofundamento dos conhecimentos de programação. Contemplamos ainda a revisão de aspectos identificados na discussão dos resultados do projecto prático, tais como, a melhoria das condições de instalação no espaço e o contexto da experiência interactiva.

Pretendemos igualmente explorar estratégias para um maior condicionamento dos comportamentos da audiência através da imposição de regras implícitas ou explícitas. Este estudo será necessário para promover uma interacção aparentemente exploratória e lúdica, mas na verdade vinculada às regras do sistema e reforçada pelo gradual envolvimento da audiência com o mesmo. Para tal, será útil desenvolver uma análise da experiência interactiva com recurso a observações estruturadas, incluindo o registo e tratamento do testemunho dos participantes.

Assumimos que uma tradução do *GoL* implica necessariamente um processo de reinterpretação (tal como acontece com a *RSM*), pois um processo de simulação implica a formalização de fenómenos do mundo real de acordo com “estruturas de dados” e procedimentos standardizados (Berry, 2008). Na tentativa de reversão desses processos concretos em procedimentos mais abstractos são deixadas ‘falhas’ em aberto que podem ser preenchidas pela interpretação humana. Estas ‘falhas’ promovem a interpretação pessoal, mesmo quando condicionadas

pelas regras internas que o sistema apresenta. É esta abertura à interpretação face ao *input* recebido que conduz à emergência de comportamentos que geram novidade e imprevisibilidade a cada execução.

## REFERÊNCIAS

- Arns, I. (2004a).** *Interaction, Participation, Networking: Art and Telecommunication*. [Em linha] Disponível em: <[http://www.medienkunstnetz.de/themes/overview\\_of\\_media\\_art/communication/](http://www.medienkunstnetz.de/themes/overview_of_media_art/communication/)>, acessado a 20-12-2013.
- Arns, I. (2004b).** *Read\_Me, run\_me, execute\_me. Code as Executable Text: Software Art and its Focus on Program Code as Performative Text*. Read\_Me. Software Art & Cultures. Aarhus University. [Em linha] Disponível em: <[http://www.medienkunstnetz.de/themes/generative-tools/read\\_me/](http://www.medienkunstnetz.de/themes/generative-tools/read_me/)>, acessado a 26-11-2013.
- Arns, I. (2005).** *Code As Performative Speech Act*. Artnodes.
- Ascott, R. (2002).** *Moist Ontology The Art of Programming*. Amsterdam: Sonics Acts Press.
- Bays, C. (1987).** *Candidates for the Game of Life in Three Dimensions*. [Em linha] Disponível em: <<https://http://www.fi.muni.cz/~xkalina/modelling/01-3-1.pdf>>, acessado a 26-11-2013.
- Berry, D. M. (2008).** *FCJ-089 A Contribution Towards a Grammar of Code*. The Fibreculture Journal(13: After Convergence).
- Berry, D. M. (2011).** *The Philosophy of Software: Code and Mediation in the Digital Age* (U. D. H. T. C. T. a. N. T. L. Culture Ed.). CPI Antony Rowe, Chipperham and Eastbourne: Palgrave Macmillan, St Martin's Press LLC.
- Bilda, Z., Edmonds, E., & Candy, L. (2008).** *Designing for creative engagement*. Design Studies, 29(6), 525-540.
- Bogost, I. (2008).** *The Rhetoric of Video Games*. In K. Salen (Ed.), *The Ecology of Games: Connecting Youth, Games and Learning* (pp. 117-140). Cambridge, Massachussets: MIT Press.
- Bolter, J. D., & Grusin, R. (1999).** *Remediation: Understanding New Media*. Library of Congress, USA: MIT Press.
- Carvalhais, M. (2011).** *Procedural Taxonomy: An Analytical Model for Artificial Aesthetics*. Paper presented at the ISEA, 17th International Symposium on Electronic Art, Istanbul. [Em linha] Disponível em: <<http://www.carvalhais.org/txt/2011-carvalhais-ISEA.pdf>>, acessado a 7-10-2013.

