

## **A CIÊNCIA DO CIBORGUE:<sup>1</sup> comunicação, sistemas complexos e cibercultura**

Fátima Régis<sup>2</sup>

***Resumo:** O tema do ciborgue/pós-humano tem marcado as discussões da cibercultura. A interface do tema com os estudos da comunicação repousa sobre a tese da comunicação total. Para gerar um contraponto à comunicação total, o artigo tem como objetivo trazer para o debate a teoria dos sistemas complexos. Com base no modo de funcionamento dos sistemas complexos, pretende-se encaminhar três hipóteses: 1) a comunicação está na base de funcionamento dos sistemas complexos; 2) a teoria dos sistemas complexos é uma via científica capaz de sustentar a lógica do ciborgue/pós-humano; 3) como desdobramento da anterior, aposta-se que o tema ciborgue/pós-humano não precisa se restringir à discussão metafórica ou imaginária, podendo também repousar sobre solo científico.*

***Palavras-Chave:** Comunicação, sistemas complexos, pós-humanismo.*

---

*“A comunicação é um princípio de organização da natureza”*

(J. Ruesch)

### **1. Uma alternativa à tese da comunicação total**

Na medida em que as tecnologias informacionais da comunicação e da informação evidenciam as hibridações homem-máquina, o tema do ciborgue/pós-humano torna-se emblemático das discussões sobre a cibercultura. A interface do tema com os estudos da comunicação é que dessa lógica deriva a tese da *comunicação total*: a idéia de que, como a informação perpassa diversas áreas do conhecimento e é subjacente à constituição da matéria e da energia, ela seria uma pedra de roseta capaz de transitar sem obstáculos pelos campos orgânico e inorgânico, natural e artificial.

A comunicação total deriva da premissa de que “tudo são sistemas que processam informação”. O problema é que existem várias vertentes científicas que discutem essa premissa. Acreditamos que os pressupostos da comunicação total são fortemente influenciados por especulações do imaginário tecnológico sobre a *teoria computacional da mente* que defende que não há diferença essencial ou demarcações absolutas entre existência corporal e simulação no computador. Este artigo propõe trazer para o debate a *teoria dos sistemas complexos*. A vantagem

---

<sup>1</sup> Trabalho apresentado ao Grupo de Trabalho “Comunicação e Cibercultura”, do XVI Encontro da Compós, na UTP, em Curitiba, PR, em junho de 2007.

<sup>2</sup> Universidade do Estado do Rio de Janeiro / fatimaregisoliveira@gmail.com

desta teoria para a análise da questão é que ela não prescinde do mundo físico. Pensadores da complexidade explicam a mente como o resultado de um longo processo evolutivo que envolve as relações entre corpo e cérebro e suas interações com o ambiente. Para eles, a mente é *corporificada* e depende da história biológica e cultural vivenciada em situações concretas pelos seres. Essa opção teórica justifica-se também porque, ao serem explicados por meio de termos como informação, interação, troca e *feedback*, os sistemas complexos exibem um modo de funcionamento eminentemente *comunicacional*. Vamos explicar melhor nossa proposta.

O estado da arte da temática ciborgue/pós-humano é, *grosso modo*, o descrito a seguir. O tema é inaugurado quando, em meados do século XX, a biologia inspira-se nos estudos da cibernética e passa a descrever o ser vivo como o resultado de uma organização que se ordena a partir da idéia de *arquitetura em níveis*. Ou seja, os componentes de um nível inferior interagem e integram-se entre si, ao mesmo tempo em que se integram no nível superior. Essa lógica fundamenta-se em dois pontos cruciais para o surgimento da noção de ciborgue/pós-humano. O primeiro se refere ao fato de que, nos níveis inferiores a vida é composta de *elementos inorgânicos*, de onde surge a conclusão de que *nos níveis elementares da matéria não há diferença entre organismos biológicos e matéria inerte*. Por meio de reações enzimáticas as substâncias inorgânicas tornam-se moléculas específicas que, por sua vez, constituem células que formam órgãos e assim por diante. Ao final de várias etapas de integrações sucessivas em níveis, temos um ser vivo completo. O que orienta essas integrações sucessivas é um conjunto de *informações* organizadas em um *programa*, cifrado nos *códigos* do DNA. Chegamos ao segundo ponto crucial: descrito à luz da cibernética, o ser vivo passa a ser um sistema que processa informações e executa programas. Órgãos, células e moléculas trocam mensagens sob forma de interações bioquímicas, formando uma rede de comunicação.

