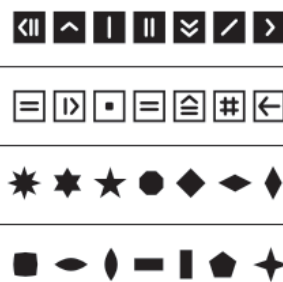
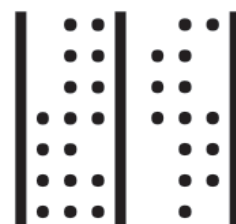
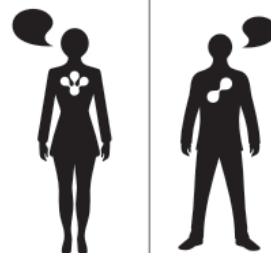
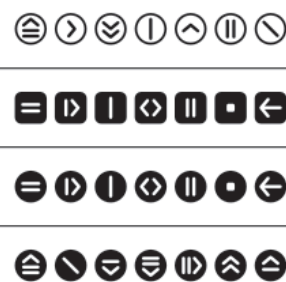
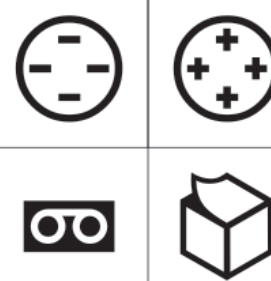
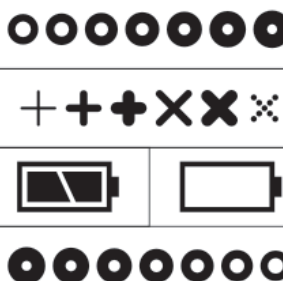
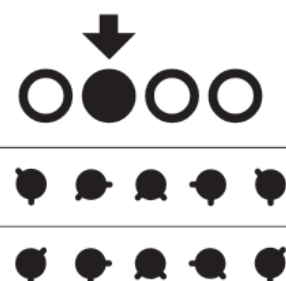
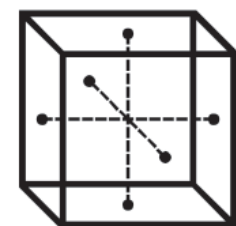


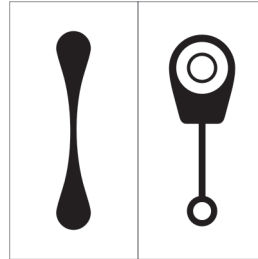


COMPUTAÇÃO, COGNIÇÃO, SEMIOSE.



JOÃO QUEIROZ
ÂNGELO LOULA
RICARDO GUDWIN
ORGANIZADORES





CAPÍTULO 3

ESTRUTURALISMO HIERÁRQUICO, SEMIOSE E EMERGÊNCIA¹

Charbel Niño El-Hani e João Queiroz

INTRODUÇÃO

Nosso propósito neste capítulo é discutir em que sentido a semiose pode ser caracterizada como um processo 'emergente'. Este problema foi formulado em projetos sobre simulação computacional, em virtude do largo emprego da noção de emergência. Seu significado, entretanto, raramente é discutido nas ciências da complexidade. Um tratamento rigoroso dessa questão é um dos principais objetivos deste artigo. Antes de começar, devemos esclarecer que não pretendemos responder *quando* ou *como* a semiose emergiu, em termos evolutivos. Estamos mais interessados em discutir as condições que precisam ser satisfeitas para que a semiose possa ser caracterizada como um processo emergente. A solução deste problema é um requisito para a formulação precisa do problema da emergência da semiose em termos evolutivos.

Na próxima seção, veremos como o conceito de emergência tem sido usado nas ciências da complexidade, com atenção ao trata-

mento de Cariani (1989, 1991, 1997). Em seguida, sumariaremos a análise sistemática das teorias sobre emergência elaborada por Stephan (1998, 1999). No curso desta análise, formularemos questões que devem ser respondidas de modo a precisar a noção de emergência no domínio dos fenômenos semióticos. Em seguida, utilizaremos o estruturalismo hierárquico de Salthe (1987) como base para elaboração de um modelo capaz de explicar 'emergência de semiose' em sistemas que produzem, processam e interpretam signos.

O CONCEITO DE EMERGÊNCIA NAS CIÊNCIAS DA COMPLEXIDADE

O termo 'emergência' (e derivados) tem sido largamente usado em diversos campos de pesquisa, como Vida Artificial e Robótica Cognitiva. Contudo, pouca discussão é encontrada sobre o significado preciso de 'emergência', 'emergente' etc. nestes campos, embora segmentos destes campos cheguem a ser descritos como 'computação emergente' (Cariani 1989, 1991; Emmeche 1994, 1997; Ronald et al. 1999; Bedau 2002; El-Hani 2002). Tendo em vista os debates e as confusões sobre o tema, ao longo do século XX (Blitz 1992, Stephan 1999), é fundamental ter clareza sobre o conceito. A noção de emergência empregada em 'computação emergente' é tão vaga que chegamos a encontrar propostas como a de Ronald (et al. 1999), sugerindo que uma reação de 'surpresa', da parte de um programador, poderia constituir um teste para emergência, em uma simulação computacional. Esta proposta deixa a questão em aberto. Não poderia ser o caso de que o teste sugerido indicasse que não há qualquer emergência nas simulações propriamente ditas? Ele não estaria mostrando que o que ocorre, quando observadores externos supostamente vêem padrões de nível superior emergindo, não é mais do que uma impressão subjetiva? Para responder a estas questões, é preciso enfrentar um problema: a emergência está nas próprias simulações, no observador, ou em ambos? Este problema exige um entendimento mais sofisticado da emergência, em conexão com conceitos relativos a hierarquias, redução, determinação, etc.

Entretanto, há pesquisadores no campo das ciências da complexidade que têm dedicado atenção à necessidade de um tratamento

cuidadoso do conceito, como Mark Bedau e Peter Cariani. Cariani (1989: 146) entende o conceito de emergência como uma tentativa para lidar com a origem da ordem complexa no mundo e concebe duas maneiras para compreender tal origem: explicações da origem da ordem a partir da ordem e explicações da origem da ordem a partir da ausência de forma (*formlessness*) ou estrutura (*structurelessness*).² A 'emergência computacional' está comprometida, segundo Cariani (1989: 147), com uma explicação da origem da ordem a partir da ordem. Isso decorre do fato que simulações computacionais são estritamente formais, podendo gerar ordem apenas no sentido da constituição de novas estruturas formais, séries ou cadeias de símbolos, e seus comportamentos, a partir de outras séries ou cadeias de símbolos, também ordenadas. Desse modo, a ordem macroscópica observada nas simulações surge a partir de uma ordem microscópica preexistente nos algoritmos. Todo comportamento que surge nas simulações computacionais deve, assim, ser redutível às conseqüências lógicas de microcomportamentos não-observados, governados pelas regras expressas nos algoritmos subjacentes. Não espanta que Cariani (1989: 148) baseie sua crítica à emergência computacional na discussão de uma proposição que considera um 'artigo de fé' da 'visão de mundo computacionalista', a de que todos os processos físicos são de natureza determinística podendo ser reduzidos a operações primitivas, similares a computações, em algum nível fundamental, de descrição. Toda revolução intelectual suficientemente poderosa produz, segundo Cariani (1997), seus excessos. A visão de mundo computacionalista foi um dos excessos da revolução computacional do século XX:

Técnicas poderosas rapidamente se tornam visões de mundo totalitárias, que redefinem o mundo à sua imagem, e o computador digital não foi exceção. O dramático surgimento de teorias formais da computação na década de 1930, rapidamente seguido pelo desenvolvimento de computadores eletrônicos digitais nas décadas subseqüentes, efetivamente reviveu idéias platônicas, eventualmente dando luz a ideologias computacionalistas universalistas, com aspirações amplamente anexionistas (Cariani 1997).

O problema que o determinismo coloca para a computação emergente é que não parece fácil conciliar a idéia de um determinismo microscópico com a aceitação de que há emergência no mundo macroscópico (Klee 1984). A ontologia computacionalista parece implicar, assim, a inexistência de processos e comportamentos emergentes, seja no mundo real, seja em simulações. Porém, a

conclusão alcançada por aqueles que defendem a existência de comportamentos emergentes em simulações computacionais é oposta: assumindo que (i) sistemas físicos exibem comportamentos emergentes e (ii) simulações computacionais são isomórficas a sistemas físicos, eles concluem que, em algum nível, as simulações computacionais também deverão exibir emergência. A dificuldade é que a proposição (i) é objeto de discussão, como atestam os debates sobre o conceito de emergência travados desde o começo do século XX. Uma das dificuldades para fundamentar a existência de propriedades emergentes nos sistemas físicos é a possibilidade de que o universo seja determinístico, ou seja, a idéia assumida por uma ontologia computacionalista.

Para Cariani, aparatos formais-computacionais³ não podem criar novos primitivos:

Qualquer processo que possa ser completamente simulado por meio computacional não gerará novos primitivos. Simulações computacionais de qualquer tipo, sejam simulações de redes neurais, redes conexionistas, [...] autômatos celulares ou modelos evolutivos, não criarão propriedades que não estavam codificadas na simulação, desde seu início (Cariani 1989: 148; Ênfase no original).

Isso implica que, por mais que os pesquisadores na área da computação emergente procurem retirar o elemento humano do circuito, reduzindo a programação a um mínimo, ainda assim os comportamentos emergentes exibidos não seriam mais que uma decorrência da própria programação. Não seriam verdadeiramente emergentes, na medida em que estariam pré-formados. Assim, para Cariani, a razão pela qual não poderia ocorrer emergência, em sistemas formais, no sentido proposto para sistemas naturais, resulta do fato de que um sistema formal é uma criação da mente *em todos os seus aspectos*. Não há maneira de introduzir propriedades adicionais àquelas encontradas desde o início ou, se não for o caso, dedutíveis de nossas definições por meio de regras de inferência. Não aparecerão ao longo da simulação novas propriedades, ou regras, não especificadas, ou logicamente implicadas, desde o início. Novos primitivos não podem ser gerados em uma simulação computacional porque um aparato formal-computacional não é capaz de criar novas relações sintáticas ou semânticas. Assim, Cariani (1989: 155-156, 171) caracteriza aparatos formais, computacionais ou robóticos, como 'não-emergentes'.