- Costello, B., & Edmonds, E. (2007).** *A Study in Play, Pleasure and Interaction Design* (pp. 76-91). Sydney, Australia: DPP '07.
- Costello, B., & Edmonds, E. (2009).** *Directed and Emergent Play*. Paper presented at the 17th ACM Conference on Creativity and Cognition, Berkeley, California, USA.
- Costello, B., Muller, L., Amitani, S., & Edmonds, E. (2005).** *Understanding the Experience of Interactive Art: lamascope in Beta\_space*. Paper presented at the 2nd Australian Conference on Interactive Entertainment, Sydney, Australia.
- Cramer, F. (2002).** *Concepts, Notations, Software, Art*. In S. C. f. M. a. Exhibitions (Ed.), *Software Art: Thoughts*. Moscow: Rosizo: Read\_me festival 1.2.
- Cramer, F. (2003).** *Ten Theses About Software Art*. cramer pleintekst.
- Cross, L. (1999).** *Reunion: John Cage, Marcel Duchamp, Electronic Music and Chess*. Leonardo, 9, 35-42.
- Dorin, A., McCabe, J., McCormack, J., Monro, G., & Whitelaw, M. (2012).** *A Framework For Understanding Generative Art*. Digital Creativity, 23(3-4), 239-259. doi: 10.1080/14626268.2012.709940
- Doris, D. T. (1998).** Zen Vaudeville: A Medi(t)ation in the Margins of Fluxus. In K. Friedman (Ed.), *The Fluxus Reader* (pp. 91-135): John Wiley & Sons.
- Eco, U. (1989).** *The Open Work*. (MA), Cambridge.
- Edmonds, E. (2007).** *The Art of Interaction*. Digital Creativity, 21, 257-164.
- Edmonds, E. (2010).** *The Art of Interaction*. Digital Creativity, 21(4), 257-264. doi: 10.1080/14626268.2010.556347
- Frasca, G. (2003).** *Simulation versus Narrative: Introduction to Ludology*. Paper presented at the Video/ Game/ Theory, Routledge.
- Frieling, R. (2003).** *Reality/ Mediality: Hybrid Processes Between Art and Life*. [Em linha] Disponível em: <[http://www.medienkunstnetz.de/themes/overview\\_of\\_media\\_art/performance/1/](http://www.medienkunstnetz.de/themes/overview_of_media_art/performance/1/)>, acessado a 14-09-2013.
- Galanter, P. (2003).** *What Is Generative Art? Complexity Theory as a Context for Art Theory*. Paper presented at the GA'03, International Conference on Generative Art, Milan, Italy. [Em linha] Disponível em: <[http://www.philipgalanter.com/downloads/ga2003\\_paper.pdf](http://www.philipgalanter.com/downloads/ga2003_paper.pdf)>, acessado a 23-12-2013.
- Galanter, P. (2006).** *Generative Art and Rules-Based Art*. Vague Terrain 03: Generative Art. [Em linha] Disponível em: <[http://philipgalanter.com/downloads/vague\\_terrain\\_2006.pdf](http://philipgalanter.com/downloads/vague_terrain_2006.pdf)>, acessado a 29-12-2013.
- Goffey, A. (2008).** Algorithm. In M. Fuller (Ed.), *Software Studies: A Lexicon* (pp. 15-20). Cambridge, Massachussets: The MIT Press.
- Greenberg, I. (2007).** *Processing: Creative Coding and Computational Art*. New York, USA: Springer-Verlag New York, Inc.
- Hayles, K. (1999).** *How We Became Post-Human: Virtual Bodies in Cybernetics, Literature, and Informatics*. London: The University of Chicago Press Ltd.
- Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R. (2004).** *MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research*. Paper presented at the 19th National Conference of Artificial Intelligence, San Jose, California.
- Ihmels, T., & Riedel, J. (2004).** *The Methodology of Generative Art*. [Em linha] Disponível em: <<http://www.medienkunstnetz.de/themes/generative-tools/generative-art/1/>>, acessado a 13-01-2014.