Desde então, os conceitos de informação, código e programa têm gerado uma convergência de materiais e métodos entre as ciências da vida, a microeletrônica e as tecnologias informacionais da comunicação (CASTELLS, 2001). A informação tem se ramificado por áreas diversas como biologia, neurociências, ciências cognitivas, engenharia e comunicação, e atuado como um solvente universal (HAYLES, 1999), capaz de articular sem emendas organismos biológicos e dispositivos inorgânicos. O resultado é o surgimento das noções de ciborgue e pós-humano: o hibridismo entre componentes biológicos e cibernéticos com objetivo de superar os limites do humano.

Diversos pesquisadores brasileiros dedicados aos estudos sobre a cibercultura têm se dedicado, com competência, a desvendar e problematizar as questões ontológicas e o imaginário tecnológico despertado pelo tema do ciborgue/pós-humano (Cf. FELINTO, 2005; SANTAELLA, 2003; LEMOS, 2003; SIBILIA, 2002)

Este texto pretende contribuir para este debate propondo um pequeno desvio na via de pesquisa sobre a relação entre ciborgue, comunicação e cibercultura. Como já dissemos, partimos da constatação de que a discussão sobre o tema é hoje fortemente influenciada pelas especulações geradas sobre as teses da teoria computacional da mente.

Esta teoria é defendida por cientistas como Hans Paul Moravec e Marvin Minsky, ambos do Massachusetts Institute of Technology – MIT. Eles definem processos mentais como a manipulação de representações simbólicas de acordo com regras da lógica formal. Por esta visão, a simulação de computador é capaz de modelar inteiramente a vida mental humana. A correspondência entre cérebro e computador baseia-se na concepção funcionalista da mente: a idéia de que emoções e sentimentos como dor, medo e ciúmes não se definem como experiências sensíveis ou eventos físicos no cérebro, mas por seu papel funcional abstrato. Se a atividade cognitiva depende principalmente de meios formais e representacionais, a ação concreta sobre o mundo não é fundamental para o pensamento. Esses pesquisadores alegam que máquinas são capazes de experimentar estados mentais cognitivos genuínos e que é possível construir um computador com emoções e consciência reais.

Essas idéias, combinadas com os pressupostos de que nos níveis elementares organismos biológicos são constituídos por material inorgânico, estimulam a tese da comunicação total, tornando-se fonte de inspiração para o imaginário cibercultural do desejo de transcendência e unidade com a máquina.

Para gerar uma alternativa à tese da comunicação total, o artigo tem como objetivo invocar para o debate a teoria dos sistemas complexos como uma outra via de problematização do tema ciborgue/pós-humano. Com base na explicação sobre o modo de funcionamento dos sistemas complexos, o artigo pretende encaminhar três hipóteses: 1) o processo de comunicação está na base de funcionamento dos sistemas complexos, o que pode contribuir para a vinculação do tema à área de comunicação; 2) a teoria dos sistemas complexos é uma via científica capaz de sustentar a lógica do ciborgue/pós-humano; 3) como desdobramento da anterior, aposta-se que o tema ciborgue/pós-humano não precisa se restringir à discussão metafórica ou imaginária, pode também repousar sobre solo científico.

Vamos começar descrevendo como o advento do computador permitiu investigar um tipo de sistema até então intocado pela ciência, os sistemas complexos.

## **2. O que são sistemas complexos?**

Um sistema é um conjunto de elementos que estão em interação entre si formando um todo único. Podemos dividir os sistemas em duas grandes categorias: simples e complexos.

Sistemas simples são aqueles que têm apenas duas ou três variáveis, como o movimento dos corpos na mecânica clássica. Sistemas deste tipo são tratados desde a ciência clássica por procedimentos de análise. A análise, legado do método cartesiano, prevê a separação do todo em frações até que se atinja as partes mais elementares. Isoladas as partes elementares, identificam-se os poucos atributos desses elementos e, a partir desses dados básicos, reconstituem-se as características do sistema como um todo (Cf. OLIVEIRA, 2003, p. 140-1). Pelos procedimentos de análise, considera-se que não há interação entre as partes ou que esta é tão fraca que pode ser desprezada para fins de pesquisa. Sem a interação entre as partes elementares, nos sistemas simples, o todo é uma soma das partes e mantém as mesmas propriedades destas. Sistemas simples são *deterministas* – conhecendo-se a situação do sistema num dado momento pode-se calcular seus estados anteriores e prever os subsequentes – e *reducionistas* – porque as propriedades do todo são reduzidas às propriedades das partes simples.