Mas o que dizer dos comportamentos emergentes observados em simulações computacionais? Como caracterizar os comportamentos coletivos que simulações exibem, e que programadores não podem prever? Para responder a estas questões, é preciso tratar da estratégia geral empregada na construção de simulações nas ciências da complexidade (ver Cariani 1989: 149; Emmeche 1997). Esta estratégia consiste em desenvolver uma simulação com tal número de primitivos e regras de interação que se torna difícil para um observador externo (incluindo o programador) prever o comportamento da simulação. Quando a simulação é executada, o observador encontra padrões inesperados. Afirma-se que tais padrões *literalmente* emergiram no curso da simulação. O comportamento emergente é atribuído ao próprio aparato formal-computacional, à própria simulação.

É neste ponto que uma questão se torna inevitável: não seria mais natural pensar que se trata de um processo de emergência aos olhos do observador, tornando difícil atribuir a emergência à própria simulação? Esta idéia é defendida por Cariani:

Poder-se-ia argumentar que, no curso da simulação de um autômato celular, ou de uma simulação evolutiva, 'padrões de nível superior' emergem, mas estas são distinções geradas pelo observador humano e não pela própria simulação (Cariani 1989: 172; tb. 176).

Contudo, qualquer processo de emergência, incluindo aqueles observados em sistemas naturais, só pode ser entendido como tal se for assim reconhecido por um observador (ver Baas 1996, Emmeche 1997, Baas & Emmeche 1997).⁴ Da perspectiva defendida por estes autores, a emergência é entendida como uma *estratégia explicativa*, destacando a função do observador na qualificação de uma propriedade emergente. Baas analisa a emergência em termos de uma série de processos abstratos de construção. Considere-se um conjunto S_1 de estruturas de primeira ordem. Por algum mecanismo observacional $Obs_1(S_1)$, são obtidas, ou medidas, suas propriedades. Estas estruturas podem estar sujeitas a uma família de interações, Int , a partir das quais um novo tipo de estrutura aparece, $S_2 = R(S_1, Obs_1(S_1), Int)$, onde R corresponde ao resultado do processo de construção. S_2 é uma estrutura de segunda ordem, cujas propriedades podem ser obtidas por meio de outro mecanismo observacional, Obs_2 , que também é capaz de observar as estruturas de primeira ordem. Baas (1996) define P como uma proprie-

dade emergente de S_2 , se, e somente se, P pertence ao conjunto $Obs_2(S_2)$, mas não ao conjunto $Obs_2(S_1)$. Esta definição mostra como propriedades e processos emergentes apenas podem ser entendidos como tais de uma perspectiva observacional bem definida. Ela, no entanto, pode ser considerada incompleta, na medida em que pontos centrais não são contemplados, a exemplo da relação que se supõe existir entre propriedades e processos emergentes e a microestrutura dos sistemas que os exibem (El-Hani 2002).

A despeito da dependência do observador ser uma característica compartilhada por emergência computacional e sistemas naturais, pode-se conceber uma diferença no tipo de dependência do observador. Mas qual a diferença? Não se trata simplesmente do fato que padrões de nível superior, que emergem nas simulações, devem ser reconhecidos por um observador humano, visto que isso se aplica a qualquer tipo de padrão, incluindo aqueles observados em qualquer sistema natural. A questão reside na relação determinística entre as regras codificadas no algoritmo, no qual está baseada a simulação, e os comportamentos exibidos. Não surgem, ao longo da simulação, novas regras. Em um sentido preciso, todas as regras estão pré-especificadas no algoritmo. Desse modo, não pode surgir na simulação qualquer comportamento que não seja uma consequência lógica das regras e do estado inicial da simulação (Cariani 1989: 149). A evolução temporal de um autômato celular, por exemplo, deve sempre começar a partir de um conjunto inicial de operadores e operantes primitivos, e quaisquer outros que surjam ao longo da simulação devem ser redutíveis a *combinações* deste conjunto inicial. Não podem, portanto, ser considerados novos primitivos, conforme definido por Cariani.⁵

Embora tenha reconhecido que a combinação de primitivos pode resultar no surgimento de padrões inesperados, de 'comportamentos não-antecipados com categorias completamente antecipadas' (Cariani 1989: 171), Cariani propôs, posteriormente, uma forma de emergência em tais simulações. Em 1997, ele definiu duas concepções complementares de emergência: a emergência 'combinatorial', na qual a novidade surge como resultado de novas combinações de primitivos preexistentes, consistindo em uma produção de ordem a partir de ordem; e a emergência 'criativa', na qual a novidade surge por meio da criação *de novo* de tipos inteiramente novos de primitivos, correspondendo à produção de ordem a partir de ruído, caos ou ausência de forma (*formlessness*). Estas

duas concepções de emergência propiciam dois modos de descrever e compreender a mudança: no primeiro caso, a mudança consiste no desdobramento de conseqüências de um conjunto fixo de regras, enquanto, no segundo, a mudança consiste no surgimento de novos processos e novos tipos de interações ao longo do tempo. A novidade, no primeiro caso, nada mais é que o 'desdobramento preformacionista da possibilidade latente' (Cariani 1997). A emergência criativa, por sua vez, está relacionada à criação de novos padrões, à formação de novos domínios de possibilidades. Apesar de propor uma forma de emergência em simulações computacionais, Cariani mantém a idéia de que há uma diferença fundamental entre a emergência em sistemas biológicos e simulações computacionais. Nestas últimas, somente a emergência de natureza combinatorial seria possível, dado que a preexistência de um conjunto de primitivos torna impossível a ocorrência de emergência criativa, i.e., o surgimento de primitivos novos, como ocorre, para Cariani, na emergência biológica.⁶

Os argumentos de Cariani (1989), sobre o que seria necessário para obter emergência criativa em simulações computacionais (e.g. autômatos celulares), indicam a necessidade de irmos além da virtualidade, construindo entidades que apresentem uma estrutura física concreta e estejam situadas em um ambiente externo:

Que tipos de comportamentos seriam necessários para gerar emergência fundamental em um computador? São necessárias *dinâmicas* de interação *dependentes de concentração* (*rate-dependent*), fisicamente coerentes, *que não sejam especificadas explicitamente* pelo programador desde o início, *que poderiam entrar em jogo espontaneamente* durante o curso de uma simulação. Estas teriam de ser regras ou dinâmicas que poderiam mudar sem invocarem uma outra regra pré-especificada. Um exemplo disso teria lugar se o comportamento global de um autômato celular começasse a modificar ou a restringir as regras locais de interação, sem que as interações global-local tenham sido especificadas pelo programador da simulação desde o início (Cariani 1989: 176; Ênfase no original).

Mais adiante, ele é ainda mais explícito sobre a necessidade de corpos e ambientes reais:

[...] se novas interações, e comportamento em aberto (*open-ended*), são desejados, processos de redes físicas, análogos, não podem ser somente simulados, eles devem ser implementados fisicamente, ou não entrarão em jogo quaisquer novas interações (Cariani 1989: 177).

Assim, a emergência criativa exige novas abordagens. Elas são representadas, hoje, por duas tendências, ambas com forte ênfase no papel do *corpo* do agente e do *ambiente* em que estão imersos: cognição corporificada (*embodied cognition*) e situada (*situated cognition*) (ver Clark 1997, 2001).

Em vez de aparatos que operam com base em categorias pré-especificadas, a emergência criativa exige, argumenta Cariani (1997), a produção de aparatos que tenham seus próprios meios para alterar adaptativamente suas estruturas internas. Estes aparatos deverão ser capazes de construir seus próprios primitivos, seus próprios critérios de relevância para a avaliação das experiências e de suas conseqüências adaptativas no ambiente onde estão situados. Em suma, para produzir eventos de emergência criativa, é preciso ir além do aspecto formal das simulações computacionais, construindo aparatos que apresentam um aspecto material e, portanto, deixando de lado a visão funcionalista pura que caracterizou a maior parte da computação emergente. Como argumenta Cariani (1989), 'nós podemos ter aparatos emergentes se abandonarmos a natureza determinística, simbólica, dos aparatos, e podemos ter simulações computacionais determinísticas, bem comportadas, desde que abandonemos a esperança de torná-las emergentes, mas não podemos ter ambos ao mesmo tempo' (Cariani 1989: 151). Este ponto não tem sido freqüentemente reconhecido pela IA, uma vez que, em contraste com o reconhecimento do poder generativo da novidade combinatorial, pesquisadores não dão a devida atenção à necessidade de processos que criem novos primitivos (Cariani 1997).

No caso de entidades realizadas materialmente nas quais novos primitivos e novas regras de interação irredutíveis a regras pré-especificadas podem surgir, o sistema em questão não pode mais ser definido como um sistema formal realizando computações. No caso de entidades corpóreas (*embodied*) e situadas, como aquelas construídas em robótica evolutiva, as regras de transição se tornam ambíguas, as funções de *input-output* se tornam indeterminadas. As características definidoras da natureza formal de um sistema são perdidas. Trata-se de uma situação em aberto (*open-ended*) na qual a novidade pode surgir dos padrões de interação da entidade realizada materialmente com seu ambiente.

Cariani (1989, 1997) contrapõe à emergência combinatorial, em sistemas formais-computacionais, um conceito derivado de Robert Rosen de emergência relativa a um modelo, em sistemas naturais.

De acordo com Rosen, a emergência é um desvio do comportamento de um sistema natural em relação a um modelo do mesmo. Este conceito de emergência tem, contudo, uma natureza estritamente epistêmica. Trata-se do mesmo tipo de interpretação que encontramos em Nagel (1961: 369):

É claro [...] que dizer de uma dada propriedade que ela é 'emergente' significa atribuir-lhe um caráter que a propriedade pode possuir em relação a uma teoria ou um corpo de suposições, mas pode não possuir em relação a alguma outra teoria. Desse modo, a doutrina da emergência [...] deve ser entendida como afirmando certos fatos lógicos acerca de relações formais entre enunciados, e não quaisquer fatos 'metafísicos' acerca de alguns traços supostamente 'inerentes' de propriedades dos objetos.

A compreensão da emergência como uma noção meramente epistêmica empobrece este conceito e, por estas razões, foi recusada pela grande maioria dos pensadores emergentistas.

