

# VIRTUAL COGNITIVO

## O DESVELAR DE MORFOLOGIAS AFETIVAS EM REPERTÓRIOS POÉTICOS DE IMERSÃO

*Donizetti Louro*

*Departamento de Computação  
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUCSP  
Instituto de Matemática e Arte de São Paulo - IMA*

*Tania Fraga*

*Departamento de Artes Visuais  
Escola de Comunicação e Artes da Universidade de São Paulo  
Instituto de Matemática e Arte de São Paulo - IMA*

*Luciana Louro*

*Mestranda do Curso de Tecnologias da Inteligência e Design Digital  
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUCSP*

### Resumo

Este artigo investiga a poética e estética visual em ambientes virtuais imersivos, a partir da morfologia computacional aplicada a imagens técnicas. O estudo tem como foco a análise da imagem no processo criativo, para o desenvolvimento da cognição humana por meio da computação afetiva e suas influências advindas de imbricamentos com o imaginário. Tal abordagem localiza a computação afetiva<sup>1</sup> no processo criativo em ambientes virtuais imersivos, pois o potencial comunicativo da imagem nestes ambientes é expresso na (i)materialidade matemática da animação a partir de estados afetivos em personagens dinâmicos. O presente estudo, ainda, desenvolve um recorte transdisciplinar de convergência às áreas que contribuem com a criação e desenvolvimento de personagens para games, cinema digital e poéticas visuais.

### Abstract

This article investigates the poetic and visual aesthetics in immersive virtual environments, from the morphology applied to computer imaging techniques. The study focuses on the analysis of the image in the creative media for the development of human cognition through affective computing and their influences arising from interwoven with the fictional. This approach finds the affective computing in the creative process in immersive virtual environments, since the communicative potential of the image in these environments is expressed in (i)materiality mathematics of animation from affective states in dynamic characters. This study also develops a cutting-disciplinary convergence areas that contribute to the creation and development of characters for games, digital cinema and visual poetry.

<sup>1</sup> Computação Afetiva (“Affective Computing” em inglês) é o campo da Inteligência Artificial que pesquisa sobre emoção em computadores. Picard (1997) define Computação Afetiva como “computação que está relacionada com, que surge de ou deliberadamente influencia emoções”. O campo é dividido em dois ramos maiores de pesquisa. O primeiro estuda mecanismos para reconhecer emoções humanas ou expressar emoções por máquinas na interação homem-computador. O segundo ramo investiga a simulação de emoções em máquinas (síntese de emoções) a fim de descobrir mais sobre as emoções humanas e também construir robôs que pareçam mais reais.

### Percurso Histórico

Refletir sobre as representações imagéticas em ambientes virtuais imersivos, nos remete aos primórdios gregos onde Aristóteles definia a retórica como “a capacidade de encontrar, em um determinado assunto, todos os meios disponíveis de persuasão”<sup>2</sup> (Aristóteles Cap.II, ¶ I, tradução Bonafus, 1856:13). De certa forma, Aristóteles (Aristóteles, trad. Bonafus, 1856) delineava a comunicação por meio de um eixo principal: a persuasão que, com suas técnicas, perseguia o objetivo de convencer as pessoas a aceitarem o ponto de vista de quem fala. Esta forma de entendimento prevaleceu até o século XVIII, com algumas mudanças de caráter metodológico na persuasão. No decorrer do século XIX, alguns avanços em todas as esferas da ciência provocaram investigações mais profundas nas relações humanas, tecnológicas e, advindo destas buscas, inovações e descobertas que mudaram a história da humanidade.

A humanidade nunca presenciou um avanço tecnológico tão grande, rápido e intenso. No epicentro destas mudanças encontram-se computadores e as redes de comunicação evoluindo exponencialmente e tendo como elemento catalisador a digitalização, a compressão de dados, a multimídia e a hipermídia. A entrada do e-comércio para a internet somente alimentou esses progressos, fazendo com que a rede crescesse de forma desordenada e espontânea, beirando ao caos. Paralelamente, no mesmo cenário surgem inovações científicas e técnicas inquietantes como a realidade virtual e a vida artificial (Santaella, 2001).

A explosão de novas ferramentas e possibilidades de interação do ser humano com máquinas chega a ser vertiginosa. Alguns teóricos, como Breton (2003) chegam a falar do “Adeus ao Corpo”, hipótese na qual os seres humanos estariam abandonando seus envelopes carnis para imergir em um mundo virtual onde seria possível mesmo vivenciar experiências físicas. Já Gibbs (2006) cita o processo de personificação dos mundos virtuais, no qual o jogador ou participante pode incorporar uma personagem e, em alguns casos, uma vida diferente da sua realidade física, como uma nova forma da mente humana se colocar no mundo real e virtual. O potencial comunicativo da imagem, numa abordagem teórico-cognitiva da comunicação, a semiótica peirceana, tem sido amplamente explorada para investigar esses processos. Alguns têm desenvolvido formas diferentes do espectador sonhar com ficções extremamente criativas, ampliando-se no desenvolvimento de ambientes virtuais imersivos, afetivos e

<sup>2</sup> Texto original: « La rhétorique est la faculté de considérer dans chaque sujet ce qui s’y trouve de propre à persuader. ». (Aristoteles, trad. Bonafus 1856:13).

interativos em cinema, games, TV, sistemas de realidade virtual, CAVEs<sup>3</sup> (Cave Automatic Virtual Environment), simuladores, etc...