Já os sistemas complexos são dinâmicos e não-lineares. São sistemas em que o conjunto das variáveis não obedece a uma relação constante de proporcionalidade, mas isto não significa desordem. São sistemas sensíveis às condições iniciais, isto é, de acordo com as variações que ocorram no estado inicial do sistema, sua evolução se torna imprevisível. São por essa razão sistemas de comportamento caótico, pois mudam de estado sob efeito da ação do tempo. Sistemas que podem alterar seu estado de acordo com sensíveis variações nas condições iniciais e com a ação do tempo podem ser ilustrados pela metáfora já famosa do “efeito borboleta”. Este efeito foi analisado pela primeira vez pelo matemático Edward Lorenz na década de 1960. Lorenz estudava efeitos climáticos e percebeu que ínfimas mudanças nas variáveis iniciais dos sistemas meteorológicos amplificadas pela ação do tempo poderiam causar alterações drásticas no final do sistema. Explicou sua tese com a analogia de que o simples bater de asas de uma borboleta no Brasil poderia causar um tornado no Texas<sup>3</sup>. A metáfora revela duas características importantes dos sistemas complexos: a extrema sensibilidade a ínfimas alterações no estado inicial do sistema e a interdependência entre suas variáveis. Um sistema deste tipo descreve uma situação em que o comportamento do conjunto excede a soma de cada uma de suas partes. O procedimento de análise não é eficaz quando aplicado a sistemas não-lineares.

Warren Weaver classificou os sistemas complexos como sistemas de *complexidade desorganizada* e de *complexidade organizada* (SHANNON & WEAVER, 1975).

Os sistemas de complexidade *desorganizada* caracterizam-se por terem milhões ou bilhões de variáveis. Nesses sistemas não é possível fazer prognósticos sobre o comportamento de um

---

<sup>3</sup> A inspiração parece ter origem no conto de ficção científica “A Sound of Thunder” (Um Som de Trovão), escrito em 1952 por Ray Bradbury.

elemento isolado, mas pode-se fazer previsões exatas sobre o comportamento global do sistema. O movimento randômico executado pelas moléculas de um gás à medida que colidem umas com as outras é um exemplo. Dado seu comportamento caótico é impossível conhecer detalhadamente os estados microscópicos e prever a partir das leis do movimento como uma molécula individualmente irá se comportar. Este tipo de sistema só começou a ser estudado a partir do século XIX com a criação dos métodos estatísticos e probabilísticos. Steven Johnson explica que este tipo de sistema é complexo “porque há muitos agentes se inter-relacionando, mas é desorganizado porque eles não criam qualquer comportamento de nível superior, além de amplas tendências estatísticas” (2003, p. 35) Além dos gases, outros exemplos são os sistemas de seguros e a previdência.

Entre os sistemas simples de duas variáveis e os complexos desorganizados de dois bilhões de variáveis, Weaver identificou sistemas que possuem um número moderado de variáveis, no qual as partes elementares interagem entre si, formando padrões de comportamento observáveis no nível macro, compatíveis com um todo organizado. Weaver verificou que esses sistemas possuíam uma complexidade *organizada*. Sistemas organizados precisam ser investigados como um todo, porque seu comportamento é produzido pela *interação entre as partes constituintes*. Seu comportamento não é propriedade dos elementos da matéria, ele **emerge** da interação entre os componentes da matéria. As características ou comportamentos que surgem não são redutíveis às propriedades ou comportamentos das partes elementares.

Diferente dos sistemas simples em que praticamente não há interação entre os agentes elementares, nos sistemas de auto-organização a efervescência de interações entre as partes elementares é o cerne do sistema. Essas partes simples interagem entre si por meio de regras específicas e locais (não programadas por um agente de nível superior) criando um comportamento observável no nível macro ou, com o passar do tempo, gerando um padrão específico ordenado, ou seja, produzem o fenômeno da **auto-organização**.