Como vimos, a dependência do observador não é uma exclusividade de processos computacionais emergentes. Processos emergentes, em sistemas naturais, também devem ser percebidos pelo observador como tais. Resta, assim, o determinismo característico do aparato formal-computacional como dificuldade para a tese de que há comportamentos emergentes em simulações computacionais. Nas próximas seções, apresentaremos uma caracterização do emergentismo que não é avessa a idéia de determinação, incluindo uma tese de determinação sincrônica das propriedades e dos processos emergentes, e, ao menos para autores comprometidos com o emergentismo britânico clássico, uma tese de determinação diacrônica. O que está em questão: que outras características os processos devem exibir, em sistemas naturais ou em simulações computacionais, para que possam ser qualificados como emergentes?

CARACTERÍSTICAS CENTRAIS DO EMERGENTISMO E ALGUMAS QUESTÕES SOBRE A SEMIOSE

A semiose pode ser descrita como um processo 'emergente' em sistemas semióticos. Mas qual o significado preciso desta descrição? Esta questão se tornou particularmente importante na última década, na qual foi intensificado o debate sobre a emergência (ver Kim 1998, 1999; Stephan 1999; Cunningham 2001; Pihlström 2002;

El-Hani 2002). O emprego crescente da idéia de emergência, não apenas na computação emergente, mas também nas neurociências, ciências cognitivas, biologia de sistemas, genômica etc., torna crucial evitar sua aplicação de maneira imprecisa, sobretudo por tratar-se de um conceito que teve sua história marcada por grande confusão, no que diz respeito aos seus aspectos metafísicos e epistemológicos.

Nosso propósito aqui é explorar uma aplicação precisa do conceito, tanto em sistemas naturais, quanto em ambientes de simulação computacional. Colocaremos em diálogo duas tradições filosóficas, a semiótica e o emergentismo. Empregaremos a análise sistemática de teorias da emergência desenvolvida por Stephan (1998, 1999). Ao apresentá-la, formularemos questões que devem ser respondidas para que a noção de emergência seja utilizada de modo preciso.

Freqüentemente, entende-se 'emergência' de uma maneira intuitiva, como 'criação de novas propriedades'. Esta definição remete-se a uma das fontes do pensamento emergentista, a obra do psicólogo britânico Conwy Lloyd Morgan. Como Emmeche e colaboradores (1997) mostraram, uma discussão dos conceitos envolvidos ('novidade', 'propriedade' e 'criação') pode levar a alguma compreensão dos principais tópicos do pensamento emergentista. Contudo, esta definição não é suficiente para um entendimento preciso do conceito de emergência, principalmente porque concentra-se em idéias características de um tipo de emergentismo, o 'emergentismo diacrônico' (ver abaixo).

Em um sentido técnico, 'propriedades emergentes' podem ser entendidas como uma certa classe de propriedades de nível superior que se relacionam *de uma certa maneira* à micro-estrutura de *uma classe de sistemas*. A razão pela qual uma definição assim tão ampla, com tantas cláusulas em aberto (indicadas em itálico), parece mais adequada tem a ver com o fato de que o conceito de emergência é usado em diversos campos. É provável que uma definição mais detalhada se aplique a um campo específico. É evidente que uma definição mais operacional é necessária, em casos particulares. Nossa idéia é que devemos torná-la mais precisa, considerando restrições teóricas e empíricas específicas. É parte da tarefa de uma teoria da emergência, aplicada a um campo particular, preencher as cláusulas em aberto da definição acima. Uma teoria da emergência deve, entre outras coisas, prover uma caracterização de quais propriedades de uma classe de sistemas devem ser consi-

deradas 'emergentes', e uma explicação sobre como estas propriedades se relacionam com a micro-estrutura de tais sistemas. Ela deve também estabelecer a classe de sistemas que exibem certo conjunto de propriedades emergentes.

Ao estender a definição acima, para que ela se refira não apenas a propriedades, mas também a processos, surge a primeira questão para a caracterização da semiose como um processo emergente. Ela se refere a classe de sistemas que exibem semiose: (1) o que é um sistema semiótico?

Não existe uma teoria unificada da emergência. Contudo, é possível reconhecer, entre as teorias, uma série de características centrais (Stephan 1999, capítulo 3). Primeiramente, emergentistas devem estar comprometidos com o *naturalismo*, assumindo que apenas fatores naturais exercem um papel causal no universo. Ainda que naturalismo e materialismo não coincidam filosoficamente, é o caso que um emergentista naturalisticamente orientado deve também comprometer-se com a idéia de que todas as entidades consistem de partes materiais. Esta tese é denominada *monismo físico*: no universo, existem apenas entidades constituídas física ou materialmente, e qualquer propriedade ou processo emergente é instanciado por sistemas constituídos exclusivamente por partes materiais. A questão seguinte é: (2) os sistemas que exibem semiose são constituídos apenas fisicamente?

Uma segunda característica do emergentismo é a noção de novidade: novos sistemas, estruturas, processos, entidades, propriedades e disposições são formadas no curso da evolução. Isso nos leva a questão: (3) sistemas semióticos constituem uma nova classe de sistemas, instanciando novas estruturas, processos, propriedades, disposições, etc?

As teorias da emergência requerem, em terceiro lugar, uma distinção entre *propriedades sistêmicas* e *não-sistêmicas*. Uma propriedade sistêmica é encontrada no nível do sistema e não no nível de suas partes; de outro lado, uma propriedade não-sistêmica é também encontrada nas partes do sistema. Baseados na distinção entre processos sistêmicos e não-sistêmicos: (4) a semiose pode ser descrita como um processo sistêmico?

Uma quarta característica das teorias da emergência é a noção de *hierarquia de níveis de existência*. (5) Como devem ser descritos níveis em um sistema semiótico?

Uma quinta característica é a tese da *determinação sincrônica*, um corolário do monismo físico: as propriedades e disposições comportamentais de um sistema dependem de sua micro-estrutura, isto é, das propriedades e arranjos de suas partes. Não pode haver diferença nas propriedades ou nos processos sistêmicos sem que haja alguma diferença nas propriedades das partes do sistema e/ou em seu arranjo. (6) Em que sentido podemos dizer (e explicar) que a semiose é sincronicamente determinada pelas propriedades e arranjos das partes do sistema?

Em sexto lugar, embora alguns emergentistas (e.g., Popper, em: Popper & Eccles [1977]1986) tenham se comprometido com o indeterminismo, uma das características do emergentismo (ao menos na tradição britânica clássica) é a crença na *determinação diacrônica*: o advento de novas estruturas seria um processo determinístico governado por leis naturais (Stephan 1999: 31). Esta é certamente uma característica das teorias clássicas da emergência que é incompatível com a moldura teórica de Peirce, já que ele rejeita a crença em um universo determinista (CP 6.201). Mas isso não impede o tratamento da emergência em conexão com a abordagem peirceana da semiose, uma vez que existem teorias da emergência comprometidas com o indeterminismo. Não é necessário, de modo algum, prender-se ao emergentismo britânico clássico.

Em sétimo lugar, emergentistas estão comprometidos com a noção de *irreducibilidade* de uma propriedade sistêmica classificada como 'emergente'. Uma oitava noção característica do emergentismo é a de *imprevisibilidade* em princípio. Formulamos aqui duas perguntas: (7) em que sentido podemos dizer que a semiose é irreduzível? (8) Em que sentido podemos dizer que a instanciação da semiose em sistemas semióticos é imprevisível em princípio?

Finalmente, a nona característica do emergentismo é a idéia de *causação descendente*: novas estruturas e novos tipos de estados de relação (relatedness) entre objetos pré-existentes manifestam eficácia causal descendente, determinando o comportamento de suas partes. A questão seguinte: (9) Alguma forma de causação descendente poderia estar envolvida na semiose? As noções de imprevisibilidade e irreducibilidade serão discutidas em detalhes na próxima seção e as questões relacionadas a elas serão refinadas.

VARIÉDADES DE EMERGENTISMO E ALGUMAS QUESTÕES SOBRE A SEMIOSE

É possível construir uma tipologia das variedades de emergentismo tomando como base as características centrais discutidas acima (Stephan 1999: capítulo 4). Para nossos propósitos vamos considerar apenas três variedades de emergentismo - fraco, sincrônico e diacrônico. O emergentismo fraco assume: (1) monismo físico, (2) distinção entre propriedades sistêmicas e não-sistêmicas, e (3) determinação sincrônica. Tais características constituem as condições mínimas para uma filosofia emergentista materialista. O emergentismo fraco é a base comum para todas as teorias materialistas da emergência mais fortes. Contudo, o emergentismo fraco é compatível com o fisicalismo reduutivo (Stephan 1998: 642; 1999: 67) fazendo-o insuficiente face às motivações da maioria dos teóricos da emergência, que consideram o emergentismo uma posição antireducionista. Neste capítulo, caracterizamos a semiose como um processo emergente no sentido de uma teoria da emergência mais forte, sendo necessário analisarmos os conceitos de *irreducibilidade e imprevisibilidade*, assumidos em teorias da emergência sincrônicas e/ou diacrônicas.

Combinando à visão emergentista fraca a tese da irreducibilidade de propriedades ou processos sistêmicos, o emergentismo sincrônico constitui uma doutrina incompatível com o fisicalismo reduutivo. Stephan (1998: 642-643; 1999: 68) distingue dois tipos de irreducibilidade. A primeira noção de irreducibilidade é baseada na não-analisabilidade das propriedades sistêmicas: (I₁) [Irreducibilidade como não-analisabilidade] Propriedades sistêmicas que não podem ser analisadas em termos do comportamento das partes de um sistema são necessariamente irreducíveis (cf. Stephan 1998: 643). Esta noção, que cumpre um papel importante nos debates sobre os *qualia*, está relacionada a uma primeira condição de reducibilidade, que uma propriedade *P* será redutível se, do comportamento das partes do sistema, seguir que o sistema exibe *P*. Inversamente, uma propriedade sistêmica *P* de um sistema *S* será irreducível se não seguir, nem mesmo em princípio, do comportamento das partes de *S* que *S* exiba *P*.