A fundamentação para uma computação afetiva se ancora nos trabalhos com argumentos matemáticos que são utilizados no início do século XXI em arte computacional interativa, na pesquisa robótica e visualização científica. Esses trabalhos englobam a hipermídia e acrescenta a participação ativa do interator nos aplicativos e sua imersão em um mundo criado pelo computador. Existe aqui, portanto, uma simbiose clara entre a máquina e o ser humano. Processo que, segundo Tapskot (2008), teria mudado a cognição de toda uma geração. Em Louro e Fraga (2009) encontramos uma referência matemático-artística da imagem, que discute os *patterns*<sup>4</sup> tridimensionais presentes e ativos nos ambientes interativos, submetidos a uma estrutura lógica de simulação da física e, manifestando-se como *estruturas cognitivas*. A replicabilidade componente manifesta na associação entre *patterns*, enquanto estrutura básica de segunda ordem, e tende a configuração de estruturas compostas e/ou complexas na organização espacial-tridimensional de ambientes interativos. É o que nos indica Louro & Fraga (2009) quando nos dizem que o estudo dos *patterns se constitui* em um elemento essencial para a compreensão do crescimento das estruturas tridimensionais no ciberespaço. Segundo os autores, existem tipos específicos de *patterns* que estão diretamente relacionados com o desenvolvimento e expansão da estrutura tridimensional e sua transformação em uma linha temporal. Um destes casos pode ser encontrado na descrição de experimentos digitais e físicos propostos por Fraga (2007). Neles entendemos que a idéia de *patterns tridimensionais* podem se converter em objetos materiais e/ou virtuais para Fraga (2007). Tais estruturas têm como objetivo incitar *experiências incomuns* em seus usuários a partir do conceito de computação afetiva de Picard (2000)<sup>5</sup>, dado que elas provocam a suspensão da crença racional de uma realidade única. Táteis ou quase-táteis as experiências oferecem um protótipo da futuridade da holografia e da interação total imersiva.

Geralmente, no computador, esses ambientes virtuais imersíveis são estimuláveis e possibilitam ao interator a participação efetiva no construir o "novo", alterando-o dinamicamente ao percorrer seus múltiplos espaços, instigando e aumentando sua sensação de imersão tanto física (sensorial) como conceitual

<sup>3</sup> Caverna digital ou CAVE (Cave Automatic Virtual Environment) é uma pequena sala onde são projetados, em suas paredes, gráficos em 3 dimensões. Por meio desses dispositivos pode-se visualizar objetos e pessoas virtuais, permitindo, desta forma, a interação e completa imersão do espectador com o ambiente virtual.

<sup>4</sup> *Pattern*: do francês "*patron*", o qual deriva de uma das acepções da palavra "pai". Ele designa um tipo de tema recursivo que incide sobre objetos ou eventos. O termo possui diversas incidências, tais como nas ciências da computação, na arte, na psicologia, na psicanálise, na etologia, na matemática e outras. Os *patterns* são estruturas complexas replicáveis que tendem a organizar uma estrutura predicável (de sentido), tais como algoritmos recursivos (computação), estampas repetitivas (arte), esquemas comportamentais (psicologia), repetições compulsivas (psicanálise), rituais de aproximação (etologia), proporção áurea (matemática). Repetição, ciclo, periodicidade, organização, manifestação e transformação são alguns dos princípios lógicos que estão inerentes e atuantes nos *patterns*. Os exemplos mais primários de *patterns* que podem ser apresentados são as estruturas fractais da natureza, exemplificada no *floco de Neve* de Kepler (Stewart, 1996).

<sup>5</sup> Um resumo dos pontos de vista da pesquisadora Rosalind Picard, foi realizado por Causa, E. & Sosa, A. (2007) e está disponível em: [http://www.proyecto-biopus.com.ar/textos/Computacion\\_Afectiva\\_Y\\_Arte\\_Interactivo-Emiliano\\_Causa-Andrea\\_Sosa.pdf](http://www.proyecto-biopus.com.ar/textos/Computacion_Afectiva_Y_Arte_Interactivo-Emiliano_Causa-Andrea_Sosa.pdf)

(cognitiva). Os conhecimentos apresentados ao interator abrirão outros portais que lhe permitirá explorar novos espaços, pois os obstáculos, epistemológicos ou não, causarão emoções e serão criadas, a priori, com inteligência computacional, para provocar: surpresa, curiosidade, susto, desejo/vontade (realizar, aprender, compartilhar, treinar, conhecer), além das sensações a serem produzidas: acústicas e visuais (tridimensionalidade, mudanças e animações), etc. Nesta direção, ainda, segundo Longhi, Bercht e Behar, (2007:2), um exemplo é a teoria OCC (Ortony et al., 1988), largamente utilizada para sintetizar 22 estados afetivos conforme apresentado em Bercht (2001) e Jaques & Vicari (2005), onde um estado afetivo é determinado a partir da sua avaliação sob três aspectos: consequência dos eventos, ação dos agentes envolvidos na comunicação afetiva e aparência dos objetos envolvidos nesta comunicação. As percepções afetivas são valoradas a partir de seus objetivos, padrões e preferências. O cálculo da intensidade do estado afetivo reconhecido é derivado a partir de variáveis globais (senso de realidade, proximidade, etc.) e locais (probabilidade do evento ocorrer, esforço para atingir o objetivo, possibilidade da realização do objetivo, etc.).

Atualmente, os computadores lançam luz no estudo de sistemas complexos e em novos princípios físicos como "Comportamento Emergente", "Caos" e "Auto-Organização", sendo largamente empregados em simulações abrangendo praticamente todas as áreas do conhecimento humano. Fazendo uso de sua dinâmica discreta, a implementação de regras simples muitas vezes leva a resultados extremamente complexos e até imprevisíveis, como no caso de máquinas de estado conhecidas como Autômatos Celulares (Wolfram, 2002). Assim como no século XIX e no final do século XX, assistimos transformações significativas no modo de conceber o mundo, além das novas linguagens e movimentos artísticos advindos das mais novas teorias propostas por cientistas. Tal fenômeno ocorreu não apenas no campo da ciência e da tecnologia, mas, também, nas mais diferentes áreas do conhecimento humano. Isto desvela um momento de transformação pelo qual passamos e delinea vertentes para futuras explorações sensíveis, num espaço tempo onde matéria e energia transformam-se, uma na outra, incessantemente.