Para entendermos melhor o que é e como funciona o fenômeno da auto-organização, tomemos um exemplo prático: o caso das formigas<sup>4</sup>. Quando observamos uma formiga isoladamente, não conseguimos discernir nenhum objetivo em sua trajetória. No entanto, quando essa formiga descobre uma fonte de alimento, ocorre algo curioso. Ela toma uma amostra do alimento e, graças à trilha de feromônios que deixou no chão, a formiga refaz seu percurso até o formigueiro (tal qual as migalhas de pão marcavam o trajeto de João e Maria). Durante o caminho de volta, encontra uma segunda formiga. Após avaliar o valor nutritivo do alimento com suas antenas, a segunda formiga realiza o seguinte procedimento com o objetivo de alcançar a fonte de alimento: divide o mundo em

---

<sup>4</sup> Este exemplo foi resumido a partir das descrições sobre o funcionamento de colônias de formigas contidas no excelente artigo “Biontes, bióides e borgues”, de Luiz Alberto Oliveira e na obra “Emergência”, de Steven Johnson.

dois hemisférios – o de onde ela vinha e o de onde vinha a primeira formiga – e começa a investigar a área de onde provinha a primeira formiga. Uma terceira formiga se aproxima e repete o mesmo procedimento. Divide o mundo em duas partes: a sua e a parte em que se concentram as duas primeiras formigas. Cada formiga que chega repete o procedimento, de modo que lá pela ducentésima, o resultado é um caminho único que liga o formigueiro à fonte de alimento. Esse caminho é sempre o mais curto e o mais econômico. O que podemos concluir com este exemplo é que uma formiga isolada parece zigzaguear sem finalidade, mas um grupo de formigas gera um padrão específico (a trilha) que representa a solução de um problema. A partir da repetição de regras de interação extremamente simples – seguir as trilhas mais ricas em feromônios – emerge um comportamento de conjunto cuja intenção e eficácia são claramente observáveis no nível macro. Como conclui Luiz Alberto Oliveira “há portanto capacidades na ação coordenada de duzentas formigas que não estão presentes nas formigas individuais; um predicado novo foi acrescentado, uma nova qualidade emergiu.” (2003, p. 145)

A auto-organização envolve a emergência (e manutenção) da ordem, ou complexidade, a partir de uma origem ordenada em um nível inferior. Não significa apenas mudanças superficiais, mas implica um desenvolvimento fundamental da estrutura. Este desenvolvimento é ‘espontâneo’ ou ‘autônomo’ obedecendo a características intrínsecas ao próprio sistema, que freqüentemente está interagindo com o meio ambiente, em vez de ser imposto ao sistema por um programador externo. (Cf. BODEN, 1996, p. 3) O modelo da auto-organização é um modelo de um mundo *sem líderes*, em que o comportamento observável em plano macro *emerge* a partir de interações entre os elementos simples nos níveis inferiores. Os protestos contra a Organização Mundial do Comércio em Seattle, em 1999, o clima, a vida, a sociedade, as colônias de formigas e o mercado financeiro são sistemas desse tipo.

Um outro exemplo de auto-organização é o da emergência de padrões em ambientes urbanos. Steven Johnson (2003) relata que Friedrich Engels, ao chegar à cidade de Manchester em 1842, identificou um estranho padrão na cidade. Mesmo tendo sido construída sem nenhum tipo de planejamento, nas ruas de maior movimento concentravam-se os comerciantes. Próximo ao comércio, residências requintadas; e, bem afastadas do perímetro urbano, as casas de operários.

Como Johnson destaca, o que Engels distinguiu no cenário urbano foram padrões visíveis porque têm uma estrutura repetitiva que os distingue do mero ruído de fundo: “são sinais emergindo de um lugar do qual só esperaríamos ruídos” (JOHNSON, 2003, p. 29).

Essas estruturas emergentes não são criadas por leis governamentais ou projetos urbanos, mas por milhões de indivíduos e algumas regras simples de interação social. Tradicionalmente, os

indivíduos se aproximam de seus pares e mantêm distância tácita com os diferentes, os ‘outros’. Essas regras simples de ‘convívio social’ ‘empurram’ as classes desfavorecidas para os lugares mais escondidos da cidade.