- Jones, S. (2011).** *Towards a Taxonomy of Interactivity*. Paper presented at the ISEA, 17th International Symposium on Electronic Art, Istanbul. [Em linha] Disponível em: <<http://isea2011.sabanciuniv.edu/paper/towards-taxonomy-interactivity>>, acessado a 2-09-2013.
- Krueger, M. (2001).** *Responsive Environments*. In R. Packer & K. Jordan (Eds.), *Multimedia, From Wagner to Virtual Reality*. Nova Iorque: W.W Norton & Company, Inc.
- Kwastek, K. (2009).** *Embodiment and Instrumentality*. Paper presented at the Digital Arts and Culture 2009, California, USA.
- Manovich, L. (2002).** *Post-media Aesthetics*. In Asselberghs & Herman (Eds.), *What's In a Name* (Vol. 1, pp. 12-20). Brussels: Hogeschool Saint-Lukas.
- Mateas, M., & Wardrip-Fruin, N. (2009).** *Defining Operational Logics*. Paper presented at the Breaking New Ground: Innovation in Games, Play, Practice and Theory, Santa Cruz, California, USA.
- Miwa, M. (2002a).** *Music that "Could Have Been"*. Method, (13). [Em linha] Disponível em: <[http://aloalo.co.jp/nakazawa/method/method013\\_e.html](http://aloalo.co.jp/nakazawa/method/method013_e.html)>, acessado a 2-09-2013.
- Miwa, M. (2002b).** *To Synthesize a Civilization*. Method, (14). [Em linha] Disponível em: <[http://aloalo.co.jp/nakazawa/method/method014\\_e.html](http://aloalo.co.jp/nakazawa/method/method014_e.html)>, acessado a 2-09-2013.
- Miwa, M. (2002c).** *TUDA-SHIKI*. Method, (15). [Em linha] Disponível em: <[http://aloalo.co.jp/nakazawa/method/method015\\_e.html](http://aloalo.co.jp/nakazawa/method/method015_e.html)>, acessado a 2-09-2013.
- Miwa, M. (2003a).** *About the Name And Concept from "A Definition of Reverse-Simulation Music Founded on the Three Aspects of Music"*. Method, (20). [Em linha] Disponível em: <[http://aloalo.co.jp/nakazawa/method/method020\\_e.html](http://aloalo.co.jp/nakazawa/method/method020_e.html)>, acessado a 2-09-2013.
- Miwa, M. (2003b).** *Listing for All Patterns of Matarisama-System*. Method, (27). [Em linha] Disponível em: <[http://www.aloalo.co.jp/nakazawa/method/method027\\_j.html](http://www.aloalo.co.jp/nakazawa/method/method027_j.html)>, acessado a 22-08-2013.
- Miwa, M. (2003c).** *The Matarisama*. Method, (27). [Em linha] Disponível em: <<http://www.iamas.ac.jp/~mmiwa/XORensemble.html>>, acessado a 20-11-2013.
- Miwa, M. (2007).** *Reverse Simulation Music part 1/2: Reverse Simulation Music as a new musical methodology*. [Em linha] Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=UX6vXiipyJQ>>, acessado a 9-10-2013.
- Murray, J. (1997).** *Hamlet on the Holodeck: The Future of Narrative in Cyberspace*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Reas, C. (2003).** *Code — The Language of Our Time*. Paper presented at the Ars Electronica. [Em linha] Disponível em: <[http://90.146.8.18/en/archives/festival\\_archive/festival\\_catalogs/festival\\_artikel.asp?iProjectID=12322](http://90.146.8.18/en/archives/festival_archive/festival_catalogs/festival_artikel.asp?iProjectID=12322)>, acessado a 11-11-2013.
- Salen, K., & Zimmerman, E. (2004).** *Rules of Play: Game Design Fundamentals*. Cambridge: MIT Press.
- Salen, K., & Zimmerman, E. (2006).** *Roger Caillois: The Definition of Play, The Classification of Games The Game Design Reader: A Rules of Play Anthology*. Cambridge, Massachusetts, London, England: MIT Press.
- Sniderman, S. (1999).** *Unwritten Rules. The Life of Games: Why and How We Play — An Exploratory Journal*(1), 1-10.
- Wardrip-Fruin, N. (2006).** *Expressive Processing: On Process-Intensive Literature and Digital Media*. Brown University. [Em linha] Disponível em: <<http://www.noahwf.com/texts/nwf-diss-expressiveProcessing.pdf>>, acessado a 20-12-2013.