Devemos considerar a morfologia digital em imagens técnicas, no seu contexto histórico e nos vínculos que a tecnologia<sup>6</sup> estabelece entre as mesmas na atualidade, para ampliarmos as condições de afetividade. Os acontecimentos históricos das últimas décadas e da mudança comportamental nos solicitam um rever imediato e contínuo de novas relações cognitivas e afetivas além da computação estética. As matemáticas chamadas não lineares, com os avanços da tecnologia computacional estabelecem um palco de transformações jamais vivenciadas em toda a história da humanidade. Em um curto espaço de tempo as tecnologias mudaram comportamentos ergonômicos, visuais

<sup>6</sup> Substantivo feminino - teoria geral e/ou estudo sistemático sobre técnicas, processos, métodos, meios e instrumentos de um ou mais ofícios ou domínios da atividade humana (p.ex., indústria, ciência etc.). *Fonte: Houaiss*

e de apreensão de conhecimentos. O entendimento do potencial comunicativo da imagem, da construção em que está inserida, sobretudo, em suas estreitas relações com expressões numérico-topológicas para as representações afetivas em sistemas hipermediáticos, desvela tessituras nos sistemas computacionais que representam hoje uma forma avançada de interface entre homem e máquina. A realidade virtual é uma forma das pessoas visualizarem, manipularem e interagirem com computadores e dados extremamente complexos utilizando, para tanto, seus sentidos, particularmente visão, audição e os movimentos naturais tridimensionais do corpo. Ao observar o ambiente contemporâneo projetamos sobre ele a nossa visão de mundo, o que nos deixaram como legado perceptivo e as verdadeiras apreensões científicas que ocorreram, além de todo o imaginário coletivo construído cuidadosamente pelos meios de comunicação de massa. Aquilo que somos capazes de perceber são reflexos, ou redundâncias como diria Claude Shannon (1948), do mundo filtrado pelo nosso sistema perceptivo e cognitivo. Portanto, podemos concluir que a visão de mundo pode ser atribuída ao conjunto das relações e percepções visuais e lingüísticas integradas ao sistema de valores e crenças que embasam a cultura dos indivíduos.

Os ambientes virtuais imersivos ampliam o olhar do saber-fazer-aprender, uma vez que as parametrizações computacionais, como por exemplo, animações de objetos em espaços tridimensionais, se utilizam de números hipercomplexos chamados quatérnios para aperfeiçoar visualizações estéticas e realísticas. Desta forma, construir e experimentar, com os conceitos morfológicos matemáticos de virtualidade, de equilíbrios instáveis, de dimensionalidade, de campos mórficos, de sistemas dinâmicos, de espaço-tempo, de auto-organização, de teoria das cordas, entre outros, desvelam possibilidades ainda não exploradas. Todo processo de produção do conhecimento, nesta relação, expressa a noção de que a aparência é apenas o que se mostra aos nossos sentidos. O essencial é desta forma, o estágio máximo dessa aparência, a realidade, mediada pela sensação do querer-poder-fazer. Na verdade em qualquer cenário imagético virtual a observação imediata é limitada, logo é a observação apenas da aparência. Portanto, esta é considerada mutável e o objetivo do conhecimento é atingir a essência, mas só se tem acesso a ela através da aparência. Nessa direção, o desenvolvimento de estados afetivos em processos criativos midiáticos objetiva o conhecimento que nasce da relação entre a essência [(i)materialidade matemática) e a aparência (imagem técnica virtual).

### Convergências teóricas

A Imagem e suas morfologias digitais em mídias virtuais imersivas localizam: espaço, tempo e representações imagéticas, matemáticas, de fronteira, nas quais a negociação e tradução das diferenças, resultantes dos confrontos entre estas, estabelecem um diálogo híbrido, cultural e científico, produzidos em realidade virtual,

jogos digitais, cinema, ballet, teatro, túnel de eventos, robótica e ambientes virtuais imersíveis de uma maneira geral. Segundo Santaella (2001), as imagens são signos que representam através de uma consciência mediada e sintetizadora, e se fundam pelas relações de similaridade com seu objeto dinâmico. Cabe notar que este quadro que apresentamos aproxima muito mais o conceito de imagem ao de ícone: "*É curioso observar que o conceito polissêmico extensivo de imagem, englobando imagens mentais, óticas, acústicas, etc. está mais perto do conceito peirciano de ícone do que a concepção mais restrita de imagem como um signo que representa algo por semelhança.*" (Santaella, 2001: 188).

Nesta perspectiva, pretende-se fazer uma revisão de algumas estruturas e representações básicas da tecnologia imersiva, cognição e estados afetivos. Tais estruturas têm como objetivo incitar *experiências incomuns* em seus usuários a partir do conceito de computação afetiva de Picard (2000). Baseado nestas considerações, a visão de Peirce (1976) traz uma grande contribuição para a compreensão da relação dos processos perceptivos e cognitivos da mente humana e da complexidade dos modos com que apreendemos o mundo que nos cerca. Pesquisas empíricas, (Santaella, 1983), revelam que, provavelmente devido a razões de especialização evolutiva, 75% da percepção humana, no estágio atual da evolução, são visuais. Sendo assim, a afetividade tem papel importante no comportamento inteligente, na tomada de decisão, na comunicação social, processos estes que supõem habilidades racionais. (Longhi, Bercht e Behar, 2007).

Implementando o assunto com algumas idéias de Vilém Flusser (2002), as imagens devem sua origem à capacidade de abstração específica que podemos chamar de imaginação. Imaginação entendida como a capacidade de codificar fenômenos de quatro dimensões em símbolos planos (superfícies planas e bidimensionais) e decodificar as mensagens assim codificadas (Flusser, 2002). Em linhas gerais, não há novidade em dizer que há estímulos que nos induzem a organizar ou interpretar um campo visual de certa maneira e não de outra, segundo a teoria da *Gestalt* (Kholer, 1980), assim como tantos outros teóricos da percepção já comprovaram. É fato que a correspondência entre o resultado da percepção e aquilo que o provoca não é, portanto, uma correspondência ponto a ponto. E também é evidente que não possuímos uma telinha de televisão em nossas cabeças, que grava e nos faz assistir cópias daquelas informações que vemos. Estas informações de imagens mentais podem ser denominadas "representações internas que são criadas para re-apresentar os objetos correspondentes" (Kosslyn, 1996:3).

Nossos olhos não são meras janelas para o mundo, e como afirma Fraga, estamos sempre criando mediações, sínteses desta informação a partir de padrões – esboços primários, *frames* de referência retiniana, *frames* de referências espaciais e dos

objetos – e leis que são rotinas visuais. As *aproximações sucessivas*<sup>7</sup>, que se refere, e imbricamentos da Arte com a Matemática, geralmente encobertas com a resultante imagética, reitera o desdobramento matemático como ferramenta fundamental de construção e reconstrução na arte computacional aplicada de uma maneira geral. Na matemática visual e suas aplicações diretas os conceitos descritos têm sido expressos em figurações visuais que deslocam o universo cognitivo do espectador, ou para o domínio dos sonhos, ou para realidades cognitivas inacessíveis aos sentidos. As figurações visuais criadas transcodificam fenômenos e mitos tornando-os acessíveis à cognição (Fraga, 2000). O físico Géza Szamoszi (1988) refere-se às pinturas abstratas do século XX como responsáveis pela ampliação do repertório visual do homem ocidental contemporâneo. Para ele, formas extraordinárias, anteriormente inacessíveis, passaram a fazer parte do acervo visual da sociedade contemporânea, como decorrência da produção de artistas ligados às diversas correntes abstracionistas. O autor conclui dizendo parecer impossível imaginar uma sociedade que considere o mundo nos termos da relatividade e da mecânica quântica e que mantenha o olhar visualmente emoldurado no século XIX.

