

# Caminhos do pensamento neo-schumpeteriano: para além das analogias biológicas

Rosana Icassatti Corazza

Professora da Facamp

Pesquisadora colaboradora do Grupo de Estudos sobre  
Organização da Pesquisa e da Inovação (GEOPI-DPCT, IG/Unicamp)

Paulo Sérgio Fracalanza

Professor da Unicamp e da Facamp

Pesquisador do Núcleo de Economia Industrial e da Tecnologia (NEIT-IE/Unicamp)

## Palavras-chave

análise neo-schumpeteriana,  
abordagem evolucionista,  
analogias biológicas,  
auto-organização.

**Classificação JEL** B52.

## Key words

*neo-Schumpeterian analysis,  
evolutionist approach, biological  
analogies, self-organization.*

**JEL Classification** B52.

## Resumo

Este artigo traz reflexões acerca da construção teórica da abordagem neo-schumpeteriana sobre as mudanças técnica e econômica. São recuperados, num primeiro momento, argumentos fundamentais desta abordagem que se constroem com base em analogias com a concepção evolutiva das Ciências Biológicas. Num segundo momento, faz-se um esforço para discernir, em suas contribuições recentes, como o pensamento neo-schumpeteriano se desenvolve para além dessas analogias, incorporando o conceito de auto-organização como elemento explicativo do caráter dinâmico e evolutivo dos sistemas econômicos. O artigo é finalizado pela identificação de algumas implicações que essa nova perspectiva coloca sobre a pauta de pesquisas da agenda neo-schumpeteriana.

## Abstract

*This paper aims at contributing to the discussion of the theoretical construction of neo-schumpeterian approach of technical and economic change. Firstly, some fundamental arguments of this approach which are built in analogy to the evolutionist conception of Biological Sciences are presented. Secondly, we intended to distinguish, in recent literature, how neo-schumpeterian thinking evolves beyond such analogies, by integrating the concept of self-organization as the explaining element of the dynamic and evolving character of economic systems. Finally, some implications of such new perspective for the new-Schumpeterian research agenda are identified.*

## 1\_ Introdução

A partir do final dos anos 1970, os chamados economistas neo-schumpeterianos difundiram amplamente o emprego de analogias biológicas para a compreensão do caráter evolutivo do desenvolvimento capitalista e sobretudo do processo de mudança tecnológica.<sup>1</sup>

Neste artigo, procura-se recuperar, na segunda seção, a argumentação neo-schumpeteriana da mudança tecnológica, evidenciando as principais analogias biológicas empregadas, particularmente emprestadas à teoria da evolução biológica. Na terceira seção, são explorados alguns aspectos da literatura neo-schumpeteriana recente que, apropriando-se do conceito de auto-organização como elemento explicativo do caráter dinâmico e evolutivo dos sistemas econômicos, conduzem a análise para além das referidas analogias biológicas. Um esforço para a identificação de algumas implicações desses desenvolvimentos teóricos recentes para a agenda de pesquisa neo-schumpeteriana é objeto dos comentários finais do artigo.

## 2\_ Analogia biológica na abordagem neo-schumpeteriana da mudança tecnológica

No conjunto das análises econômicas neoclássicas, a tecnologia é representada por uma função de produção que relaciona uma combinação particular de fatores de produção ou insumos com os níveis de produção alcançados. Já o progresso técnico é definido *tout court* como responsável pela expansão da fronteira de possibilidades de produção.

Sob inspiração dos trabalhos de Schumpeter, a abordagem neo-schumpeteriana, que se constituiu teoricamente, em certa medida, em contraposição às representações neoclássicas da tecnologia e do progresso técnico, oferece uma análise da tecnologia que coloca a dinâmica tecnológica como motor do desenvolvimento das economias capitalistas.

Em conhecido artigo, Dosi (1988) define tecnologia como um complexo de conhecimentos práticos e teóricos, englobando – além de equipamentos físicos – não apenas *know-how*, métodos e procedimentos, mas também experiên-

<sup>1</sup> Neste artigo, apoiamo-nos em grande parte na identificação de Possas (1988) dos autores da abordagem neo-schumpeteriana, embora não empreguemos a clivagem

interna dessa abordagem proposta pelo autor, que aponta os “autores [...] basicamente situados em dois grupos não-rivais – o que desenvolve ‘modelos

evolucionistas’ (R. Nelson e S. Winter – EUA) e da SPRU da Sussex (UK, sob a direção de C. Freeman), [que] voltam-se à análise da geração e difusão de novas tecnologias

em sua natureza e impactos, destacando uma inter-relação com a dinâmica industrial e a estrutura dos mercados [...]” (Possas, 1988 p. 158).

cias (bem ou mal sucedidas). Se por um lado os equipamentos “incorporam” os avanços tecnológicos, por outro uma parte desincorporada da tecnologia consiste em uma *expertise* particular, que é reflexo de experiências pregressas e de soluções tecnológicas passadas. Nessa perspectiva, o autor advoga que a tecnologia inclui a *percepção de um conjunto limitado de alternativas tecnológicas possíveis e de desenvolvimentos nocionais futuros* (Dosi, 1982, p. 151-152).