**Wolfram, S. (2002).** *A New Kind of Science*. Champaign, IL: Wolfram Media.



## OBRAS CITADAS

- Bender, Russel e Lewenstein, R. (2012).** *Game of Life*. The Yard Theatre, Hackney Wick, London. [Em linha] Disponível em: <<http://www.game-of-life.co.uk/>>, acessado a 5-09-2013.
- Carpenter, Loren (1991).** *Pong Experiment*. Las Vegas. qtd in
- Cox, Camilla (2008).** *Tea Cozies*. [Em linha] Disponível em: <<http://web.mit.edu/cfox/www/knitting/b.html>>, acessado a 20-12-2013.
- Donnarumma, Marco (2013).** *[Radical] Signs of Life*. [Em linha] Disponível em: <<http://marcodonnarumma.com/works/radical-signs-of-life/>>, acessado a 26-09-2013.
- Festo Corp. (2012).** *Sound Machines 2.o*. [Em linha] Disponível em: <[http://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/156744/Brosch\\_FC\\_Soundmachines\\_EN\\_lo\\_L.pdf](http://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/156744/Brosch_FC_Soundmachines_EN_lo_L.pdf)> e <<https://www.youtube.com/watch?v=XE1Mgo2ZimY>>, acessado a 30-11-2013.
- Fuller, Elizabeth (2009).** *Life Dress*. [Em linha] Disponível em: <<http://www.itp.efuller.net/09fall/life/>>, acessado a 12-09-2013.
- Funk, Al (1992).** *Cell War*. [Em linha] Disponível em: <[http://www.classicdosgames.com/game/Cell\\_War.html](http://www.classicdosgames.com/game/Cell_War.html)>, acessado a 5-09-2013.
- He, Jingyin (2010).** *Déboulerait*. College of Arts Graduation Showcase (COLAB), Singapura. [Em linha] Disponível em: <<http://vimeo.com/19728681>>, acessado a 29-12-2013.
- Headgasket (2011).** *Game of Life Multiplayer (Version 1.0)*. iTunes app store: Apple. [Em linha] Disponível em: <<https://itunes.apple.com/ca/app/game-of-life-multiplayer/id485901071>>, acessado a 5-09-2013.
- Hooijmeijer, Erik (2008).** *Life as War*. Java4K 2008 Competition. [Em linha] Disponível em: <<http://www.ctrl-alt-dev.nl/Projects/LifeAsWar/LifeAsWar.html>>, acessado a 14-10-2013.
- Kaprow, Allan (1959).** *18 Happenings in 6 parts*. [Em linha] Disponível em: <<http://www.medienkunstnetz.de/works/18-happenings-in-6-parts/>>, acessado a 3-12-2013.
- Kaegi, Stefan (2013).** *Remote X*. [Em linha] Disponível em: <[http://www.rimini-protokoll.de/website/en/project\\_5905.html](http://www.rimini-protokoll.de/website/en/project_5905.html)>, acessado a 20-12-2013.

- Konishi, Hiromitsu e Sugita, S. (2011).** *Game of Space*. Hiroshima City Museum of Contemporary Art (MOCA), Hiroshima, Japão. [Em linha] Disponível em: <<http://sourceorganizationnetwork.blogspot.pt/2012/02/hiroshima-moca-game-of-space.html>>, acessado a 9-11-2013.
- Kronemann, Mey Lean (2009-2011).** *Lumibots*. [Em linha] Disponível em: <<http://meyleankronemann.de/lumibots.html>>, acessado a 9-11-2013.
- Levene, Mark e Roussos, G. (2002).** *P2Life*. [Em linha] Disponível em: <<http://www.dcs.bbk.ac.uk/~gr/software/p2life/p2life.php>>, acessado a 29-12-2013.
- Martin, Edwin (1996-2004).** *John Conway's Game of Life*
- Miwa, Masahiro (2003).** *Matarisama*.
- Myskja, Kristoffer (2008).** *Rule 30*. [Em linha] Disponível em: <<http://www.kristoffermyskja.com/work.php#work-display>>, acessado a 2-07-2013.
- MIT CSAIL e Pilobus (2013).** *UP: The Umbrella Project*. Cambridge. [Em linha] Disponível em: <<http://www.csail.mit.edu/node/1945>>, acessado a 12-07-2013.
- Núñez, Leo (2008).** *Game of Life*. Electronic Language International Festival (FILE), São Paulo, Brasil. [Em linha] Disponível em: <<http://www.romantorre.net/portfolio/lifefloor-v1/>>, acessado a 11-09-2013.
- Swanson, Steven (2013).** *Game of Life: Versus (Version 1.0)*. iTunes app store: Apple. [Em linha] Disponível em: <<https://itunes.apple.com/br/app/game-of-life-versus/id692662270?mt=8>>, acessado a 2-07-2013.
- The Method Machine (2005).** *All Koans of Matarisama*, The 21<sup>st</sup> Tokyo Summer Festival, Tokyo.
- Torre, Román (2008).** *Floor Life (Beta)*. LAboral Centro de Arte y Creación, Xixón, Asturias. [Em linha] Disponível em: <<http://www.romantorre.net/portfolio/lifefloor/>>, acessado a 1-12-2013.
- Villareal, Leo (1999).** *Red Life*. [Em linha] Disponível em: <<http://www.geringlopez.com/artists/leo-villareal/#/images/38/>>, acessado a 10-10-2013.
- Villareal, Leo (2007).** *Diamond Sea*. [Em linha] Disponível em: <<http://villareal.net/diamond-sea/>>, acessado a 29-12-2013.
- Vorn, Bill (2002).** *Evil/ Live 02*. European Media Art Festival (EMAF) 2002, Osnabrück, Germany. [Em linha] Disponível em: <<http://billvorn.concordia.ca/menuall.html>>, acessado a 5-09-2013.
- Windows, Entertainment Pack for Windows (1990).** *Life Genesis*. [Em linha] Disponível em: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Life\\_Genesis](http://en.wikipedia.org/wiki/Life_Genesis)>, acessado a 29-12-2013., acessado a 10-09-2013.
- Woods, D. (1971).** *The Immigration Game*. [Em linha] Disponível em: <<http://boardgamegeek.com/boardgame/129088/the-immigration-game>>, acessado a 29-12-2013.
- Young, La Monte (1961).** *Composition 1961 #10, Draw a Straight Line and Follow it*.