A segunda noção de irreducibilidade se baseia na não-deducibilidade do comportamento das partes do sistema: (I_2) [Irreducibilidade do comportamento das partes do sistema] Uma propriedade sistêmica será irreducível se ela depender do comportamento específico que as partes exibem no interior de um sistema de um dado tipo e este comportamento não seguir do comportamento que os componentes apresentam quando isolados, ou quando no interior de sistemas de tipos mais simples (cf. Stephan 1998: 644). Este conceito de irreducibilidade está relacionado à noção de *causação descendente*: parece haver uma influência causal descendente do sistema no qual uma propriedade, ou um processo, emergente P é observado sobre o comportamento de suas partes, o que impede uma dedução deste último do comportamento que aquelas mesmas partes exibem quando isoladas ou como partes de sistemas de tipos mais simples. Uma segunda condição de irreducibilidade é violada neste caso, implicando que uma propriedade sistêmica P de um sistema S será irreducível se ela for realizada por partes do sistema S cujo comportamento não segue, nem mesmo em princípio, do comportamento que elas próprias exibem em sistemas mais simples do que S .⁷

Uma análise mais detalhada do conceito de irreducibilidade nos leva a uma reformulação da sétima questão: (7) Qual interpretação da irreducibilidade é mais adequada para tratar a irreducibilidade da semiose: não-analisabilidade ou não-deducibilidade? Além disso, a explicação da irreducibilidade enquanto não-deducibilidade, acima, torna evidente que a questão 9 (Alguma forma de causação descendente poderia estar envolvida na semiose?) deve surgir em conexão com esta interpretação específica da irreducibilidade da semiose. Evitaremos o problema da causação descendente aqui, uma vez que ele requer uma discussão complexa sobre 'causalidade'.

O emergentismo diacrônico se ocupa da noção de 'evolução emergente'. Teorias diacrônicas da emergência tratam da tese de que o processo evolutivo resulta em *novidades qualitativas*, opondo-se a qualquer tipo de preformacionismo. Contudo, a simples adição do conceito de novidade não é suficiente para a formulação de uma teoria da emergência forte. É preciso ir além, apoiando a tese de que novas estruturas e propriedades são imprevisíveis por uma questão de princípio (em oposição a uma imprevisibilidade prática). Neste contexto entra em cena a distinção entre uma 'novidade simples' e uma 'novidade genuína', no jargão emergentista. Uma propriedade ou estrutura é considerada genuinamente nova porque

seu aparecimento não poderia ter sido previsto com base em um conhecimento completo sobre o estado do universo. Uma propriedade, ou processo sistêmico, poderia ser imprevisível em princípio por duas razões (Stephan 1998: 645): (i) porque a micro-estrutura do sistema, em que a propriedade ou o processo é instanciado (e que o determina sincronicamente), é imprevisível em princípio; (ii) porque a propriedade ou o processo é irreduzível, não importando se a micro-estrutura do sistema é imprevisível em princípio.⁸ Este segundo caso não oferece ganhos adicionais, relativamente àqueles obtidos no tratamento da irreduzibilidade. Por esta razão, ao discutir o problema da imprevisibilidade em princípio, colocaremos em foco a imprevisibilidade da estrutura de sistemas ou processos semióticos, reformulando a oitava questão (seção anterior): (8) a estrutura de sistemas ou processos semióticos pode ser considerada imprevisível em princípio?

Antes de propor respostas para as questões formuladas, vamos apresentar um modelo baseado no *estruturalismo hierárquico* de Salthe (1985). O modelo foi elaborado e desenvolvido em diversos trabalhos (Queiroz & El-Hani 2006a,b; El-Hani et al. 2006).

NÍVEIS DE SEMIOSE: UM MODELO GERAL

Salthe (1985: 21) propõe, para descrição de sistemas complexos, o que chama de 'estruturalismo hierárquico'. Um elemento fundamental do estruturalismo hierárquico é o 'sistema triádico básico', elaborado sob influência Peirceana.⁹ De acordo com o sistema triádico, para descrever as interações fundamentais de uma dada entidade, ou processo, é necessário: (i) considerá-lo no nível em que efetivamente o observamos ('nível focal'); (ii) investigá-lo em termos de suas relações com as partes descritas em um nível inferior; e (iii) considerar as entidades e processos em um nível superior, em que estão *imersos* entidades e processos observados no nível focal. Para Salthe, tanto o nível inferior, quanto o superior, exercem influências restritivas (*constraining*) sobre a dinâmica das entidades e/ou processos no nível focal. Estas restrições permitem explicar a emergência de entidades e processos (e.g. semiose) no nível focal.

No nível inferior, as condições de restrição correspondem a 'potencialidades' ou 'condições iniciadoras' (*initiating conditions*) dos

processos emergentes, enquanto as condições de restrição estabelecidas pelo nível superior estão relacionadas ao papel do ambiente (seletivo). Esta classe de restrições corresponde a 'condições de contorno' que coordenam ou regulam a dinâmica no nível focal.¹⁰

Os processos que emergem no nível focal são instanciados por meio da interação entre processos que têm lugar em níveis imediatamente superiores e inferiores. Os fenômenos observados no nível focal devem estar '... entre as possibilidades engendradas por permutações de condições iniciadoras possíveis estabelecidas no nível imediatamente inferior' (Salthe 1985: 101). Processos no nível focal estão imersos em um ambiente de nível superior, que seleciona, entre os estados potencialmente engendrados pelos componentes no nível inferior, aqueles que serão efetivamente realizados (*actualized*). A figura 1 mostra um esquema das relações determinativas no sistema triádico.

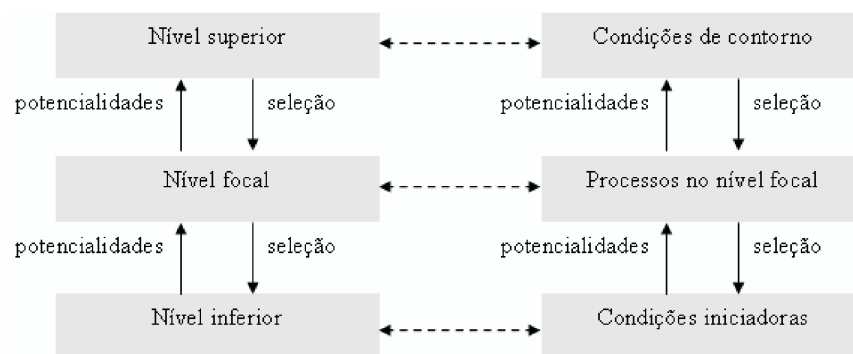


Figura 1: Esquema das relações determinativas no sistema triádico de Salthe. O nível focal não somente é restringido por condições de contorno, como estabelece as potencialidades para a constituição deste. Similarmente, o nível focal não somente é constituído a partir de potencialidades estabelecidas pelo nível inferior, como também estabelece condições de contorno para os processos que têm lugar neste.

Vamos considerar que um determinado processo deve ser localizado no nível em que é efetivamente observado, o 'nível focal'. Processos semióticos no nível focal serão descritos como cadeias de tríades. Podemos discutir a relação entre processos semióticos no nível focal e entidades e/ou processos em um nível inferior ('nível micro-semiótico') e em um nível superior ('nível macro-semiótico'). Neste último, são descritas redes de cadeias de tríades, nas quais os processos semióticos no nível focal estão imersos. No nível micro-semiótico, devem ser consideradas as relações de determinação que têm lugar em cada tríade S-O-I. As relações de determinação

provêm o modo como os elementos (S-O-I) estão arranjados. De acordo com Peirce, o interpretante é determinado pelo objeto através da mediação do signo (MS 318: 81). Isso resulta em duas relações determinativas: a determinação do signo pelo objeto relativamente ao interpretante, e a determinação do interpretante pelo signo relativamente ao objeto (ver De Tienne 1992).

No nível micro-semiótico, deve-se considerar que, dadas as posições relativas de S, O e I, uma tríade $t_i = (S_i, O_i, I_i)$ somente pode ser definida no contexto de uma cadeia de tríades $T = \{\dots, t_{i-1}, t_i, t_{i+1}, \dots\}$ (ver Gomes et al. prelo, 2003a,b). Como Savan (1986: 134) destaca, um interpretante é o terceiro termo de uma relação triádica e o primeiro termo (signo) de uma relação triádica subsequente. Essa é a razão pela qual a semiose não pode ser definida em uma tríade isolada; ela necessariamente envolve cadeias de tríades (Merrell 1995). Isso é uma indicação de que a semiose pode ser caracterizada como um processo sistêmico, encontrado somente no nível focal, mas não no nível das partes que a compõem, as tríades no nível micro-semiótico (ver questão 4).

A micro-semiose estabelece as condições iniciadoras dos processos no nível focal. Cada cadeia de tríades indica o mesmo objeto dinâmico, através de diversos objetos imediatos, como representados em cada tríade. As possibilidades de indicação de um objeto dinâmico são restringidas pelas relações de determinação em cada tríade. Assim, o modo como *O* determina *S* relativamente a *I*, e *S* determina *I* relativamente a *O*, e, por conseguinte, como *I* é determinado por *O* através de *S* conduz a um número potencial de maneiras pelo qual o objeto dinâmico pode ser indicado na semiose, no nível focal, isto é, a um conjunto de relações triádicas potenciais entre objetos imediatos, signos e interpretantes.

Introduzimos uma distinção entre *potencialidade* e *atualidade*. Um 'signo potencial' é algo que *pode* ser signo de um objeto para um interpretante; um 'objeto potencial' é algo que *pode* ser um objeto de um signo para um interpretante; um 'interpretante potencial' é algo que *pode* ser um interpretante de um signo. O nível micro-semiótico pode ser definido como um domínio de signos, objetos e interpretantes potenciais. Devemos considerar um conjunto *W* de possíveis relações determinativas entre estes elementos, que podem gerar um conjunto de possíveis tríades. Estas tríades não podem ser 'fixadas' no nível micro-semiótico, uma vez que este estabelece somente condições iniciadoras para cadeias de tríades

no nível focal. O estabelecimento das cadeias também depende de condições de contorno estabelecidas pelo nível superior.

O nível macro-semiótico estabelece as condições de contorno para a realização dos processos semióticos no nível focal. A influência seletiva das condições de contorno estabelecidas pelas redes de cadeias, que constituem um ambiente ou contexto, é fundamental para a atualização de cadeias de tríades no nível focal. São selecionadas, entre as tríades potencialmente engendradas pelas relações determinativas no nível micro-semiótico, aquelas que serão efetivamente atualizadas. Como vimos, uma tríade $t_i = (S_i, O_i, I_i)$ não pode ser definida atomisticamente, mas somente quando imersa em estruturas (e/ou processos) de nível superior, incluindo tanto cadeias de tríades, $T = \{\dots, t_{i-1}, t_i, t_{i+1}, \dots\}$, quanto redes de cadeias de tríades, $R = \{T_1, T_2, T_3, \dots, T_n\}$. Estas estruturas e/ou processos de nível superior provêm o contexto para a atualização de relações determinativas potenciais em cada tríade. Uma cadeia de tríades, $T_i = \{\dots, t_{i-1}, t_i, t_{i+1}, \dots\}$ é então formada pela atualização, sob a influência regulatória do nível macro-semiótico, de uma série de tríades potenciais engendradas no nível micro-semiótico.