Para avançarmos na direção numérico-topológica da matemática visual utilizada em arte computacional interativa, temos que criar rupturas em nossa leitura do mundo físico, pois o aspecto que caracteriza tais mundos como inéditas a cada representação é que sua finalização realiza-se ao vivo. As imagens, enquanto estados afetivos, que possibilitam o estabelecimento desse tipo de relações são aqui denominadas interativas. Assim, ocorre como que uma amplificação do processo sensorial devido ao fato de acontecerem correspondências isomórficas entre os estados perceptivos de quem está criando e os estados potenciais imanentes do campo criado, os quais afloram durante o processo de interação, induzindo a emergência de repertórios inovadores.

Jacques Aumont (1993) nos fala da capacidade das imagens em incluir "sinais" destinados ao espectador, que lhe permite adotar uma posição de leitura conveniente. Ele destaca, desta forma, o papel da ação da imagem sobre o espectador. Enfim, podemos atribuir vários tipos de interpretação a um filme ou games, mas existem mecanismos de controle que organizam a atividade interpretativa. Contudo, nem por isso deixam de conferir ao espectador o papel de dar significação à obra. E, Charles Peirce (1976), em um fragmento de "*Consciência da Razão*", publicado em "*The New Elements of Mathematics*", afirma que:

*"as expressões abstratas e as imagens são relativas ao tratamento matemático. Não há nenhum outro objeto que elas possam representar. As imagens são criações da inteligência humana conforme algum propósito, e um propósito geral só pode ser pensado como abstrato ou em cláusulas gerais. E assim, de algum modo, as imagens*

<sup>7</sup> Esse método possibilita, segundo Fraga, tecer e expandir processos não lineares estabelecendo padrões múltiplos em direção a estruturas cada vez mais complexas; ele propicia o aglutinamento de signos em novos significados, despertando sensibilidades, instigando curiosidades, estimulando ações para mim e para os demais, trazendo situações paradoxais para serem vivenciadas.

representam, ou traduzem, uma linguagem abstrata, enquanto, as expressões são representações destas formas. A maioria dos matemáticos considera que suas questões são relativas aos assuntos fora da experiência humana. Eles reconhecem os signos matemáticos como sendo relacionados com o mundo do imaginário, assim, naturalmente fora do universo experimental. (...) Toda a imagem é considerada como sendo a respeito de algo, não como uma definição de um objeto individual deste universo, mas apenas um objeto individual, deste modo, verdadeiramente, qualquer um é de uma classe ou de outra (NEM 4: 213)."

As propostas desveladas por artistas matemáticos e matemáticos artistas, ampliam em direção e sentido as possibilidades nestes ambientes, advindas de suas metaproduções virtuais, recheadas de poesias matemáticas como suportes midiáticos em ambientes virtuais imersivos, nas metáforas construídas sob a égide da arte computacional, games, cinema digital, simulações, com computação afetiva, computação pervasiva, entre outras formas de representação visual ancoradas nas matemáticas.

No recorte histórico de construção do presente artigo, encontramos o livro *Elementos de Quatérnios*, publicado um ano depois da morte de Hamilton (1866). Como assertividade matemática, o autor inicia suas reflexões sobre um número negativo não ter raiz quadrada, isto parece ter sido sempre claro para os matemáticos que se depararam com a questão, mas as equações de segundo grau apareceram na matemática já nas tabuletas de argila da Suméria, aproximadamente 1700 anos antes de Cristo e, ocasionalmente, levaram aos radicais de números negativos; porém, não foram eles, em momento algum, que sugeriram o uso de números complexos, somente as equações de terceiro grau que impuseram a necessidade de trabalhar com estes números. Aparentemente, um primeiro registro aparece na *Arithmetica* de Diophanto no ano de 275 d.C. Com base em certezas até então consideradas sólidas, Descartes (Descartes, com. Gilson, 1987) nos concedeu uma idéia do que era fazer Ciência no século XVII e de modo absolutamente diferente como entendemos o conhecimento científico nos dias de hoje. Não nos cabe aqui analisar o percurso de três séculos de História da Ciência, mas um trecho de uma obra que será nossa referência constante neste trabalho pode ser bastante oportuno: "*hoje em dia vemos o que a Ciência está fazendo por nós. (...) O objetivo da Ciência não são as próprias coisas, como os dogmáticos imaginaram em sua simplicidade, mas as relações entre elas*"<sup>8</sup> (Poincaré, 1993:xvi). Estas que há muito serviram como modelos perfeitos aos outros ramos do conhecimento, encontraram um desenvolvimento profundo desde meados do século XVIII até o fim do século XIX, sendo que, considerado esse período, o ponto que talvez não seja o mais importante, mas que certamente é o que nos interessa mais diretamente, é o desenvolvimento da Matemática, notadamente a partir de George Cantor (1845-1918), que com a inovação propiciada pela sua Teoria dos Conjuntos trouxe contribuições significativas à referida disciplina.

<sup>8</sup> Poincaré, Henri, *Science and Hypothesis*, in Great Books of Western World, 1993, pág. xvi.

Assim como todo o momento efervescente do final do séc XIX, com transformações significativas no modo de conceber o mundo e o pensamento humano, além das novas linguagens e movimentos artísticos advindos das mais novas teorias propostas pelos cientistas da época, ocorreu no final do século XX e está acontecendo no início deste séc XXI não apenas no campo da arte, mas, também, nas mais diferentes áreas do conhecimento humano. Existem trabalhos sobre a matemática e arte aplicadas à tecnologia da computação por meio dos fractais, animação procedural, efeitos visuais, poéticas visuais, entre outros, mas as condições metacognitivas desenhadas com o romance entre estas estabelecem avanços que, além da estética, apropriam-se de divisões científicas complexas, desde a simulação aeroespacial, monitoramento astronômico e geofísico até a computação científica nos tratamentos e prolongamento da vida humana nas ciências biomédicas.