## ANEXOS

**Anexo 1** — Tabela da análise dos estudos de caso, adaptada do *framework* de arte generativa de Dorin et al. (2012)

**Anexo 2** — Tabela do meta-código, adaptada do *framework* de arte generativa de Dorin et al. (2012)

**Anexo 3** — Questionário utilizado na testagem da experiência prática

**Anexo 4** — Tabela de análise das respostas dadas nos questionários

**Anexo 5** — Imagens da experiência prática

**Anexo 6** — DVD com o ficheiro *processing* do meta-código (modo rato)

## ESTUDOS DE CASO

Descrição feita com base no *framework* de arte generativa de Dorin et al. (2012)

	Entidades	Estado Inicial / Estado Final	Processos	Interacção com o Ambiente	Resultado Sensorial
<b>Game of Life</b>	<p><b>Células</b> (entidades simuladas)</p> <p><b>População</b> — homogénea</p> <p><b>Estados</b> — <i>on</i> e <i>off</i></p> <p><b>Propriedades</b> Atributos espaciais: — posição fixa Atributos temporais: — o seu estado é actualizado a cada geração Atributos formais: — <i>on</i> quando amarelo — <i>off</i> quando cinzento</p> <p><b>Entidades compósitas</b> — osciladores (ex. <i>blinker</i>) — naves espaciais (ex. <i>gliders</i>), etc.</p>	<p><b>Estado inicial</b> Condições — <i>off</i> Procedimentos — o input inicial é dado por uma agência externa: o utilizador do programa</p> <p><b>Estado final</b> — o células <i>on</i>; ou células <i>in</i> estabilizam num padrão estanque ou num padrão oscilador</p>	<p><b>Microprocessos</b> (correspondem às entidades simples) — 1 célula com menos de 2 vizinhos morre — 1 célula com 2 ou 3 vizinhos sobrevive — 1 célula com mais de 3 vizinhos morre — 1 célula morta com 3 vizinhos ressuscita</p> <p><b>Macroprocessos</b> (correspondem às entidades compósitas)  É possível perceber processos de: — crescimento (passagem de geração para geração) — decadência (morte das células) — estabilidade (osciladores e formas de vida estanques) — instabilidade (imprevisibilidade e emergência)</p>	<p>Frequência: — baixa: o utilizador só dá input obrigatoriamente 1 vez (ao início)</p> <p>Variação: — baixa: a activação e desactivação de células</p> <p>Significação: — alta: relações de causa e efeito ocorrem em tempo real</p>	<p><b>Time-based</b> (não tem um objectivo ou finalidade concretos)</p> <p><b>Mapeamento Natural</b></p> <p><b>Emergência</b> — Alta: emergência de diferentes espécies, padrões complexos e comportamentos imprevisíveis</p> <p><b>Play (prazeres)</b> — criação — exploração — simulação</p>
<b>Matarisama</b> (Reverse-Simulation Music)	<p><b>Pessoas/ Performers</b> (entidades reais)</p> <p><b>População</b> — homogénea</p> <p><b>Estados</b> — sino e castanholas</p> <p><b>Propriedades</b> Atributos espaciais: — posição fixa Atributos temporais: — o seu estado é actualizado a cada ciclo completo Atributos formais: — toca o mesmo instrumento quando em <i>modo sino</i> — toca um instrumento diferente quando em <i>modo castanholas</i></p>	<p><b>Estado inicial</b> Condições: — pré-definido numa sequência de combinações castanholas-sino (não é perceptível visualmente) Procedimentos: — o input inicial é dado por uma agência externa: uma pessoa fora do sistema pertencente ao contexto performativo da peça</p> <p><b>Estado final</b> — o <i>input</i> final é igualmente dado pela mesma agência externa</p>	<p><b>Microprocessos</b> — toca o sino batendo no ombro direito do jogador seguinte; — toca as castanholas batendo no ombro esquerdo do jogador seguinte — quando o jogador está em ‘modo sino’: toca o mesmo instrumento — quando um jogador está em ‘modo castanholas’: toca um instrumento diferente.</p> <p>É possível perceber processos de: — estabilidade (mantém sempre o mesmo padrão/ ritmo) — instabilidade (existe essa possibilidade se considerarmos o erro humano)</p>	<p>Frequência: — baixa: só requer input externo no início e no final</p> <p>Variação: — baixa: só ocorre ao nível dos estados das entidades</p> <p>Significação: — alta: processo contínuo de causa e efeito; pode ser associada ao noção de denominação (<i>naming</i>) real</p>	<p><b>Time-based</b> (o processo ocorre ao longo do tempo através da contribuição de vários indivíduos, cujo resultado é um <i>endpoint</i>).</p> <p><b>Não existe mapeamento dos dados</b> (entidades e os processos ocupam uma única <i>layer</i> perceptível)</p> <p><b>Emergência</b> — alta: emergência de diferentes espécies, padrões complexos e comportamentos imprevisíveis</p> <p><b>Play (prazeres)</b> — camaradagem</p>