É neste sentido que a emergência de processos semióticos no nível focal, em que cadeias de tríades são atualizadas, pode ser explicada como o resultado da interação entre potencialidades estabelecidas no nível micro-semiótico e a influência seletiva, regulatória, do nível macro-semiótico. As idéias gerais envolvidas neste modelo de semiose em três níveis são mostradas na Figura 2.

RESPOSTAS PARA AS QUESTÕES SOBRE A SEMIOSE

Vamos considerar a questão: (1) o que é um sistema semiótico? A semiose pode ser definida como um processo auto-corretivo envolvendo a cooperação interativa de três componentes, S-O-I. Os sistemas que nos interessam, chamados por Fetzer (1988) de 'sistemas semióticos', podem ser definidos como a incorporação (*embodiment*) de tal processo. Um sistema semiótico é um sistema que produz, transmite, interpreta signos de diferentes tipos. Para Fetzer (1997: 358), o que torna um sistema 'semiótico' é o fato de que ele é 'causalmente afetado pela presença de um signo, porque, para o sistema, ele se refere a alguma outra coisa, icônica, indexical ou simbolicamente. Estas coisas às quais os signos se referem po-

dem incluir objetos e propriedades abstratas, teóricas, não-observáveis, ou não-existent, que podem ser incapazes de exercer qualquer influência causal sobre um sistema, por si mesmas.' Sistemas semióticos apresentam comportamento auto-corretivo, ou algum tipo de atividade direcionada a um fim (ver Ransdell 1977: 162). Eles são capazes de usar signos como meios para a comunicação de uma forma, ou transferência de um hábito, incorporada no objeto, para o interpretante, ou, no caso de sistemas biológicos, o intérprete, de tal forma a restringir seu comportamento (EP 2:544 n.22; tb. EP 2:391, 2:477).

A segunda questão diz respeito à natureza dos sistemas semióticos: (2) eles são constituídos apenas fisicamente? Processos semióticos podem ser realizados apenas através de implementação física (Ransdell 1977). Portanto, sistemas semióticos devem ser materialmente incorporados (Emmeche 2003, Deacon 1999: 2). Se um signo deve possuir um modo de ser ativo, ele deve ser instanciado materialmente. Peirce considera as qualidades materiais do signo como as características que pertencem ao signo, em si mesmo: 'Como um signo não é idêntico à coisa significada, mas difere dela em alguns aspectos, ele deve claramente possuir algumas características pertencentes a ele próprio, que nada têm a ver com sua função representativa. Eu as chamo de qualidades materiais do signo' (CP 5.287).

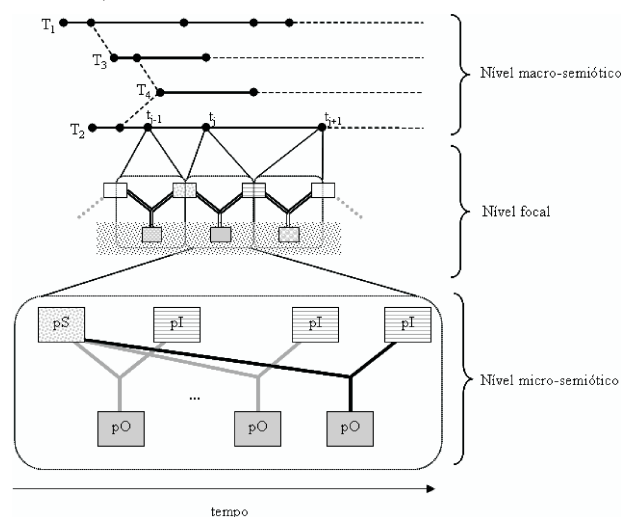


Figura 2: Modelo de semiose em três níveis. pS: signo potencial; pO: objetos potenciais; pI: interpretantes potenciais. A área cinza no nível focal indica que todos os objetos nas triades de uma cadeia indicam o mesmo objeto Dinâmico.

A terceira questão: (3) sistemas semióticos constituem uma nova classe de sistemas, instanciando novas estruturas, processos, propriedades, disposições etc.? Neste capítulo, não temos qualquer intenção de definir onde se encontra o limiar a partir do qual sistemas semióticos são encontrados na história do universo. Assumimos que houve um período na história do universo no qual sistemas capazes de usar signos não existiam. Portanto, ainda que relações irreduzivelmente triádicas possam ter precedido a origem de sistemas semióticos, sugerimos que esta classe de sistemas surgiu em um certo momento da história evolutiva do universo. Postulamos que, antes do aparecimento de sistemas semióticos, existiam sistemas meramente reativos, incapazes de interpretar signos. Certamente, existiam coisas no mundo às quais sistemas materialmente incorporados reagem, mas tais sistemas não eram capazes de usar tais coisas como signos, como meios para a comunicação de formas, i.e., eles não eram intérpretes. Nada além de uma dinâmica de sistemas e coisas diadicamente acopladas teria existido, sem que qualquer processo interpretativo tivesse lugar. Nesses termos, podemos dizer que sistemas semióticos constituem uma nova classe de sistemas, com um novo tipo de estrutura, capaz de produzir e interpretar signos, e assim, de realizar semiose, como um novo tipo de processo (emergente).

À primeira vista, pode parecer incompatível a idéia de que sistemas semióticos constituem uma nova classe de sistemas com a tese metafísica sinequista de Peirce, dada a compreensão típica da doutrina da emergência como sendo comprometida com a tese de que a evolução do universo exhibe *descontinuidades*. O sinequismo consiste em uma 'tendência de considerar tudo como contínuo' (CP 7.565; 1.172, 6.103). Para Peirce (CP 6.169), o sinequismo 'é aquela tendência do pensamento filosófico que insiste na idéia da continuidade como sendo de importância primária na filosofia e, em particular, na necessidade de hipóteses envolvendo verdadeira continuidade.'¹¹ Defendemos que esta incompatibilidade é apenas aparente, uma vez que a filosofia emergentista pode ser desenvolvida como um modo de superar a dicotomia entre continuidade e descontinuidade. Uma filosofia emergentista dessa natureza pode acomodar o sinequismo de Peirce.

Em seu *Emergent Evolution* (1923), um dos principais teóricos do emergentismo britânico, Conwy Lloyd Morgan, propôs uma teoria da emergência que buscava combinar as idéias de continuidade e

descontinuidade. Entre as teses fundamentais da teoria de Morgan, há duas que têm conseqüências para nossa discussão: as teses da co-ocorrência de emergentes e resultantes, e da continuidade quantitativa e novidade qualitativa. Para Morgan, propriedades emergentes sempre ocorrem acompanhadas de propriedades resultantes, que poderiam ser previstas a partir de conhecimento teórico sobre o nível anterior, e confeririam continuidade ao processo evolutivo. Assim, embora a emergência correspondesse ao surgimento de propriedades genuinamente novas, que não poderiam ser previstas a partir do conhecimento de entidades e processos pré-existentes, ela não corresponderia a um salto no processo evolutivo. Isso é evidente no modo como Morgan entendia a produção de novidade qualitativa na evolução: ela seria uma mudança qualitativa de direção, ou um ponto crítico de mudança em um processo evolutivo contínuo. De acordo com Morgan (1923: 5), '... através dos resultantes, há continuidade no progresso; através da emergência, há progresso na continuidade.'

Considere-se, além disso, que o processo de mudança gradual e quantitativa dos sistemas naturais cria as condições para a mudança qualitativa expressa na noção de emergência, na forma de um ponto crítico de mudança no modo de evolução daqueles sistemas. Tomando a origem da vida como exemplo, Morgan (1923: 7) argumenta tanto a favor de uma 'continuidade resultante entre o não-vivo e o vivo', quanto a favor de uma novidade qualitativa, que para ele não é incompatível com tal continuidade: 'Mas alguém pode ainda perguntar se não há, em algum estágio deste processo, uma nova característica emergente da vida [...]. Parece haver algo genuinamente novo em algum estágio da continuidade resultante.' Em suma, o fato de que uma das primeiras, e mais influentes, teorias da emergência não postule saltos no processo evolutivo sugere que não há contradição entre o sinequismo de Peirce e uma filosofia emergentista.

Podemos especular que a competência para manipular signos tenha aparecido na evolução dos sistemas como produto de um processo contínuo. Entretanto, quando sistemas semióticos aparecem, eles exibem comportamento distinto de sistemas reativos. Sistemas semióticos evoluem de um modo diferente, comparativamente a sistemas reativos; uma mudança qualitativa no modo de evoluir teve lugar com seu surgimento. Um sistema que é capaz de interpretar o mundo, através da mediação de signos, evolui de um

modo que é determinado pelo fato de que é capaz de usar signos para obter informação sobre o ambiente, de tal maneira que os signos cumprem funções que favorecem a sobrevivência e aumentam as chances de sobrevivência e reprodução de seus usuários (Emmeche & El-Hani 2000, Emmeche 1998).

A quarta questão: (4) a semiose pode ser descrita como um processo sistêmico? A atualização de cadeias de tríades potenciais depende de condições de contorno estabelecidas por um nível macro-semiótico. É possível entender o nível macro-semiótico como correspondente ao sistema semiótico como um todo, baseado na idéia de que este último pode ser considerado a *corporificação* (*embodiment*) de processos semióticos (CP 5.314). Embora a semiose seja instanciada no nível focal, ela deve ser entendida como uma propriedade sistêmica, já que o nível macro-semiótico estabelece as condições de contorno requeridas para a sua atualização. Isto é, a própria instanciação da semiose, no nível focal, depende de restrições colocadas pelo sistema semiótico como um todo (nível macro-semiótico).

Quanto à questão 5 (como devem ser descritos níveis em um sistema semiótico?), a seção anterior pode ser considerada uma resposta a ela. Em seguida, perguntamos: (6) em que sentido podemos dizer que a semiose é sincronicamente determinada pelas propriedades e pelo arranjo das partes de um sistema semiótico? Em nosso modelo, a semiose se situa no nível focal, instanciada na forma de cadeias de tríades, enquanto tríades individuais estão situadas no nível imediatamente inferior, e redes de cadeias, no nível imediatamente superior. Assim, ao tratarmos da idéia de determinação sincrônica, temos de concentrar nossa atenção na relação entre cadeias de tríades, no nível focal, e tríades individuais, no nível micro-semiótico.