É possível dizer que, enquanto as análises neoclássicas se desenvolveram emprestando conceitos à Mecânica Newtoniana, a visão neo-schumpeteriana foi significativamente influenciada pela teoria da evolução, das Ciências Biológicas (Boulding, 1981). Assim como a Biologia tem na teoria da evolução uma teoria geral da mudança das espécies, a visão neo-schumpeteriana se estruturou, ao longo das duas últimas décadas, como tentativa sistemática de construir uma teoria geral da mudança em Economia. Aliás, era essa a forma pela qual era apresentado o programa de pesquisas neo-schumpeteriano por dois de seus mais ilustres tenentes no início da década de 1980 (Nelson e Winter, 1982).

As próximas subseções dedicam-se a apresentar os principais conceitos formulados dentro da abordagem neo-

schumpeteriana, evidenciando sua inspiração biológica. Assim, trata-se de identificar, nos comportamentos dos agentes econômicos:

- a. os elementos de permanência ou hereditariedade;
- b. um princípio de variações ou mutações;
- c. os mecanismos de seleção.

## 2.1\_ Hereditariedade na economia neo-schumpeteriana

Os *elementos de permanência ou hereditariedade* têm em Economia, segundo a perspectiva neo-schumpeteriana, papel semelhante ao dos genes em Biologia. Esses “genes” assumem a forma de *rotinas* seguidas pelos agentes econômicos e da *coleção de ativos* de que uma firma dispõe.

Estando na base dos comportamentos dos agentes, e em particular das organizações, a noção de *rotina* é central em toda representação neo-schumpeteriana. Nelson e Winter (1982) empregam o termo de maneira bastante flexível, com referência a uma atividade repetitiva que se consubstancia no interior de uma organização e que decorre fundamentalmente da mobilização e da expressão de competências individuais. Desse modo, o desempenho das tarefas quotidianas no interior de uma organização e a solução

encontrada para os conflitos criam um *repertório* de respostas aos problemas mais freqüentes. Essas respostas não são pautadas pela *otimalidade* (ou maximização), uma vez que são fruto de conhecimentos tácitos de sujeitos que não podem ser *maximizadores perfeitos* e que, em função de sua experiência pregressa e de limitações cognitivas, se deixam guiar pelas rotinas construídas.

Assim, entendemos por rotina uma estrutura de comportamento regular e previsível que conduz a esquemas repetitivos de atividade. Se as rotinas, porém, são caracterizadas pela repetição, também o são pela experimentação, o que faz com que as tarefas sejam executadas de maneira progressivamente melhor e mais rápida, propiciando a geração constante de novas oportunidades de operação. A repetição e a experimentação estão na base da aprendizagem, por meio da qual são construídos os comportamentos. É por essa ra-

zão que as rotinas podem ser consideradas, como enfatiza Ménard (1997), como procedimentos eficientes de estocagem de informação e de interpretação de sinais provenientes de fora da organização. Por essa razão, as rotinas são uma espécie de memória organizacional.

Tendo, então, sua conformação moldada pela aprendizagem que é gerada no desenrolar das rotinas, os comportamentos individuais dificilmente poderiam ser reduzidos, de acordo com Dosi (1991, *apud* Kemp, 1997) a um princípio de racionalidade invariante. A proposta neo-schumpeteriana de interpretação dos comportamentos dos agentes se caracteriza, portanto, pela recusa das hipóteses de maximização e de racionalidade substantiva, que são fundamentos da interpretação neoclássica.<sup>2</sup>

O segundo fator de hereditariedade é a *coleção de ativos* ou de recursos de que uma organização dispõe.<sup>3</sup>

.....  
 2 Uma interessante distinção entre racionalidade substantiva e racionalidade processual é apresentada por Koenig (1993). Segundo o autor, a racionalidade substantiva rege, no âmbito da análise neoclássica, os comportamentos decisórios dos agentes diante de uma

situação de escolha entre múltiplas alternativas, num quadro em que o critério que norteia essa escolha é o da maximização (do lucro ou da utilidade), dada uma perfeita disponibilidade de informações. A racionalidade processual, por sua vez, governa o processo de decisão

de agentes cuja capacidade cognitiva não são homogêneas, num universo caracterizado pela presença de incerteza de natureza não probabilística, e o resultado depende do processo que estrutura a própria escolha.

<sup>3</sup> Como indica Possas (1995), é interessante reter a

.....  
 interpretação da firma como “coleção de recursos”, cuja alocação é determinada por decisão administrativa (dada por Penrose, 1959) e como unidade de valorização desses recursos.