Como podemos deduzir, nem todo sistema emergente é desejável. Nos padrões emergentes observáveis no plano macro das cidades incluem-se, por exemplo, as favelas. Para criar um padrão de nível superior, o sistema precisa ser *adaptável*. Embora compartilhem o mesmo padrão geométrico, os flocos de neve apresentam formas que não se repetem. Cada floco de neve é único, singular. Mas, essa exuberância, embora esteticamente agradável, não tem utilidade na natureza. Para ter utilidade ou tornar-se mais inteligente com o tempo, o sistema tem que apresentar a qualidade de *adaptar-se*. Ou seja, reagir às necessidades específicas e mutantes de seu meio ambiente. Steven Johnson (2003, p. 86) salienta que inteligência requer conexão (interação) e organização.

O elemento que os sistemas emergentes adaptáveis utilizam para se ajustar às necessidades do meio é um velho conhecido dos estudiosos de comunicação, o *feedback*. Ele está presente em todo lugar. As formigas o utilizam para definir se precisam buscar alimentos ou trabalhar na limpeza da colônia. As células do corpo humano o utilizam para decidir se serão células da pele ou neurônios. Os comerciantes para ordenar a logística de entrada e saída de produtos. Os profissionais de comunicação, para ajustar o tipo de mensagem para seu público. Os autores de novela o utilizam para decidir o rumo de personagens e histórias. O *feedback* é uma ferramenta que permite ajustar o sistema para que ele se torne adaptável. (Ibid, p. 103)

O uso dos termos informação, interação, troca, vizinhança, *feedback* indica o motivo pelo qual este artigo está interessado nos sistemas complexos: eles exibem um comportamento comunicacional.

### **3. Sistemas Complexos: um modo comunicacional de ser**

O ponto de interseção entre as manifestações contra a globalização em Seattle, a efervescência da cidade de Manchester, o comportamento das formigas e o software *Simcity*, é que todos são sistemas de auto-organização. Todos partem de agentes simples que interagem entre si segundo regras locais (*bottom-up*), ouvindo o *feedback* das células vizinhas e, produzindo como resultado um padrão reconhecível (adaptável ou não) a nível macro.

Seja por meio de sinais semioquímicos como os feromônios usados nas interações entre formigas, ou todo tipo de códigos lingüísticos complexos (gestuais, verbais, arquitetônicos, vestuário etc) usados pelos humanos em suas comunicações diárias, é o processo de troca de

informação que permite as aproximações ou afastamentos entre as partes elementares de um sistema, gerando padrões de comportamento observáveis no nível macro.

A base dos sistemas complexos é o reconhecimento de padrões. Reconhecer padrões é criar uma sinalização, é gerar uma diferença. Um sinal é um padrão que se destaca do ruído; é uma figura que se destaca de um fundo. É por isso que na Teoria da Informação de Shannon/Weaver (1975), informação é do campo da ordem e da diferenciação, contrapondo-se à entropia que é associada à desordem e à indiferenciação.

A informação é um padrão que se destaca de um fundo. Reconhecer um padrão é codificar um sinal capaz de ser compreendido por outro ser. As reações que o sinal causa no meio irão provocar os *feedbacks*, que, por sua vez, reorientarão os passos futuros do sistema. Será que podemos reconhecer nesses termos (informação, ruído, *feedback*) os elementos do processo de comunicação?

Não é nenhuma novidade a noção de que a troca de informações é uma atividade processada por sistemas humanos e não-humanos. Juan Díaz Bordenave defende que ela é um “processo de inter-relação e influência recíproca entre uma forma de organização e seu meio ambiente” (1983, p. 11). Segundo o autor, esse processo é comum a mecanismos mecânicos (um relógio), mecanismos homeostáticos (um termostato), organismos biológicos (uma célula / órgãos do corpo humano), organismos vegetais, organismos animais (dança das abelhas), seres humanos, organizações sociais (a comunicação como ingrediente de interação nos sistemas sociais) e entre organizações (empresas, comunidade, sociedade, governo, clubes, associações religiosas). (Cf. 1983, p. 11-20)

Mas, em relação ao processo de comunicação não há consenso. Há estudiosos que o consideram exclusivo dos humanos. Outros, defendem que é comum a sistemas humanos e não-humanos e, há ainda aqueles que postulam haver uma continuidade entre os processos rudimentares de comunicação nos níveis físico-químicos e os complexos sistemas de linguagem humana.