A semiose é descrita por Peirce como um padrão de relações determinativas entre correlatos especificados funcionalmente. Podemos dizer, então, que a semiose é sincronicamente determinada pela micro-estrutura das tríades individuais que compõem uma cadeia de tríades, i.e., pelas propriedades relacionais e pelo arranjo dos elementos S, O e I.¹² Não pode haver qualquer diferença na semiose sem uma diferença nas propriedades e/ou no arranjo de S, O e I.¹³

As propriedades de S, O e I são relacionais porque estes elementos estão engajados em relações ordenadas triadicamente

irredutíveis. Como Savan (1987-88: 43) afirma, 'os termos interpretante, signo e objeto são uma tríade cuja definição é circular. Cada um dos três é definido conforme os outros dois.' A única propriedade de S, O e I é a maneira como se posicionam, em seus papéis funcionais, uns em relação aos outros, como primeiro, segundo e terceiro termos.

Devemos também considerar a força modal da relação de determinação sincrônica entre cadeias de tríades e tríades. Consideraremos aqui quatro possibilidades (ver Bailey 1999): (i) necessidade fraca, em que a relação de determinação vale no mundo real, mas não vale necessariamente em qualquer outro mundo possível; (ii) necessidade natural ou física, ou nômica, ou nomológica, em que a relação determinativa vale no mundo real e em todos os mundos naturalmente possíveis, que podem ser descritos como todos os mundos nos quais as leis físicas se assemelham àquelas encontradas no mundo real; (iii) necessidade metafísica, em que a relação determinativa vale no mundo real e em todos os mundos metafisicamente possíveis, que abrangem todos os mundos nos quais verdades necessárias *a posteriori* (tais como 'água é H₂O') são válidas; (iv) necessidade lógica, em que a relação determinativa vale no mundo real e em todos os mundos logicamente possíveis, incluindo aqueles nos quais verdades necessárias *a priori* se sustentam - este é o conjunto de todos os mundos possíveis.

No caso da semiose, argumentamos, as relações determinativas entre os elementos de tríades individuais, bem como entre tríades, em uma cadeia de tríades, valem com necessidade lógica.¹⁴ Note que a demonstração de que S-O-I constitui uma relação indecomponível deve ser primeiro conduzida logicamente (Queiroz 2004; Houser 1997: 16). A razão da precedência de um tratamento formal de relações sobre um tratamento empírico, e metafísico, reside no fato de que só formalmente pode-se conduzir uma análise das propriedades de completude e suficiência das categorias (Parker 1998: 3, 43). Apenas posteriormente a propriedade de irredutibilidade lógica é verificada em um domínio empírico e metafísico. A precedência de um tratamento lógico tem importantes conseqüências metodológicas. Uma análise de propriedades formais, em contraste com propriedades materiais¹⁵, deve anteceder qualquer investigação empírica e metafísica das categorias. Em outras palavras, uma análise lógico-matemática das categorias deve ser anterior a qualquer formulação nos âmbitos da fenomenologia, das ciências normativas e da

metafísica¹⁶, que empregam técnicas e resultados matemáticos para validar as categorias (Hookway 1985: 182).

Portanto, em nossa discussão sobre a força modal da relação de determinação sincrônica entre tríades e cadeias de tríades, começamos com um tratamento lógico das relações entre os elementos da semiose. Focamos nossa atenção, primeiro, nos papéis funcionais de S, O e I, conforme estabelecidos em uma análise lógica de relações. Os papéis funcionais de S, O e I são logicamente determinados em cada tríade, no que diz respeito tanto às relações internas à tríade quanto à constituição de cadeias de tríades. Estas relações determinativas valem com *necessidade lógica*: em um mundo substancialmente diferente do mundo real em suas leis físicas, i.e. em um mundo nomologicamente distinto do mundo real, as relações lógicas entre S, O e I seriam as mesmas.

Se estivermos certos, as relações determinativas entre S, O e I são logicamente válidas no conjunto de todos os mundos possíveis, desde que o mundo concebido admita a existência de entidades ou processos materiais. Afinal, há uma importante restrição para que alguma coisa seja um sistema semiótico — ela deve ser materialmente incorporada. Isso não implica que as relações determinativas entre S, O e I poderiam ser apenas nomologicamente válidas, mas que qualquer mundo logicamente concebível, no qual a semiose possa ter lugar, é um mundo cujas leis permitem a existência de entidades e processos materiais, que são uma condição necessária para semiose. Em tal mundo, as relações determinativas entre S, O e I valem com necessidade lógica. Se supusermos que existam mundos logicamente concebíveis onde nenhuma matéria esteja presente, isso implicaria que tais mundos não exibiriam qualquer sistema ou processo semiótico, e nenhuma relação de determinação entre S-O-I teria lugar nestes mundos.

Em um domínio empírico, devemos focar nossa atenção não apenas nos papéis funcionais de S, O e I, mas também no modo como tais papéis *podem* ser incorporados (*embodied*) e no modo como as relações entre S, O e I podem ser instanciadas no mundo real. Neste caso, deve-se notar que, enquanto os papéis funcionais são logicamente determinados, os ocupantes dos papéis funcionais de S, O e I são contingentes. Que a palavra 'elefante', por exemplo, seja um signo de um grande animal no mundo é usualmente tratado como algo contingente. Não é logicamente necessário que a palavra 'elefante', S, esteja, por meio de I, para um grande ani-

mal, O. Mas as relações determinativas entre estes elementos são logicamente determinadas e os papéis funcionais de S, O e I também o são. Assim, em um mundo suficientemente distinto do mundo real, em suas leis físicas, entidades ou processos inteiramente diferentes poderiam ocupar os papéis funcionais de S, O e I, em distintos sistemas semióticos. Podemos concluir que o fato de que uma certa classe de entidades, ou processos, atue funcionalmente em um processo semiótico vale com grau de necessidade nomológica, e não lógica, ainda que o papel funcional valha com grau de necessidade lógica.

A questão seguinte (7) se refere ao modo como devemos entender o princípio de irreducibilidade da semiose. A relação semiótica triádica é descrita por Peirce como *irreducível* no sentido de que não pode ser decomposta em relações mais simples:

Por semiose, eu quero dizer [...] uma ação, ou influência, que é, ou envolve, a cooperação de três sujeitos, tais como um signo, seu objeto, e seu interpretante, esta influência tri-relativa não podendo, de modo algum, ser resolvida em termos de ações entre pares (CP 5.484).

Como Peirce discute cuidadosamente a irreducibilidade de tríades, vamos considerar o que definimos acima como nível micro-semiótico. Primeiro, a relação semiótica *não* é irreducível porque a condição de analisabilidade é violada. As propriedades que uma tríade possui, incluindo a propriedade de ser semiótica, segue do comportamento dos elementos da tríade. Se conhecermos as relações de quaisquer três elementos, então seremos capazes de saber se o processo em que estão envolvidos é semiótico, uma vez que saberemos se os elementos se posicionam lógico-funcionalmente como S, O e I. Dito de outra maneira, a não-analisabilidade não é a razão pela qual deveríamos considerar a semiose como irreducível.

Podemos entender por que uma relação semiótica é irreducível com base na segunda noção de irreducibilidade discutida acima, baseada na não-deducibilidade do comportamento das partes de um sistema. Neste caso, nós deveríamos mostrar que o comportamento específico dos elementos de uma tríade não segue do comportamento dos elementos em relações mais simples. Notem que a semiose pode ser considerada o melhor exemplo de uma relação triádica na qual a segunda condição de redutibilidade é violada, já que o comportamento dos elementos de uma relação semiótica não segue do comportamento que eles apresentam em isolamento, ou em relações mais simples (diádicas).

Os papéis funcionais dos elementos não podem ser identificados em estruturas mais simples do que em uma relação triádica. O papel funcional de S só pode ser identificado na *relação de mediação* que ele estabelece entre O e I. Similarmente, o papel funcional de O é identificado na relação em que ele determina I por meio de S. E o papel de I é identificado pelo fato de que ele é determinado por O através de S. Se considerarmos apenas relações diádicas, S-I, S-O, ou I-O, ou se considerarmos os elementos em isolamento, não poderemos inferir o comportamento de tais elementos em uma relação triádica S-O-I (ver EP 2:391). A irredutibilidade da semiose deve ser entendida em termos da não-dedutibilidade do comportamento dos elementos lógico-funcionais de uma tríade, a partir de seus comportamentos em relações mais simples.

É importante lembrar, contudo, que a realização (*actualization*) de uma tríade individual depende de restrições estabelecidas por um nível macro-semiótico, que seleciona, entre um conjunto de tríades potenciais, aquelas tríades que serão instanciadas para formar cadeias de tríades. Argumentamos que é somente no contexto de tais cadeias que tríades individuais podem ser definidas. Embora seja o caso que a tese da irredutibilidade da semiose esteja apoiada na natureza das relações entre S, O e I, é também o caso que, para serem atualizadas, estas relações dependem de restrições estabelecidas pelos níveis macro-semiótico e focal. Assim, a semiose é um processo irredutível, emergente, do sistema semiótico, e não de uma tríade qualquer.

Quanto à oitava questão, as estruturas de tríades e cadeias de tríades podem ser consideradas imprevisíveis, já que Peirce defende o indeterminismo e o acaso como fatores fundamentais no universo. Assim, o comportamento dos elementos em um processo semiótico é também imprevisível a partir dos comportamentos que podem exibir em sistemas mais simples. Pode-se afirmar que a semiose é um processo emergente, que apresenta uma estrutura imprevisível em princípio, em virtude da natureza indeterminística do processo evolutivo. Este argumento está baseado na tese peirceana do tiquismo, que consiste na defesa metafísica do 'acaso absoluto' como um fator real no universo (ver Murphey 1993, Potter 1997). O tiquismo tem um papel essencial na cosmologia evolutiva de Peirce, sendo considerado por ele a única explicação para a multiplicidade e irregularidade encontradas no universo.

O ponto mais importante aqui é que, de acordo com a cosmologia evolutiva de Peirce, tudo deveria ser explicado como um produto de processos evolutivos que têm estados de indeterminação e acaso como ponto de partida. Pape (2002: 226), em um artigo sobre o tiquismo e processos mentais, afirma que 'a matéria, o tempo, o espaço e as próprias leis da natureza – todas elas devem ser explicadas como regularidades de interação emergentes que surgem de um estado de indeterminação'. Isso sugere que o emergentismo é compatível com doutrinas centrais da metafísica de Peirce, como o tiquismo e o sinequismo.