# META-CÓDIGO

Descrição feita com base no *framework* de arte generativa de Dorin et al. (2012)

	Entidades	Estado Inicial / Estado Final	Processos	Interação	Resultado Sensorial
<b>Layer Virtual</b>	<p><b>Partículas</b> (entidades simuladas)</p> <p><b>População</b> — homogénea</p> <p><b>Estados</b> — <i>on</i> e <i>off</i></p> <p><b>Propriedades</b> Atributos espaciais: — aleatórios (quando <i>off</i>) — direccionados ou fixos (quando <i>on</i>) Atributos temporais: — dependentes do sistema não-computacional Atributos formais: — atraídas quando <i>on</i> — repelidas quando <i>off</i></p> <p><b>Entidades compósitas</b> — eventos de multiplicação quando confrontadas com entidades reais compósitas</p>	<p><b>Estado inicial</b> Condições: — o partículas Procedimentos: — apenas surgem quando uma entidade real entra</p> <p><b>Estado final</b> — o partículas</p>	<p><b>Microprocessos</b> — quando uma entidade real está <i>on</i> as partículas num raio <i>x</i> ficam <i>on</i> — quando uma entidade real está <i>off</i> as partículas num raio <i>x</i> ficam <i>off</i></p> <p><b>Macroprocessos</b> — eventos de reprodução: quando entidades simples são adicionadas a entidades compósitas existentes podem ocorrer eventos de multiplicação — temporizador: condiciona a força e duração de atracção ou repelição a que as partículas estão sujeitas; em casos em que o tempo expira, ocorrem eventos de explosão</p> <p>É possível perceber processos de: — crescimento — decadência — estabilidade — instabilidade</p>	<p><b>Feedback loop</b> (ciclo de retro-alimentação entre as duas <i>layers</i>)</p> <p>Frequência: — alta: ocorre em tempo real</p> <p>Variação: — baixa: a único parâmetro mapeado é o posicionamento das entidades reais na área de interação</p> <p>Significação: — alta: é possível estabelecer relações entre causa e efeito ocorre em tempo real</p>	<p><b>Time-based</b> (não tem um objectivo ou finalidade concretos)</p> <p><b>Mapeamento Natural</b> — a configuração de ambas as entidades e dos seus atributos (temporais, espaciais e formais) é reconhecível nos resultados</p> <p><b>Emergência</b> — alta: emergência de padrões complexos; de eventos de criação, reprodução e morte; de momentos de estabilidade e de caos; de novidade; de comportamentos inesperados</p> <p><b>Play (prazeres)</b> — criação — exploração — descoberta — simulação — camaradagem — imersão</p>
<b>Layer Real</b>	<p><b>Pessoas/ Performers</b> (entidades reais)</p> <p><b>População</b> — homogénea</p> <p><b>Estados</b> — <i>in</i>, <i>on</i> e <i>off</i></p> <p><b>Propriedades</b> Atributos espaciais: — posicionamento livre/ arbitrário Atributos temporais: — alteram o seu estado voluntariamente de acordo com as regras Atributos formais: — gera partículas quando <i>in</i> — atrai partículas quando <i>on</i> — repele partículas quando <i>off</i></p> <p><b>Entidades compósitas</b> Sempre que uma entidade tem um ou mais vizinhos</p>	<p><b>Estado inicial</b> Condições: — pelo menos uma entidade <i>in</i> Procedimentos: — deve colocar-se dentro da área de interação</p> <p><b>Estado final</b> — o entidades <i>in/on</i></p>	<p><b>Microprocessos</b> — Uma pessoa <i>off</i> quando entra dentro da área de interação fica <i>in</i> (nasce) — Uma pessoa <i>in</i> com o vizinhos mantém-se <i>in</i> (isola-se/ sobrevive) — uma pessoa <i>in</i> com 1 vizinho <i>in/on</i> fica <i>on</i> (cresce) — uma pessoa <i>on</i> com 2 ou 3 vizinhos <i>in/on</i> mantém-se <i>on</i> (reproduz-se) — uma pessoa <i>on</i> com mais de 3 vizinhos <i>in/on</i> fica <i>in</i> (explode/ sobrevive) — uma pessoa <i>in/on</i> quando sai da área de interação fica <i>off</i> (morre)</p> <p><b>Macroprocessos</b> — temporizador: quando estados <i>on</i> são activados o tempo tem um efeito cumulativo que faz com que o raio de atracção ou repelição aumente</p> <p>É possível perceber processos de: — crescimento — decadência</p>		