Antonio Hohlfeldt considera que a comunicação “é uma capacidade única do ser humano por dar-se em condições de ausência do objeto referido, fenômeno impossível aos demais seres vivos, animais ou vegetais” (HOHLFELDT, 2001, p. 61). Essa visão reduz a comunicação ao âmbito da linguagem simbólica deixando de lado todo tipo de sinais e estímulos<sup>5</sup> que permitem a codificação, interpretação e comunicação com o meio social em que estamos inseridos. Além do mais, se é a “ausência do objeto referido” que define o processo de comunicação humana, como podemos

---

<sup>5</sup> Lúcia Santaella define linguagem como “os diferentes elementos e estímulos que usamos para nos orientar e comunicar com os outros (imagens, gráficos, sinais, setas, números, luzes, sons musicais, gestos, expressões, odores, tato, olhar, sentir e apalpar, paladar)” (1987, p. 11). Segundo esta definição, a linguagem não é meramente representacional, inclui os estímulos físicos, químicos e biológicos, não necessariamente conscientes, pelos quais nos orientamos no mundo. Nesse sentido, há animais que possuem linguagem.

classificar o gesto de um animal doméstico que bate repetidamente seu prato no chão informando a ausência do objeto “comida”?

Num caminho diametralmente oposto, Luiz Martino afirma que devemos considerar três grandes domínios da comunicação: seres brutos, seres orgânicos e homem. No âmbito dos seres brutos: “todos os sistemas de troca de forças ou de energia podem ser descritos como processos comunicativos: emissor (1ª. Bola), receptor (2ª. Bola), mensagem (força/calor) e efeito (deslocamento/dilatação)” (2001, p. 21). Na esfera dos seres orgânicos, também ocorre um processo do tipo ação/reação, sendo que a reação do ser vivo é retardada devido ao processo de escolha. A natureza mecânica dá lugar a processos que primam pela interpretação e seleção. No domínio humano, a comunicação assume a forma simbólica e sofre a intervenção dinâmica e complexa da cultura no processo seletivo. (Cf. 2001, p. 20-23)

Nöth considera que devemos conceber “uma transição gradual que vai dos modos de interação proto-comunicativa mais rudimentares até os mais complexos”. (Apud SANTAELLA, 2001, p. 17) O traço distintivo entre a comunicação humana e não-humana seria a intencionalidade nos pólos do emissor e receptor. Intencionalidade é “a característica pela qual os nossos estados mentais se dirigem a, ou são acerca de, ou se referem a, ou são de objetos e estados de coisas no mundo diferentes deles mesmos” (SEARLE, 1987, p 21). Na comunicação social, intenção é a tentativa consciente do emissor e receptor se influenciarem mutuamente por meio de troca de mensagens. Mas, a comunicação humana é repleta de recursos, tais como emoções, expressões corporais, peças de vestuário, acessórios e estilos de comportamento que comunicam sem serem necessariamente *intencionais*. Se há elementos não-intencionais na comunicação humana e se animais possuem linguagem, é possível erguer fronteiras minimamente precisas entre a comunicação humana e não-humana?

Certamente não estamos defendendo que a comunicação entre formigas seja igual à complexa e dinâmica comunicação humana. Mas, resguardadas as diferenças de complexidade, não parece nenhuma heresia supor que há continuidade entre sistemas proto-comunicativos e a comunicação humana e social, e adotar uma visão ampliada da comunicação, na qual o fenômeno comunicativo abrange níveis humanos e não-humanos.

Concluimos esta seção fazendo coro com Lúcia Santaella:

uma tal ampliação do sentido da comunicação não é mera sofisticação inconseqüente. Ela se tornou hoje imperativa, pois, já nos fenômenos de massa e, muito mais hoje, no fenômeno explosivo das redes planetárias, a dinâmica da comunicação se faz muito mais entender à luz dos modelos do funcionamento dos sistemas vivos em nível microscópico, (...), do que dos processos conscientes de comunicação humana em nível social. É por isso que estes têm muito a aprender com aqueles. (2001, p. 23)

#### 4. Sintetizar: o novo procedimento científico

Como vimos, antes da invenção do computador, os cientistas conseguiam investigar os *sistemas simples* e os *sistemas de complexidade desorganizada*. Os primeiros eram tratados por equações analíticas e os últimos por métodos estatísticos e probabilísticos. O computador permitiu o estudo dos sistemas de auto-organização, expandindo imensamente as possibilidades de investigação científica.