A múltipla relação existente entre os saberes de nosso tempo, segundo Edite Vieira, sensibilizam-nos para a complexidade que o conhecimento humano nos denuncia hoje, fazendo-nos reconhecer o quanto é tênue as fronteiras existentes entre as descobertas científicas, as invenções matemáticas, tecnológicas e as produções artísticas de nosso tempo. Ao observar o ambiente contemporâneo projetamos sobre ele a nossa visão de mundo, o que nos deixaram como legado perceptivo e as verdadeiras apreensões científicas que ocorreram, além de todo o imaginário coletivo construído cuidadosamente pelos meios de comunicação de massa. Essa visão de mundo constitui-se num filtro composto por paradigmas, e é através desse filtro que percebemos e concebemos o ambiente.

As mídias emergentes, com a capacidade que possuem de representar de maneira hiper-realística seus objetos, estão muito próximas das representações mentais matemáticas. Obviamente, estão longe de serem iguais a elas, porém, muito próximas de serem simulações do mundo real, observado por diferentes pontos de vista. Isto ocorre porque o processo de simulação tem a possibilidade de agregar um grande número de variáveis ao universo das linguagens computacionais e, assim, cada vez mais, realmente simulamos os ambientes que desejamos.

O potencial comunicativo da imagem, em seu processo sógnico, artístico e matemático, está intrinsecamente relacionado ao processo de concepção das notações que dão significado aos signos criados por esta ciência. Sabemos que, desde Euler<sup>9</sup>, a notação é a metade da parte necessária para que uma teoria tenha progresso. Foi ele quem definiu a maioria dos símbolos utilizados até hoje por todos nós. Experimentar com os conceitos de virtualidade, de equilíbrios instáveis, de dimensionalidade, de campos "mórficos", de sistemas dinâmicos, de espaço-tempo, de auto-organização, entre outros, desvela possibilidades ainda não exploradas. Está acontecendo não apenas no campo da arte, mas, também, nas mais diferentes áreas do conhecimento

<sup>9</sup> Leonhard Euler, nascido a 15 de Abril de 1707, em Basel, na Suíça, foi sem dúvida o maior matemático do século dezoito, atuando também na Física, Engenharia e Astronomia.

humano. Caracterizam o momento de transformação pelo qual passamos e delineiam vertentes para futuras explorações sensíveis, num espaço tempo onde matéria e energia transformam-se, uma na outra, incessantemente.

### Ressonâncias

As imagens matemáticas são representações dos modelos que concebemos mentalmente, isto é, são signos visuais diagramáticos que exteriorizam o comportamento de nossas idéias abstratas, ou pelo menos são raciocínios da mesma natureza. A relação na produção de imagens técnicas com emoções, “a priori”, nas construções algorítmicas e animações numérico-topológicas, previamente planejadas, com fundamentação cognitiva por meio de tessituras do imaginário e caracterização de personagens, baseadas na literatura e mitologia, desvela, por outro lado, o caráter transdisciplinar de equipe na modelagem de repositórios afetivos e cognitivos.

A utilização de uma abordagem híbrida, para o planejamento dos estados afetivos e integração dos conhecimentos, promove uma visão sistêmica dos objetivos. Conforme Longhi, Bercht e Behar (2007:3),

Os termos: emoção, estados de humor/ânimo, motivação, sentimento, paixão, personalidade, temperamento e outros tantos estão relacionados à afetividade; já os termos: razão, raciocínio, percepção, memória, compreensão, atenção, juízo, pensamento, linguagem, bom-senso e inteligência estão relacionadas à cognição. A definição de cada um deles ainda provoca confusão, já que as dimensões afetivas e cognitivas são estudadas em áreas de conhecimento diversas, e não em âmbito interdisciplinar. (...) o termo cognição é ainda empregado para identificar o conjunto de processos mentais que participam na aquisição de conhecimento, na percepção do mundo (e de nós mesmos) e de como este mundo é representado.

Produções baseadas em processos imagéticos dinâmicos, percorrem a expectativa do cenário e enredo, assim como metodologias de compreensão da criação histórica (fantasia ou realidade), nas tessituras da produção artística computacional. Isto reitera a importância no planejamento de representações sígnicas das personagens em ambientes virtuais imersivos. Durand (1988) define o imaginário como o todo das imagens, e das relações entre elas, que constituem o capital do homo-sapiens. O autor defende, desta forma, a idéia de que o imaginário é real, pois ele existe psiquicamente no indivíduo, não podendo, portanto, ser considerado como uma abstração, uma vez que segue regras estruturais da hermenêutica. Ele coloca, então, em relevo a subjetividade, ratificando a retórica da imagem simbólica e reforçando a dimensão dos arquétipos e a força diretiva dos mitos. Este imaginário, ancorado em mitos, lendas e arquétipos da psique humana serve como referência

para a concepção e a caracterização de personagens e mundos imersivos. Entenda-se por personagens todos os componentes de um ambiente imersivo: paisagens, céu, nuvens, heróis, vilões e outros. Na verdade, a fascinação por criaturas mágicas ou seres dotados de magia, capazes de realizar desejos e com poderes que ultrapassam os limites dos seres humanos povoam a imaginação de muitas civilizações. Chineses, Hindus, Celtas, Gregos, Egípcios, Romanos e outros povos comprovam isto por meio de sua literatura mítica (Tvrdiková, 1989). Games como o Age of Mythologie<sup>10</sup> exploram essa característica do psiquismo humano e conseguem prender o público com histórias contadas há milhares de anos. O sucesso deste jogo foi tamanho que no ano de 2004 a Microsoft anunciou a venda de 15 milhões de unidades.<sup>11</sup>

Nos estudos da emoção, "a posteriori", desenvolvida por Rosalind Picard, todas estas influências podem ser representadas por uma função simples, não-linear, aplicada às entradas, e analisadas à frequência de um sistema emocional. A função proposta é não-linear "sigmoidal" descrita pela equação:

$$y = \frac{g}{1 + e^{-(x-x_0)/s}} + y_0$$

Finalmente, se "f" é uma função que controla o decaimento temporal da intensidade de emoção, e se "g" é uma função que restringe a intensidade da emoção de estar entre zero e seu valor de saturação. A intensidade é, então, uma nova função do seu valor anterior, em decaimento, e a influência de outras frequências e intensidades de emoção:

$$I_p(t) = g \left( f(I_p(t-1)) + \sum_{l=1}^q \varepsilon_{p,l} + \sum_{m=1}^p (\alpha_{p,m} - \beta_{p,m}) I_m(t) \right)$$

Por outro lado, para se desenvolver emoções, a priori, em personagens, e trazê-los para a vida, é necessário manter o foco na computação afetiva e estética, suas morfologias físico-matemáticas baseadas em um contexto sócio-cognitivo. A

<sup>10</sup> Age of Mythology é um jogo de computador de estratégia em tempo real lançado em 2002. Produzido pela Ensemble Studios, o jogo é uma variação da série *Age of Empires*, com mais foco em mitologia que com fidelidade histórica.