Responda às seguintes questões. Nas perguntas de escolha múltipla risque as opções que não correspondem à resposta desejada.

Idade \_\_\_\_

Sexo F/M

### 1. Familiarização com o sistema

1.1. Foram detectadas relações de causa e efeito entre a sua deslocação no espaço e a resposta visual do sistema? Sim / Não

1.2. Se sim, qual foi aquela que considerou a mais intuitiva e/ou chamou a sua atenção em primeiro lugar?

### 2. Exploração do sistema

2.1. Considerando este sistema enquanto um jogo, como descreveria as suas regras? Indique no mínimo duas.

### 3. Controlo do sistema

3.1. Sentiu que conseguiu manipular a resposta visual do sistema através dos seus movimentos e decisões? Sempre / Frequentemente / Por vezes / Raramente / Nunca

3.2. Sentiu que os seus movimentos e decisões foram condicionados pela resposta visual do sistema? Sempre / Frequentemente / Por vezes / Raramente / Nunca

### 4. Contemplação da experiência

4.1. Quais dos seguintes prazeres sentiu ao longo da experiência?

Criação [prazer em poder criar algo]

Exploração [prazer em explorar uma situação desconhecida]

Descoberta [prazer em fazer uma descoberta ou perceber como algo funciona]

Simulação [prazer em perceber uma representação de fenómenos do mundo real]

Compartilhamento [prazer no companheirismo e na partilha de uma experiência]

Imersão [prazer em 'perder-se' entre o real e o virtual]

Outro. Qual? \_\_\_\_\_

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

4.2. Sentiu que o sistema incentiva à exploração e envolvimento por parte dos participantes? Sim / Não

4.3. Considerações/observações (ex. ao nível mecânico, audiovisual, estético, experimental, conceptual, etc.)

## RESPOSTAS AOS QUESTIONÁRIOS

Análise e contagem das respostas dadas aos questionários realizados na experiência prática com os alunos

### 1.1 — Identificação de respostas

Sim (19/19) //////////

Não (0/19)

### 1.2 — Relações de causa e efeito

Corpo / Movimento (9)

- Deslocação no espaço
- O dispositivo responde ao movimento ‘horizontal’
- A relação entre os movimentos do ‘utilizador’ e a resposta visual
- A imagem desfocava e a sua cor move-se
- Movimento
- O sistema começa a funcionar quando entramos no espaço
- A presença no espaço traduz-se imediatamente em forma visual
- Movimento da cabeça/ corpo
- O deslocamento do quadrados/ corpo

Círculos (8)

- O aparecimento de formas geométricas no espaço delimitado
- Áreas de protecção/ gravidade
- Os círculos crescem quando estou parada
- Criação de círculos com base no movimento
- Quando me aproximava de outra pessoa os círculos aumentavam em tamanho e número \*
- Aparecem círculos quando alguém entra
- Quando fico parada no espaço os círculos aumentam \*
- Círculos

Partículas (4)

- O movimento das partículas move-se de acordo com o meu
- As bolinhas
- Activa os bichinhos/ bolinhas
- Os Pontos
- \* entra também nas regras

### 2.1 — Regras

Uma pessoa *off*, quando entra dentro da área de interacção fica *in*; nasce (5)

- O sistema reage perante o movimento
- O jogo apenas começa quando alguém entra dentro do espaço
- O jogo começa quando a pessoa entra dentro do espaço
- Quando entro no espaço activo células e as partículas começam a andar à volta
- Quando a câmara detecta alguém aparecem ciruclos no seu lugar

Uma pessoa *in* com o vizinhos mantém-se *in*; isola-se/ sobre-vive (1)

- O isolamento produz círculos mais pequenos

Uma pessoa *in* com 1 a 3 vizinhos fica *on*; cresce/ reproduz-se (4)

- Se duas pessoas estiverem muito próximas os seus respectivos círculos estes juntam-se formando um conjunto maior
- Quando me aproximava de outras pessoas os círculos aumentavam em tamanho e em quantidade
- Ao permanecer estático as circunferências tendem a concentrar-se num centro áreas de protecção/ gravidade
- Permanecer estável e tentar criar uma área de concentração