Vamos tentar compreender como isso ocorre: os componentes fundamentais e as leis que regem os comportamentos mecânico, elétrico e químico são bem conhecidos. A dificuldade reside em prever como o conjunto dos componentes irá se comportar, dado que alterações ínfimas nas condições iniciais e a interdependência das variáveis geram efeitos completamente inusitados no final do sistema. Por exemplo, a meteorologia conhece os componentes e as equações atmosféricas, mas para prever o tempo, precisa calcular as “implicações das interações de um vasto número de variáveis partindo de complicadas condições iniciais” (SIMON, 1999, p. 15). Na ausência do computador, os pesquisadores precisavam utilizar cálculos integrados de modo que as equações fossem integradas sucessivamente, simulando o desdobramento do comportamento do sistema com a passagem do tempo. Sem o computador, a tarefa era praticamente inexequível. Para desvendar os mistérios desse tipo de sistema é preciso modelar o comportamento do sistema quase que em tempo real, o que só se tornou possível com o desenvolvimento das simulações de computador.

Para produzir simulações, o computador utiliza procedimentos de *síntese*. Diferente do método analítico – que decompõe o todo em suas partes constituintes –, a síntese inicia com as partes constituintes, colocando-as juntas na tentativa de *sintetizar* o comportamento de interesse.

A partir de descrições pormenorizadas de componentes e leis de comportamento físico-químico, o computador calcula a evolução dos sistemas a partir de uma ampla faixa de parâmetros e condições iniciais, permitindo criar praticamente *todos os fenômenos possíveis*, existentes ou não. Por exemplo, os simuladores de voo mais modernos modelam não apenas todo tipo de situação que o piloto enfrentará na realidade, mas também condições climáticas extremamente improváveis como nevar no Rio de Janeiro (KENSKI, 2001, p. 67).

A miríade de sistemas que podem ser simulados transformou o computador em uma ferramenta presente praticamente em todos os campos de pesquisa. É possível sintetizar situações variadas tais como condições climáticas nos quatro cantos da Terra, comportamento de colônias de insetos e, até mesmo, fluxos populacionais de grandes cidades. Mas os milagres operados pelas novas técnicas computacionais não param por aqui.

Com os procedimentos de síntese, os cientistas tiveram um *insight* notável: o uso da simulação para investigar sistemas físicos complexos ensinou que “comportamento complexo não

precisa de raízes complexas” (LANGTON, 1995, p. ix). Perceberam que suas pesquisas não precisavam se limitar a simular os sistemas existentes: poderiam colocar juntas substâncias e partes da matéria que *não aparecem juntas na natureza* e ver que *outros sistemas poderiam emergir* dessas interações. Sintetizar é mais do que reproduzir processos naturais, é *criar* objetos e substâncias que *não existem* na natureza.

## 5. Complexidade: a ciência do ciborgue

A síntese ensinou a projetar outras possibilidades da natureza; criar “realidades alternativas”, como as descrevem os escritores de ficção científica. Simular ou criar modelos não é um procedimento científico novo. A originalidade também não está em fabricar artefatos e instrumentos que não existem na natureza. A novidade consiste na possibilidade de intervir sobre os mecanismos da vida, um processo que, até então, era *lento* e *exclusivo* da seleção natural.

Como explica o físico Luiz Alberto Oliveira, do ponto de vista dos sistemas complexos:

a vida é uma matéria organizada que, aprendendo a modificar sua própria estrutura para responder a alterações do meio, passou a conectar as durações bilionésimas das reações moleculares aos milhares de anos das transformações geológicas, às centenas de milhões das transformações astrofísicas. A aceleração técnica vigente na contemporaneidade superpôs a essa conexão entre os ritmos materiais e biológicos o *prestíssimo* das produções culturais. (2003, p. 167)

Enquanto a seleção natural leva bilhões de anos para talhar uma nova espécie de *Bionte* – ser vivo desenhado pela seleção natural –, o homem precisou de apenas algumas décadas para gerar seu primeiro mamífero *Bióide* – ser vivo projetado artificialmente: a ovelha Dolly.