<sup>11</sup> Best-Selling Age Franchise Tops 15 Million Mark,

[http://www.microsoft.com/games/press/default.aspx?no=titans\\_20040507001](http://www.microsoft.com/games/press/default.aspx?no=titans_20040507001) 01/09/2009.

dimensão visual da álgebra e geometria, inteligência artificial e redes neurais, por meio de processos afetivos em ambientes virtuais imersivos, não são garantidas apenas para envolver o interator, mas também, se cuidadosamente planejada e desenvolvida, ela pode demonstrar, informar e levantar o interesse e motivação, dentro do ambiente, onde a partir de um mundo de realidade ou fantasia, as categorias e as estratégias para desenvolver os efeitos continuarão a ser essencialmente os mesmos, mesmo quando a tecnologia avançar, fornecendo novas e melhores ferramentas e sistemas para implementá-los. Não obstante, no futuro, as animações e efeitos visuais que hoje são constituídas como o grande diferencial na concepção e realização de sofisticadas obras em artes visuais, simulações e instalações robóticas, abrirão caminhos ao pós-biológico com pesquisas e desenvolvimentos de robôs sofisticados com sistemas que se aproximam da inteligência humana, altamente complexos, para estabelecer simulações ou utilizando o termo inglês, "Human-Level AI"<sup>12</sup>. Ainda nesta direção, se considerarmos as estruturas de poéticas visuais em si, e em personagens e cenários para games e cinema digital, especificamente, vislumbramos áreas férteis de pesquisas incrementais para estes sistemas. Laird e Lent reiteram as possibilidades infindas na aplicação destas teorias e no planejamento destes trabalhos.

Por outro lado, temos de considerar que a afetividade ocorre, também, por efeitos dinâmicos, criados por representações numérico-topológicas, "a priori", que são captados em nossos sistemas de visão. Esta contribuição foi marcada pelo trabalho de Ken Shoemake em 1985, retomando os trabalhos do livro *Elementos de Quatérnios de Hamilton (1843)*, que utilizou a álgebra de quatérnios para realizar rotações no espaço aplicadas à animação na computação gráfica, trabalho este apresentado na SIGGRAPH do mesmo ano. A pesquisa por Donizetti Louro (2007), sobre o pensamento matemático no processo criativo com base na obra intitulada *Caracolomobilis Primus*, desenvolvida por Tânia Fraga, verificou as possibilidades de construção e de interação em animações digitais por meio de sensores de sistemas de computação com inteligência afetiva. Podemos estabelecer critérios para o planejamento dos trabalhos com a computação afetiva e estética. Esta prerrogativa insere possibilidades de se preparar os estados afetivos "a priori", no planejamento e roteiro de trabalhos que exijam dinâmica em sistemas complexos por meio de regras e lógica nos códigos computacionais, na produção. Com base nos estudos de reconhecimento de padrões, largamente estudados pela ciência cognitiva aplicada, as

<sup>12</sup> Human Level AI, termo utilizado por Laird e Lent que e definem este sistema como aqueles com os quais nós sonhamos quando vimos por exemplo os robôs C3PO e R2D2 no filme StarWars", ou HAL em 2001, A space Odyssey. Eles apresentam todas as características de inteligência humana como resposta em tempo-real, robustez, interação inteligente autônoma com o ambiente, planejamento, comunicação em linguagem natural, raciocínio senso comum, criatividade e aprendizagem.

parametrizações para as dinâmicas dentro dos ambientes de interação são inferências diretas em códigos para o desenvolvimento de estados afetivos nas personagens e cenários envolvidos nos trabalhos em artes visuais.

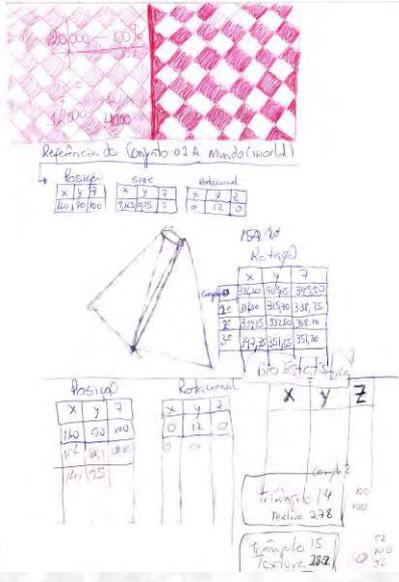
A matemática escondida, que caracteriza comportamentos, ou a i(materialidade) matemática, no processo criativo destas produções em artes visuais, desvela morfologias como uma inteligência computacional. Estas morfologias são demonstradas a seguir na obra de Tânia Fraga, *Caracolomobilis Primus*, onde os efeitos visuais e expectativas cognitivas por meio de estados afetivos foram estudados “a priori” na composição artística. No planejamento dos movimentos, seus efeitos, interação e emoções foram discutidas possíveis inferências numérico-topológicas que abrem perspectivas ilusionistas, na fenomenologia da percepção, individual e coletiva, envolvendo sensores para aumentar o grau de imersão e interatividade.

O foco de nosso estudo é composto por estados afetivos e que inclui regras de interação social desenvolvidas no processo criativo. Uma vez mais podemos compreender as tentativas e intervenções numéricas na condução deste campo teórico-conceitual da arte computacional. E, finalizando, com as condições de amostras da autora, podemos avaliar as possíveis ferramentas matemáticas aplicáveis na construção de ambientes imersíveis, ou seja, as aplicações da álgebra de quatérnios em rotações tridimensionais para uma otimização de alta performance.