Uma entidade *on* com mais de 3 vizinhos *in* ou *on* fica *in*; explode/ sobrevive (1)

- Quanto mais os círculos crescem, mais as partículas se afastam

Uma entidade *in* ou *on* quando sai da área de interacção, fica *off*; morre (5)

- Quando toda a gente sai o ecrã fica vazio
- O jogo não funciona sem a presença humana se não existirem pessoas no espaço não existe movimento/ vida
- Não se deve sair do espaço marcado no chão
- Deve-se navegar ao longo do espaço marcado no chão
- Deve-se ficar dentro da área delimitada

Efeito cumulativo do tempo (7)

- Os círculos aumentam ou diminuem de tamanho ou que permanecem estáticos consoante a movimentação do participante
- Estar parado faz crescer os círculos (mover-se implica que os círculos não crescem)
- Quando fico parada os círculos vão aumentando
- Os círculos apenas têm a possibilidade de se expandirem se uma pessoa estiver num local
- Quando estamos parados as bolas vão crescendo
- Quando fico parada os círculos aumentam
- Quando fico parada no espaço os círculos aumentam

*Play* colectivo (5)

- Aglomeração de pessoas: interacção com as células
- Concentração de pessoas num determinado espaço limitado
- Quanto mais pessoas entram no jogo, mais se torna interactivo
- Interacção entre pessoas
- Interacção entre os jogadores

Outras: condicionadas pelas alterações do *layout* (2)

- Ao movimentar-se há uma aceleração do movimento das circunferências e expansão das mesmas
- Quando menos movimentos a pessoa fizer menos círculos representa

O jogo não tem regras (1)

- Este jogo não tem regras

### 3.1 — Controlo do sistema

Sempre (1/19)

/

Frequentemente (1/19)

/

Por vezes (11/19)

//////////

Raramente (5/19)

/////

Nunca (1/19)

/

### 3.2 — Controlo por parte do sistema

Sempre (1/19)

/

Frequentemente (6/19)

/////

Por vezes (7/19)

////////

Raramente (3/19)

///

Nunca (2/19)

//

### 4.1 — Prazeres do *play*

Criação (6/19)

/////

Exploração (17/19)

////////////////

Descoberta (15/19)

////////////////

Simulação (4/19)

///

Camaradagem (6/19)

/////

Imersão (9/19)

////////

### 4.2 — Exploração e envolvimento

Sim (19/19)

//////////

Não (0/19)

### 4.3 — Considerações/ observações

Embora a resposta visual do sistema pareça aleatória percebe-se que segue alguns padrões (2)

- Embora o surgimento dos círculos pareça padronizado por vezes, o todo parece aleatório \*
- As respostas visuais eram diferentes mas não aleatórias consoante o movimento do utilizador \*

Certos movimentos não eram lidos pelos sistema devido à iluminação e cor do chão (2)

- É necessário que a câmara consiga diferenciá-lo da cor do chão \*
- Os movimentos menores como por exemplo mexer os braços não são muito perceptíveis

As reacções do sistema face ao movimento das pessoas por vezes não se percebe a sua razão (1)

- Gostei do trabalho, mas algumas vezes não conseguia perceber algumas reacções das formas

Funcionaria melhor num ambiente mais controlado, mais amplo e com menos luz que proporcionasse uma maior imersão e as pessoas não se sentissem tão inibidas (2)

- Noutro ambiente funcionaria melhor, por exemplo, instalação/ ambiente mais controlado que a sala de aula; com menos luz as pessoas sentir-se-iam mais a vontade
- Em relação à imersão penso que o espaço é demasiado pequeno para haver de facto uma ‘imersão’, muito facilmente saímos do espaço delimitado e, portanto do virtual.

Poderia ser interessante incluir um elemento audio associado aos eventos visuais do sistema (2)

- Também poderia ser interessante incluir um elemento audio no sistema
- O jogo seria muito mais atractivo de cada elemento visual de resposta correspondesse a um som, que podia variar consoante o tamanho e o comportamento do elemento ou da relação dos elementos

Esteticamente é apelativo/ estimulante/ interessante/ entusiasmante (3)

- As respostas visuais eram apelativas, note-se interessantes, o que mantinha o ‘utilizador’ envolvido no processo de exposição
- Estético/ conceptual/ experimental: muito interessante
- Ao entrar no jogo a velocidade com que aparecem os círculos e os pontos deixa a pessoa entusiasmada
- \* foram referenciados enquanto regras/ relações causa e efeito mas foram consideradas observações