Ora, se como já vimos, nos níveis elementares os seres vivos são constituídos das mesmas substâncias que a matéria inerte e, o método científico da complexidade é a síntese – que implica em reunir elementos simples e fazê-los interagir a fim de que se gere comportamento complexo –, não há rigorosamente nada que impeça de sintetizar carbono e silício. Do ponto de vista científico, não há nada que impeça de se combinar os componentes orgânicos – com suas habilidades motoras, sensoriais e cognitivas – de que somos constituídos com as próteses e chips sensíveis, inteligentes e biocompatíveis das tecnologias artificiais – e ver o que acontece. À medida em que a ciência amplia a capacidade de manipular partículas em escala molecular, aumenta a possibilidade de criar os *Borgs* – seres híbridos de células e chips. (Cf. OLIVEIRA, 2003, p. 169)

Para enfatizar o argumento, Oliveira lembra uma façanha:

O cérebro de uma lampreia foi conectado a sensores sensíveis à luz e também aos controles de movimento de um pequeno robô. Com o cérebro da lampreia funcionando como central de processamento, o robô passou a agir como a lampreia agiria, evitando as zonas iluminadas e buscando as escuras (Idem).

Ao propor a inserção da teoria dos sistemas complexos na problemática do ciborgue/pós-humano, este artigo busca oferecer uma contribuição às vias de pesquisa tradicionais deste tema.

Em primeiro lugar, pensar o tema do ciborgue/pós-humano via sistemas complexos traz uma alternativa à tese da comunicação total. Pela teoria dos sistemas complexos, a noção de que “tudo são sistemas que processam informação” ganha um novo matiz. Não é uma redução de toda a complexidade do humano a um padrão de dados capaz de fluir por um circuito cibernético. Trata-se de uma inspiração na própria lógica da vida: agentes elementares que trocam informações seguindo regras locais de interações, de onde podem emergir seres com comportamento adaptativo e inteligente. Esse modo de análise pode fornecer ao debate uma base científica, ampliando o campo de investigação sobre o tema.

Em segundo lugar, algumas áreas da cibercultura, tais como redes de auto-organização, mídias táticas, sistemas de compartilhamento de informações e *softwares* emergentes, já utilizam procedimentos de síntese para gerar auto-organização. Auto-organização e emergência são características dos sistemas complexos que, como nos parece, fundamentam-se nos modelos de comunicação. Propor a comunicação como princípio dos sistemas complexos e os sistemas complexos como base teórica da cibercultura e do pós-humanismo, implica não apenas reivindicar estes últimos como temas da comunicação, como também reivindicar uma participação maior do campo da comunicação nas ciências da complexidade.

## Referências

- BODEN, M. A. (ed.). **The philosophy of artificial life**. New York: Oxford University Press, 1996.
- BORDENAVE, J. D. **Além dos meios e das mensagens**. 5 ed. Petrópolis: Vozes, 1983.
- BRADBURY, R. “Um Som de Trovão”. In: **Os frutos dourados do sol**. São Paulo: Editora Círculo do Livro, 1979.
- CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2001.
- FELINTO, E. **A religião das máquinas**. Porto Alegre: Sulina, 2005.
- HAYLES, K. **How we became posthuman**. Chicago University, 1999.
- HOLFELDT, A, MARTINO, L, FRANÇA, V. **Teorias da Comunicação**. Petrópolis: Vozes, 2001.
- JOHNSON, S. **Emergência**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2003.
- LANGTON, C. “Introduction”. In: LANGTON, C (ed.) **Artificial life**. The MIT Press, 1995.
- LEMOS, A. **Cibercultura**. Porto Alegre: Sulina, 2002.
- MORAVEC, H P. **Mind children**. Cambridge: Harvard University Press, 1988.
- OLIVEIRA, L A. “Biontes, bióides e borgues”. In: NOVAES, A (org.). **O homem-máquina: a ciência manipula o corpo**. Rio de Janeiro: Companhia das Letras, 2003.
- SANTAELLA, L. **Comunicação e Pesquisa**. São Paulo: Hacker Editores, 2001.
- \_\_\_\_\_. **Culturas e artes do pós-humano: da cultura das mídias à cibercultura**. São Paulo: Paulus, 2003.
- \_\_\_\_\_. **O que é semiótica**. 5 ed. São Paulo: Brasiliense, 1987.
- SEARLE, J. **Mente, Cérebro e Ciência**. Lisboa: Edições 70, 1987.
- SHANNON, C & WEAVER, W. **Teoria Matemática da Comunicação**. Rio de Janeiro: Difel, 1975.
- SIBILIA, P. **O homem pós-orgânico**. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 2003.

SIMON, H. A. **The sciences of the artificial**. 3 ed. The MIT Press, 1999.

**Periódico:**

KENSKI, R. A arte de voar sem sair do chão. *Superinteressante*, São Paulo, jun de 2001.