Nesta análise são demonstradas as diversas conjecturas em cálculos para uma rotação tridimensional, no pensamento da artista, que desenvolve a arte trabalhando os códigos computacionais, baseados em danças numéricas que representam a matemática e a física na composição da arte. Esta constatação reitera, a priori, a intencionalidade de realizar tessituras que apresentam atratores convergentes a causar estranhamentos no receptor ou interator.

Aqui, nesta digressão morfológica matemática, estas tessituras virtuais topológicas encontram-se testadas numericamente, antes de estruturar o algoritmo da obra.

Muitas simulações são realizadas no objetivo de buscar condições melhores de visualização e efeitos especiais, na interação com os espectadores, da obra computacional interativa, o que muitas vezes acarretam em ensaios exaustivos na compreensão dos fenômenos afetivos e estéticos, observados na tela do computador.



A análise morfológica matemática neste caso, estuda as diversas condições de se planejar as emoções do receptor por meio de animações procedurais, translação e rotação, que se encontram concomitantes à inteligência artificial e redes neurais artificiais nas personagens do sistema que descrevem movimentos com topologias interativas.

Posição do conjunto (conjunto 1 e 2)

x	y	z	x	y	z
120,143	90	100,743	152,349	91,676	103,259
357	358	359	130,20	358,20	181,70

Rotacional 1º exemplo

x	y	z
310,95	316,75	322,50
		348,50 +15
317,35	325,20	358,65 +13
357,	358	359,90 +12
<del>316,75</del>	<del>316,75</del>	<del>357,30</del> +14
6,20	26,65	118,30
20	42,95	359,10 +10
42,55	<del>20,80</del>	324,75
110,30	66,30	<del>357,30</del> +12,75
152,55	148,45	226,55
167,35	24,10	227,35
178,75	357,35	226,10
191,45	329,85	220,8
214,05	302,45	226,65
221,75	290,20	307,95

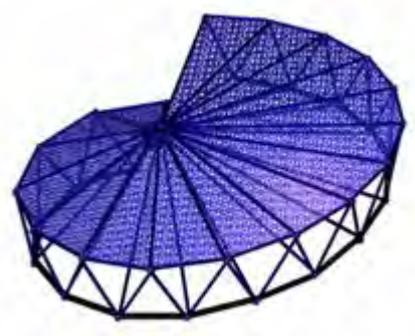
Rotacional 2º exemplo

x	y	z
334,65	315,90	352,45
		366,45 +14

Rotacional a partir do triângulo 22

Como resultado, após a implementação dos algoritmos com quatérnios, a convergência de esforços e conhecimentos que permeiam a obra de arte computacional é uma condição numérico-topológica de criação em ambientes virtuais imersíveis.

Nesta análise é demonstrada as diversas conjecturas em cálculos para uma rotação tridimensional, no pensamento da artista, que desenvolve a arte trabalhando os códigos computacionais.



Caracolomobilis primus é um projeto de instalação computacional interativa baseada no conceito visionário de constructos computacionais quase arquitetônicos, móveis, mutáveis, metamorfoseáveis que reconheçam, respondam e expressem emoção e afeto atuando em simbiose com o público.

Esse projeto baseia-se nos conceitos de computação ubíqua e afetiva, desenvolvida pelos pesquisadores Hiroshi Ishi e Rosalind Picard do MIT, respectivamente.



Os organismos comportamentais estimuláveis fazem parte de um conjunto de objetos que utilizam procedimentos robóticos, denominados como BOTOS (Behavioral Organic Technological Objects). Boto é também a palavra portuguesa usada para denominar os golfinhos de água doce. Os mitos e lendas sobre as capacidades mutantes dos botos e seus poderes mágicos o tornam um signo apropriado para denominar tais organismos.

A simulação da emoção em ambientes virtuais imersivos pode ser muito simples ou extremamente complexa, pois é o comportamento do mundo real que estamos tentando simular no ambiente controlado do computador com as redes neurais da inteligência artificial por meio da computação afetiva e estética. Todos os cenários e personagens têm seus atributos inerentes às propriedades físico-matemáticas, determinadas pelo computador, e às vezes é chamado de influências internas. Por outro lado, as influências externas são aquelas em que o sistema que está sendo simulado é submetido. Desta forma, essas influências podem ser fenômenos como o vento, a

gravidade ou a colisão em objetos que o comportamento do sistema afetivo alcança devido aos seus atributos computacionais.

Este artigo propõe, finalmente, conduzir reflexões sobre o planejamento e desenvolvimento de personagens em ambientes virtuais imersivos e, acima de tudo, permitir questionamentos para a modelagem de sistemas afetivos e estéticos, "a priori", simples e complexos. As tentativas de esclarecer o que a computação afetiva pode realizar, numérico-topologicamente, desvela morfologias que buscam, cada vez mais, a interatividade nestes mundos virtuais imersivos por meio da inteligência artificial em redes neurais, reiterando a transformação do receptor passivo de informações para o participante ativo e colaborador nestes domínios. E, como ressonância primeira, apontar caminhos no fazer contemporâneo de possibilidades e inferências infindas na arte computacional interativa.

## BIBLIOGRAFIA

- ASCOTT, Roy. (2003) Telematic Embrace. University of Califórnia: USA.  
\_\_\_\_\_. (2004). Thinking Liquid Thoughts: Version 2. Technoetics Arts: A Journal of Speculative Research 2.3. Intellect, v. 2, Bristol.
- ARISTÓTELES, trad. Bonafus, Nobert (1856). La Rhétorique. Librairie A. Durand. Paris.
- AUMONT, Jacques (1993), A Imagem. Papirus. Campinas.
- BERLO, D. (1960). The process of communication: An introduction to theory and practice. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- BRETÓN, L. D. (2003). Adeus ao corpo – antropologia e sociedade. Papirus. SP.
- CANCLINI, Nestor G. (1998) Culturas Híbridas. Trad. A R Lessa E H P Cintrão. Edusp, SP.
- CYTOWIC, Richard. (1998) The Man Who Tasted Shapes. Bradford Book, USA.  
Cook (1977) Semiotic and Significs: The Correspondence between C. S. Peirce and Victoria Lady Welby, Hardwick, ed, USA.
- D'AMBRÓSIO, U. (1998) Etnomatemática. Atica, São Paulo.  
\_\_\_\_\_. (1986). Rumo A Nova Transdisciplinaridade. Summus Editorial, São Paulo.
- DE FLEUR, M. & Ball-Rokeach, S. (1968). Theories of Mass Communication. Longman Group United Kingdom
- DESCARTES, Réne. Comenté par Gilson, Étienne (1987) Le Discours de la Méthode, texte et commentaire. Librairie Philosophique J VRIN. France.
- DEUTSCHEM, Rosalyn (1998). Evictions. Art And Spatial Politics. MIT, Cambrigde, New York.
- DURAND, Gilbert (1988). A imaginação simbólica. Cultrix, São Paulo.
- EULER, L. (1822) Elements of Algebra. Longman, Hurst, ORME and CO. PATERNOSTER-ROW. London.
- FRAGA, Tania (1995). Simulações estereoscópicas Interativas. [www.unb.br/vis/lvpa/tese.html](http://www.unb.br/vis/lvpa/tese.html).

