

Transição de Fase em Sistemas Complexos Adaptativos

Imre Simon
Universidade de São Paulo
São Paulo, Brasil

[<is@ime.usp.br>](mailto:is@ime.usp.br)

<http://www.ime.usp.br/~is/>

Sistemas Complexos Adaptativos

Tentativa de abstrair algumas propriedades de sistemas cuja complexidade não permite o seu estudo discreto mas cujo estudo contínuo não conduz a resultados satisfatórios

O método racional, redutivo e dedutivo, da ciência não é capaz de explicar as propriedades em questão

Estudos são muito mais qualitativos do que quantitativos

Convivência constante e abundante entre valores e características aparentemente contraditórios

Características essenciais

número médio de agentes (milhares a trilhões), apresentando características de grande diversidade e de similaridade

agentes se comunicam entre si

agentes tem a capacidade de se adaptarem autonomamente

aspectos aleatórios estão presentes e são significativos

Outras Características

Agentes se organizam em grupos, formando hierarquias que simultaneamente cooperam e competem entre si

Não pode existir um controle centralizado ou mesmo uma coordenação centralizada

Sistemas evoluem e apresentam características de auto-organização

Existem fortes interações entre aspectos locais e globais, em ambos os sentidos

Exemplos

O Universo (Leia Kurzweil, capítulo 1)

O Eco-sistema da Terra

Atmosfera terrestre (e condições meteorológicas)

Sistemas sociais (de insetos, de animais e humanos)

Sistemas econômicos e financeiros

A Internet (uma rede de computadores)

Polos contraditórios simultâneos

complexidade e simplicidade

diversidade e similaridade

cooperação e competição

aspectos locais e globais

centralização e descentralização (exemplo: simplicidade no centro e complexidade nas pontas)

Transição de fase

Ocorre ocasionalmente, levando a um sistema de características substancialmente diferentes

Ocorre de forma auto-organizada, no limiar de destruição do sistema

Não há controle centralizado da transição, ela ocorre de forma caótica

O novo sistema estável emerge do caos da transição

Organizações Sociais como Sistemas Complexos Adaptativos

R. D. Stacey, Complexity and Criativity in Organizations, 1996

sistema formal de funcionamento e de gerenciamento

- é o sistema legítimo
- dominante durante a estabilidade
- recessivo durante a transição

sistema informal: rede de comunicação casual de pessoa a pessoa

- é o sistema das sombras
- recessivo durante a estabilidade
- dominante durante a transição

a transição de fase é um estado criativo do sistema deonde emergem novos estados que passam a ser estáveis

Stacey, sobre Criatividade Organizacional

Organizações são sistemas adaptativos complexos e também são criativos e inovadores quando ocupam um espaço para novidade à beira do caos ou desintegração.

Este é um estado em que as pessoas atuam num sistema à sombra da organização com conceitos e ações que acabam por descartar seu legítimo sistema a fim de mudá-lo.

Organizações transformam-se através da tensão entre o sistema legítimo e sua sombra; esta é a essência do aprendizado organizacional ou gerenciamento extraordinário.

Tal aprendizado em tempo real, ou auto-reflexo, é um processo auto-organizado que produz resultados emergentes radicalmente imprevisíveis.

Ele opera sob tensão com o processo intencional do sistema legítimo - gerenciamento ordinário.

Stacey, sobre Criatividade à Beira da Desintegração

A ciência da complexidade explora a natureza das redes determinísticas e adaptativas.

Estas últimas - sistemas complexos adaptativos - são redes com grande número de agentes que interagem de acordo com esquemas que contém ambas as partes dominante e recessiva.

A principal descoberta que cientistas da complexidade fizeram sobre sistemas complexos adaptativos é que eles são criativos somente quando operam no que poderia ser chamado de espaço para novidades.

Esta é uma transição de fase à beira do caos, isto é, no limiar da desintegração do sistema.

É um estado paradoxal pois é estável e instável ao mesmo tempo, orientado pela contraditória dinâmica da competição e cooperação, da amplificação e restrição, da exposição a tensão criativa e proteção dela.

Tais sistemas evoluem dialeticamente com resultados radicalmente imprevisíveis.

O processo co-evolutivo é de destruição criativa auto-organizada e reconstrução em que um esquema recessivo depõe um dominante para produzir resultados emergentes.

Estes são sistemas que aprendem de maneiras complexas e são naturalmente ubíquos.

Nosso interesse neste oceano de informação

Conceituar, modelar e melhor compreender as transições da “Revolução da Informação”

Conceituar a rede Internet, computadores isolados e os fenômenos sociais da Internet como Sistemas Complexos Adaptativos

A emergência do método bazar de programação pode ser vista como uma transição de fase?

E a emergência de outras “culturas” (tanto da tecnologia como do seu uso)?

- teia mundial
- correio eletrônico
- compartilhamento peer-to-peer (Napster)

Apontadores

“Home page” desta palestra:

<http://www.ime.usp.br/~is/aula/caos/>

Procure a página de apontadores (atualizados de tempos em tempos) na “home page” da palestra.

Existe uma bibliografia quase infinita, de livros e de sítios na teia, escrita nos últimos 20 anos. Navegue por ela, partindo das 404K respostas (setembro, 2002) desta busca no Google:

[http://www.google.com/
search?q=complex+adaptive+systems](http://www.google.com/search?q=complex+adaptive+systems)