Os argumentos desenvolvidos nesta seção permitem-nos concluir que, no caso da compreensão dos processos semióticos numa moldura teórica peirceana, uma teoria forte da emergência pode ser defendida. Esta teoria deve incluir: (1) um conceito de irreducibilidade baseado na não-dedutibilidade do comportamento de signos, objetos e interpretantes em relações triádicas, a partir de seus possíveis comportamentos em relações mais simples; e (2) uma tese da imprevisibilidade em princípio da estrutura dos processos semióticos.

CONCLUSÃO

De acordo com Rosenthal (1994: 27), 'significados devem ser entendidos como estruturas relacionais que emergem de padrões de comportamento.' Uma avaliação precisa desta afirmação depende de uma compreensão clara sobre como 'estruturas' constituem propriedades sistêmicas emergentes, e sobre o modo como se relacionam à micro-estrutura de uma certa classe de sistemas. Este é um exemplo típico de uma situação em que não é conveniente usar a idéia de emergência de um modo ordinário. Mencionamos, no começo deste capítulo, outra situação, surgida no contexto de nosso próprio trabalho sobre simulações computacionais de processos semióticos, em que é necessário caracterizar a semiose como uma propriedade ou um processo emergente de maneira precisa (e.g. Gomes et al., prelo). Não encontramos, contudo, um tratamento deste problema em periódicos e livros dedicados à semiótica. Esta foi uma das motivações para discutirmos, neste trabalho, as condições que devem ser satisfeitas para que a semiose possa ser caracterizada como um processo emergente.

O procedimento que empregamos consistiu no levantamento de questões que devem ser respondidas para que o conceito de emergência seja usado de modo preciso, no domínio dos fenômenos semióticos. A lista de questões que formulamos, e para as quais oferecemos respostas na seção anterior, é a seguinte: (1) O que é um sistema semiótico? (2) Os sistemas que exibem semiose são constituídos apenas fisicamente? (3) Os sistemas semióticos constituem uma nova classe de sistemas, instanciando novas estruturas, processos, propriedades, disposições etc.? (4) A semiose pode ser descrita como um processo sistêmico? (5) Como devem ser descritos níveis em um sistema semiótico? (6) Em que sentido podemos dizer que a semiose, como um processo emergente em sistemas semióticos, é determinada sincronicamente pelas propriedades e pelo arranjo das partes do sistema? (7) Qual interpretação da irreducibilidade é mais adequada para dar conta da idéia de irreducibilidade da semiose? (8) A estrutura de sistemas ou processos semióticos pode ser considerada imprevisível em princípio? (9) Alguma forma de causalidade descendente poderia estar envolvida na semiose?

Concluimos que uma teoria forte da emergência pode ser defendida no caso dos processos semióticos, incluindo um conceito de irreducibilidade baseado na não-deducibilidade do comportamento de signos, objetos e interpretantes em relações triádicas, e em uma tese da imprevisibilidade em princípio da estrutura dos processos semióticos.

Utilizamos o estruturalismo hierárquico de Salthe como base para a proposição de um modelo para explicar emergência de semiose em sistemas semióticos. Conforme este modelo, a semiose é entendida como um processo sistêmico no nível focal, em que cadeias de tríades são instanciadas em decorrência da interação entre potencialidades estabelecidas em um nível micro-semiótico (condições iniciadoras) e a influência seletiva, regulatória, de um nível macro-semiótico (condições de contorno).

Nossa expectativa é a de que as questões que propusemos para uma caracterização precisa da semiose como um processo emergente, e a modelagem deste processo em um modelo incluindo três níveis, baseado no estruturalismo hierárquico de Salthe, contribuam para um diálogo consistente entre os pensamentos emergentista e semiótico.

AGRADECIMENTOS

C.N.E.H. e J.Q. agradecem ao CNPq e à FAPESB.

NOTAS

¹ Parte deste trabalho foi publicado em *Galaxia* 9: 113-140, 2005.

² A segunda maneira de explicar a origem da ordem pode ser também entendida como uma explicação da produção da ordem a partir do caos, se atribuirmos ao termo 'caos' o sentido que ele tinha na filosofia Grega clássica, *i.e.*, o de ausência de forma.

³ Cariani (1989: 98) define um aparato formal-computacional como um aparato no qual o comportamento de transição de estados observado ao longo de um período observacional pode ser completamente descrito em termos de computações. A descrição de um comportamento como uma computação requer que (1) um quadro observacional fixo seja especificado, podendo ser comunicado a outro observador de modo que este replique as observações; (2) para cada estado observado, não pode haver mais que um estado sucessor imediato, de modo que regras determinísticas de transição de estados possam ser construídas para todos os estados; e (3) um estado final é alcançado após uma extensão de tempo finita (Cariani 1989, cap. 5). O conceito de computação é intimamente relacionado ao conceito de 'procedimento formal', que se caracteriza pela enorme confiabilidade com a qual leva aos mesmos resultados. Para Cariani (1989: 99-100), um procedimento formal é (1) determinístico; (2) executável em tempo finito por meio de um equipamento finito; (3) de execução 'mecânica' ou 'construtiva', passível de descrição precisa, de modo que outra inteligência, ou talvez outro aparato, ao receber a descrição, seja capaz de aplicar o procedimento e obter resultados idênticos; e (4) passível de representação em termos numéricos.

⁴ Neste ponto, surge uma tensão entre a crítica feita por Cariani à emergência em simulações computacionais e o conceito (epistêmico) de emergência relativa a um modelo que ele emprega para compreender a emergência em sistemas biológicos; afinal, esta última forma de emergência também é dependente do observador.

⁵ Outra dificuldade com a concepção computacionalista da emergência diz respeito a um velho problema enfrentado pelo emergentismo, a 'ameaça da trivialização'. A emergência computacional parece absolutamente ubíqua, na medida em que, se definimos um comportamento ou propriedade como 'emergente' com base em nossa incapacidade de prever o resultado de uma

computação, praticamente todas as computações se tornam processos de emergência (Cariani 1989: 149).

⁶ Contudo, a emergência combinatorial também ocorre, de acordo com Cariani (1997), na evolução biológica, por exemplo, em eventos nos quais novas seqüências de nucleotídeos em uma molécula de DNA surgem a partir de combinações de seqüências preexistentes, como em eventos de ‘mistura de exons’ (*exon shuffling*), entre outros casos.

⁷ Mais recentemente, Boogerd (et al. 2005) apresentaram uma visão mais elaborada das noções de irredutibilidade como ‘não-analisabilidade’ e ‘não-dedutibilidade’.

⁸ Notem que as duas razões para a imprevisibilidade das propriedades emergentes têm *status* diferentes. Enquanto a segunda é de natureza empírica, particularmente se a irredutibilidade for interpretada em termos da não-dedutibilidade, a primeira depende de um ‘compromisso metafísico’.

⁹ Há uma clara correspondência entre a estrutura hierárquica proposta por Salthe e a distribuição hierárquica das categorias de Peirce. Níveis micro-semióticos devem garantir que processos sígnicos apresentem comportamentos de indeterminação e, neste nível, *iniciam-se* os processos semióticos. A associação com a Primeiridade é direta. Em níveis focais, os processos são espaço-temporalmente instanciados, produzindo *tokens*, que são exemplos de Secundidade. Níveis macro-semióticos, no domínio da Terceiridade, garantem *generalidade e temporalidade* aos processos sígnicos, que se tornam histórico e contexto-dependentes.

¹⁰ A regulação de um processo no nível focal por condições de contorno estabelecidas pelo nível superior é entendida aqui como um tipo de processo seletivo. Suponha que uma relação causal entre um dado elemento de um sistema, *A*, e outro elemento do mesmo sistema, *B*, seja regulada. Essa relação é entendida como a seleção de *B* como o efeito de *A*, entre uma diversidade de efeitos possíveis, pelas condições de contorno estabelecidas por estruturas de nível superior, nas quais a relação causal em questão está inserida. Esta idéia se baseia nas contribuições de Polanyi (1968) e Campbell (1974), e está relacionada ao problema da causação descendente.

¹¹ Para uma abordagem detalhada do sinequismo, ver Parker (1998), Potter (1997), Murphey (1993).

¹² Para uma compreensão precisa de nosso argumento, é importante não confundir determinação sincrônica e diacrônica. Defendemos que o quadro teórico de Peirce acomoda a tese de uma determinação sincrônica, enquanto claramente rejeita uma determinação diacrônica.

¹³ O arranjo dos elementos S-O-I é especificado pelas relações de determinação entre eles. De outro modo, a tríade seria uma mera justaposição de três elementos (CP 1.371, 1.363; Brunning 1997, De Tienne 1992).

¹⁴ Observe que, no âmbito das discussões sobre as relações lógicas entre elementos e tríades, trabalhamos no domínio da Gramática Especulativa (ver CP 1.444). Para Houser (1997: 9), ‘o lógico que se concentra na gramática especulativa investiga as relações de representação (signos), procura elaborar as condições necessárias e suficientes para a representação, e classifica os diferentes tipos possíveis de representação’.

¹⁵ A divisão entre propriedades materiais e formais das categorias foi claramente estabelecida por Peirce depois de 1885 (Kent 1997: 448).

¹⁶ Para uma introdução à fenomenologia, às ciências normativas e à metafísica, ver De Waal (2001), Parker (1998).

REFERÊNCIAS

BAAS, N. A. 1996. A framework for higher-order cognition and consciousness. Em: *Toward a Science of Consciousness*. Hameroff, S.R.; Kaszniak, A. W.; Scott, A. C. (eds.). MIT Press. pp. 633-648.

BAAS, N. A.; EMMECHE, C. 1997. On emergence and explanation. *Intellectica* 25: 67-83.

BAILEY, A. 1999. Supervenience and physicalism. *Synthese* 117: 53-73.

BEDAU, M. 2002. Downward causation and autonomy of weak emergence. *Principia* 6 (1): 5-50.

BERGMAN, M. 2000. Reflections on the role of the communicative sign in semeiotic. *Transactions of the Charles S. Peirce Society: A Quarterly Journal in American Philosophy*, Spring XXXVI (2): 225-254.