- \_\_\_\_\_. (2000) "Inquiry into Allegorical Knowledge Systems for Telematic Art", in "Consciousness Reframed III", Conference Proceedings 3. CAIIA-STAR - Centro de Estudos Avançados em Artes Interativas, Universidade de Wales, Newport, Inglaterra.
- FLUSSER, Vilém (2002) Filosofia da caixa preta – Ensaios para uma futura filosofia da fotografia. Coleção Conexões, Relume Dumará, Rio de Janeiro.
- GIBBS, R. (2006). Embodiment and Cognitive Science. Cambridge University, New York.
- Golden, Thelma (2001) Et Al. Art : 21. Art In The Twenty-First Century. Harry Abrams Publishers, NY.
- GOMBRICH, Ernst, (1982) The Image & the eye. Phaidon, London.
- HILDEBRAND, H.R (1998), A arte de Racionar, <http://multimeios.2it.com.br/upload/bve9uxquhv> Art imagens casper.doc, site consultado dia 23 de março de 2009, às 19h51.
- HAMILTON, W.R, (1866) "Elements of Quaternions", Longman, London.
- Julesz, Bela (1971). Foundations of Cyclopean Perception. The University of Chicago, Chicago.
- Kholer, W. (1980) Psicologia da Gestalt. Itatiaia. Belo Horizonte.
- LAURENTIZ, Sílvia. "Questões da Imagem". In: VALENTE, Agnus (Org.). *HIBRIDA Revista Eletrônica*. São Paulo, Brasil, 2004 maio / 2005. [http://www.agnusvalente.com/hibrida/silvia/laurentiz\\_texto\\_01.htm](http://www.agnusvalente.com/hibrida/silvia/laurentiz_texto_01.htm) 05/06/2009 11h00.
- LONGHI, M. T. ; Bercht, M. ; Behar, P. A. (2007) . Reconhecimento de Estados Afetivos do Aluno em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. *RENOTE. Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 5, p. 2.
- LOURO, Donizetti. *Revista Educação*, 1996: 46
- LOURO, Donizetti ; FRAGA, Tania. Thinking Responsive Morphologies for Computer Art. Europe (Paris), v. I, p. 107-113, 2008.
- \_\_\_\_\_. Morphologies for the grown of responsive shapes. *IJDST (International Journal of Design Sciences and Technology)*. Europa (Paris), 2009.
- MORIN, E. (2000). Os sete saberes necessários à Educação do futuro. Cortez. São Paulo.
- NICOLA, R. (2003). Cibersociedade. Quem é você no mundo on-line? SENAC. São Paulo.
- NOVAES, A. (2003). O Homem Máquina. Companhia das Letras. São Paulo.
- PEAT, F. David. (1998), Synchronicity. Bantam Books, USA.
- PEAT, F. David. & Briggs, John. Seven (2000). Lessons of Chaos. Harper Perennial, New York.
- PEIRCE, Charles Sanders (1976). The New Elements of Mathematics, Ed. Carolyn Eisele.
- PICARD, Rosalind (2000). Affective Computing. MIT, Cambridge, New York.
- POINCARÉ, Henri, (1993) *Science and Hypothesis*, in Great Books of Western World.
- PRADO, Gilberto (2003). Arte Telemática. Itaú Cultural, São Paulo.
- SANTAELLA, Lúcia (1990). Outr(a)idade do mundo. *Linguagens - Revista da Regional Sul da Associação Brasileira de Semiótica*, N° 3, Agosto: 58.
- \_\_\_\_\_. (1993). A percepção - uma teoria semiótica. Experimento, São Paulo.
- \_\_\_\_\_. (2001). Novos Desafios da Comunicação Lumina - *Facom/UFJF* - v.4, n.1, p.1-10
- \_\_\_\_\_. (2007). Navegar no ciberespaço, o perfil cognitivo do leitor imersivo. Paulus, São Paulo.
- SCHRAMM. W. (1954) The Process and Effects of Mass Communication, Edited by ilbur (University of Illinois Press, Urbana).

SHANNON, C. (1948), *A Mathematical Theory of Communication*". Bell System Technical Journal 27, 379-423, 623-656.

SHANNON, C & Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*, University of Illinois Press, Urbana, Illinois.

SILVA, M. (2000). *Sala de aula interativa*. Quartet, Rio de Janeiro.

SIMON, M. (1978). *Comprendre les idéologies, les croyances, les idées, les valeurs*. Chronique sociale. Lyon.

SZAMOSI, Géza. *Tempo & Espaço: as Dimensões Gêmeas*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1988

TAPSKOT (2008) *Net Geners Come of Age*. Viewpoint November 3, 2008, 12:01AM EST. [http://www.businessweek.com/technology/content/nov2008/tc2008111\\_448166\\_page\\_2.htm](http://www.businessweek.com/technology/content/nov2008/tc2008111_448166_page_2.htm), consultado no dia 10/02/2009 às 15h00.

TVRDIKOVA, Michaela (1981). *Le plus belle Légendes du Monde*. GRÜND, Paris

WANG, T. U (2009). *Learning in the Virtual World: the Pedagogical Potentials of Massively Multiplayer Online Role Playing Games*. Vol. 2, No. 1 *International Education Studies* 32. [www. H:\SLACTIONS\\_Artigo\learning...pedagogical.htm](http://www.H:\SLACTIONS_Artigo\learning...pedagogical.htm), consultado no dia 09/02/2009 às 16h00.

WIENER, Norbert (1948). *The Human Use of Human Beings; Cybernetics and Society*. Boston, Houghton Mifflin Co.

WOLFRAM, Stephen (2002). *A new Kind of Science*. Wolfram Midia. U.S.A