BLITZ, D. 1992. *Emergent Evolution: Qualitative Novelty and the Levels of Reality*. Dordrecht: Kluwer.

BOOGERD, F. C.; BRUGGEMAN, F. J.; RICHARDSON, R. C.; STEPHAN, A. & WESTERHOFF, H. 2005. Emergence and its place in nature: a case study of biochemical networks. *Synthese* 145(1): 131-164.

BRUNNING, J. 1997. Genuine triads and teridentity. Em: *Studies in the logic of Charles Sanders Peirce*. N. Houser, D. Roberts, J. Evra (eds.). Indiana University Press. pp. 252-270.

BURCH, R. 1991. *A Peircean Reduction Thesis*. Texas Tech University Press.

_____. 1997. Peirce's reduction thesis. Em: *Studies in the logic of Charles Sanders Peirce*. N. Houser, D. Roberts, J. Evra (eds.) Indiana University Press. pp. 234-251.

CAMPBELL, D. T. 1974. Downward causation in hierarchically organised biological systems. Em: *Studies in the Philosophy of Biology: Reduction and Related Problems*. F. Ayala e Th. Dobzhansky (eds.). University of California Press. pp. 179-186.

CARIANI, P. 1989. *On the Design of Devices with Emergent Semantic Functions*, PhD Dissertation, Department of Systems Science, State University of New York, Binghamton.

_____. 1991. Emergence and artificial life, Artificial Life II. Em: *SFI Studies in the Sciences of Complexity*, Proc. Vol. X. C. C. Langton, J.D. Taylor, S. Farmer, Rasmussen (eds). Addison-Wesley. pp.775-797.

_____. 1997. Emergence of new signal-primitives in neural systems. *Intellectica* 2: 95-143.

CLARK, A. 1997. *Being There: Putting Brain, Body and World Together Again*. MIT Press, Bradford Books.

_____. 2001. *Mindware: An Introduction to the Philosophy of Cognitive Science*. Oxford University Press.

DEACON, T. 1999. Memes as signs. *The Semiotic Review of Books* 10(3): 1-3.

DE TIENNE, A. 1992. Peirce's semiotic monism. Em: *Signs of Humanity/L'homme et ses signes*. Proceedings of the IVth International Congress/Actes du IVe Congrès Mondial. G. Deledalle, M. Balat e J. Rhodes Deledalle. (eds.). (Approaches to Semiotics. 107), Mouton de Gruyter. pp. 1291-1303.

_____. 2003. Learning qua semiosis. *S.E.E.D. Journal -- Semiotics, Evolution, Energy, and Development* (3): 37-53.

- DE WAAL, C. 2001. *On Peirce*. Thomson Learning.
- EMMECHE, C. 1994. *The Garden in the Machine: The Emerging Science of Artificial Life*. Princeton University Press.
- ___ . 1997. *Defining life, explaining emergence*. <http://www.nbi.dk/~emmeche/>
- ___ . 2003. Causal processes, semiosis, and consciousness. Em: *Process Theories: Crossdisciplinary Studies in Dynamic Categories*. J. Seibt (ed.). Kluwer. pp. 313-336.
- EMMECHE, C.; KØPPE, S. & STJERNFELT, F. 1997. *Explaining emergence: towards an Ontology of Levels*. *Journal for General Philosophy of Science* 28: 83-119.
- EL-HANI, C. N. 2002. On the reality of emergents. *Principia* 6(1): 51-87.
- EL-HANI, C.N., EMMECHE, C. 2000. *On some theoretical grounds for an organism-centered biology: Property emergence, supervenience, and downward causation*. *Theory in Biosciences* 119: 234-275.
- EL-HANI, C. N.; QUEIROZ, J. & EMMECHE, C. 2006. A semiotic analysis of the genetic information system. *Semiotica* 160 (1/4): 1-68.
- FETZER, J. H. 1997. Thinking and computing: computers as special kinds of signs. *Minds and Machines* 7: 345-364.
- ___ . 1988. Signs and minds: an introduction to the theory of semiotic systems. Em: *Aspects of Artificial Intelligence*. J. Fetzer (ed). Dordrecht. pp. 133-161.
- FISCH, M. 1986. *Peirce, Semeiotic, and Pragmatism*. Indiana University Press.
- GOMES, A.; GUDWIN, R.; QUEIROZ, J. 2003a. On a computational model of Peircean semiosis. Em: *Proceedings of the International Conference on Integration of Knowledge Intensive Multi-Agent Systems - KIMAS'03*, IEEE. H Hexmoor (ed.). pp. 703-708.
- ___ . 2003b. Towards meaning processes in computers from Peircean semiotics. *S.E.E.D. Journal -- Semiotics, Evolution, Energy, and Development* 3 (2): 69-79.
- GOMES, A.; EL-HANI, C. N.; GUDWIN, R.; QUEIROZ, J. prelo. Towards the emergence of meaning processes in computers from Peircean

semiotics. *Mind & Society - Cognitive Studies in Economics and Social Sciences*.

HAUSMAN, C. 1993. *Charles Sanders Peirce's Evolutionary Philosophy*. Cambridge University Press.

HOOKWAY, C. 1985. *Peirce*. Routledge & Kegan Paul.

HOUSER, N. 1997. Introduction: Peirce as a logician. Em: *Studies in the logic of Charles Sanders Peirce*. N. Houser, D. Roberts, J. Evra (eds.) Indiana University Press. pp. 1-22.

KENT, B. 1997. The interconnectedness of Peirce's diagrammatic thought. Em: *Studies in the Logic of Charles S. Peirce*. N. Houser, D. Roberts, J. Evra (eds.). Indiana University Press. pp. 445-459.

KETNER, K . 1986. Peirce's most lucid and interesting paper: an introduction to cenopythagoreanism. *International Philosophical Quarterly* 26: 375-392.

KIM, J. 1998. *Mind in a Physical World: An Essay on the Mind-Body Problem and Mental Causation*. MIT Press.

__. 1999. Making sense of emergence. *Philosophical Studies* 95: 3-36.

KLEE, R. L. 1984. Micro-determinism and concepts of emergence. *Philosophy of Science* 51 (1), 44-63.

LANGTON, C. 1989. Artificial life. Em: *Artificial Life, Santa Fe Institute Studies in the Sciences of Complexity*. Vol. 5. (Proceedings of the First Conference on Artificial Life, Los Alamos, September, 1987). C. Langton (ed.) Addison-Wesley.

MCLAUGHLIN, B. P. 1992. The rise and fall of British emergentism. Em: *Emergence or Reduction? Essays on the Prospects of Nonreductive Physicalism*. A. Beckermann, H. Flohr e J. Kim (eds.). Walter de Gruyter. pp. 49-93.

MORGAN, C. L. 1923. *Emergent Evolution*. Williams and Norgate. Disponível em http://spartan.ac.brocku.ca/~lward/morgan/Morgan_1923

MERRELL, F. 1995. *Peirce's Semiotics Now*. Canadian Scholar's Press.

MURPHEY, M. G. 1993. *The Development of Peirce's Philosophy*. Hackett.

NAGEL, E. 1961. *The Structure of Science*. Harcourt, Brace, and World.

- PAPE, H. 2002. What thought is for: the problematic identity of mental processes with chance events in Peirce's idealistic metaphysics. *Transactions of the Charles S. Peirce Society: A Quarterly Journal in American Philosophy*, Winter/Spring, XXXVIII (1/2): 215-251.
- PARKER, K. 1998. *The Continuity of Peirce's Thought*. Vanderbilt University Press.
- PEIRCE, Charles S. 1992 e 1998 (EP1, EP2). *The Essential Peirce. Selected Philosophical Writings*. vol. 1, 1867-1893, N. Houser e C. Kloesel (eds.). vol. 2, 1893-1913, the Peirce Edition Project (ed.). Indiana University Press.
- PEIRCE, C.S. 1931-1935. *The Collected Papers of Charles Sanders Peirce*. Electronic edition reproducing vols. I-VI, Hartshorne, C. e Weiss, P. (eds.), Cambridge: Harvard University Press, 1931-1935; vols. VII-VIII A. W. BURKS (Ed.), same publisher, 1958. Charlottesville: Intelix Corporation. (citado como CP, seguido por volume e número do parágrafo.)
- PIHLSTRÖM, S. 2002. *The re-emergence of the emergence debate*. *Principia* 6: 133-181.
- POLANYI, M. 1968). *Life's irreducible structure*. *Science* 160: 1308-1312.
- POPPER, K.R. & ECCLES, J.C. [1977] 1986. *The Self and Its Brain*. Routledge and Kegan Paul.
- POTTER, V. 1997. *Charles S. Peirce: On Norms & Ideals*. University of Massachusetts Press.
- QUEIROZ, J. 2004. *Semiose Segundo C. S. Peirce*. Educ/Fapesp.
- QUEIROZ, J. & EL-HANI, C. N. 2006a. Semiosis as an emergent process. *Transactions of the Charles Sanders Peirce Society* 42 (1): 78-116.
- _____. 2006b. Towards a multi-level approach to the emergence of meaning processes in living systems. *Acta Biotheoretica* 54 (3):174-206.
- RANSDELL, J. 1977. Some leading ideas of Peirce's semiotic. *Semiotica* 19 (3/4): 157-178.
- RONALD, E.M.A.; SIPPER, M.; CAPCARRÈRE, M.S. 1999. Design, observation, surprise! A test for emergence. *Artificial Life* 5: 225-239.
- ROSENTHAL, S. 1994. *Charles Peirce's Pragmatic Pluralism*. State University of New York Press.

SALTHE, S. N. 1985. *Evolving Hierarchical Systems: Their Structure and Representation*. Columbia University Press.

SANTAELLA, L. 1995. *A Teoria Geral dos Signos: semiose e autogeração*. Editora Ática.

SAVAN, D. 1986. Response to T.L.Short. *Transactions of the Charles S. Peirce Society: A Quarterly Journal in American Philosophy*, Summer XXII (2): 125-143.

__. 1987-1988. *An Introduction to C. S. Peirce's Full System of Semeiotic*. Toronto Semiotic Circle, Monograph Series of the TSC, Number 1.

STEPHAN, A. 1998. Varieties of Emergence in Artificial and Natural Systems. *Zeitschrift für Naturforschung* 53c: 639-656.

STEPHAN, A. 1999. *Emergenz: Von der Unvorhersagbarkeit zur Selbstorganisation*. Dresden and München: Dresden University Press.