Possas (1999) sistematiza os ativos (ou recursos) de uma organização segundo sua natureza em quatro categorias: físicos (equipamentos, instalações, matérias-primas), humanos, financeiros e imateriais ou “intangíveis” (imagem, boas relações, experiência e capacidades). Ao caracterizar esses ativos, a autora ressalta que maior grau de flexibilidade pode ser associado aos ativos financeiros, ao passo que graus mais reduzidos de flexibilidade tenderão a ser imputados aos ativos físicos e humanos e, finalmente, aos recursos ou ativos intangíveis. O investimento em ativos pouco ou nada flexíveis encontra justificativa no fato de serem eles justamente os de mais difícil imitação ou transmissão entre as organizações, já que sua codificação é muito difícil ou mesmo impossível.<sup>4</sup> São “trunfos”, como a eles se refere a autora:

*que permitem à firma a obtenção de ganhos extraordinários [...]. [são] pontos nos quais se podem estabelecer vantagens. Em muitos casos, como design, especificação ou desempenho, isso dependerá de um saber técnico específico; em outros, de uma capacidade particular de organização de administração; há ainda situações em que a imagem da firma é o relevante, ou outras nas quais o que importa são relações estabelecidas. Em todos os casos citados temos a presença dos ativos intan-*

*gíveis, fundamentados na experiência, conhecimento, relações estabelecidas, imagem criada”* (Possas, 1999, p. 120).

Entretanto, as rotinas e os ativos não são todos equivalentes. Sabendo-se que as decisões dos agentes não são apoiadas por critério de otimalidade e que sofrem mudanças em razão de processos de aprendizagem, espera-se que esses fatores de hereditariedade não sejam idênticos entre os agentes – isto é, espera-se que ocorra a *diversidade*.

## **2.2\_ Princípio de mutação na abordagem neo-schumpeteriana da mudança tecnológica**

Já dissemos que a abordagem neo-schumpeteriana identifica um *princípio de variações e de mutações*. De fato, essa abordagem se concentra nas propriedades dos sistemas econômicos, cuja dinâmica é gerada internamente pela emergência persistente de inovações em produtos, processos, formas de organização, mercados e fontes de matérias-primas. Existe, pois, segundo essa perspectiva teórica, um princípio dinâmico que conduz à evolução do sistema econômico, princípio este que pode ser encontrado nos comportamentos de busca (*search*) que estão na base das inovações. Em outras palavras, são os comportamentos de busca que asseguram, em princípio, as transformações.

.....  
<sup>4</sup> Este ponto é abordado por Foss (1996) e outros autores que associam o conceito de competências a esses ativos ou recursos menos flexíveis.

Para compreender o princípio da variação, é útil distinguir, como sugere Dosi (1991, *apud* Kemp, 1997), as *rotinas estáticas*, que consistem na simples repetição de práticas anteriores, das *rotinas dinâmicas*, que são direcionadas a novas aprendizagens, isto é, são rotinas capazes de criar outras rotinas, outros ativos ou outras competências.

A noção de *rotina dinâmica* de Dosi encontra equivalente no conceito de *comportamento de busca*, proposto por Nelson e Winter (1982), que designa processos genuinamente associados a risco, feitos de tentativas e erros.

A justificativa dos comportamentos de busca, imersos que são em um ambiente de profunda e ubíqua (*pervasive*) incerteza, pode aparecer apenas posteriormente – ou pode simplesmente não aparecer. São as práticas de busca, porém, que permitem a inovação e, portanto, a mutação de firmas, indústrias e do próprio sistema econômico como um todo.

Ao cunhar o conceito de busca, Nelson e Winter (1982) rejeitam que a inovação seja simples resultado de análises do tipo custo-benefício. Se as rotinas de busca, materializadas nas atividades de pesquisa e desenvolvimento, são permeadas por um tipo muito especial de incerteza – de natureza não-Bayesiana ou não-probabilística –, a inovação passa a ser um processo guiado

por uma heurística de busca, com base em experiências prévias, tentativas, sucessos e fracassos. Trata-se de uma visão de processo em que a inovação não é fruto de um cálculo de otimização, mas sim do recurso a uma heurística, isto é, a regras e procedimentos que são expressão de uma racionalidade confinada aos limites cognitivos dos agentes envolvidos, lidando com informações apenas imperfeitamente disponíveis. Dessa forma, segundo Nelson e Winter (1982), a heurística que caracteriza o processo de busca é fundamentada em conhecimentos humanos limitados e acumulados ao longo do tempo, os quais, embora não estejam voltados à obtenção de soluções ótimas ou maximizadoras, permitem a geração de inovações.

Dizer que as estratégias de busca não são ótimas (e sim heurísticas) não significa ignorar a lógica de ação das organizações capitalistas na busca da valorização de seus recursos. A teoria neo-schumpeteriana assume, desde logo, a acepção do processo de concorrência capitalista como o de enfrentamento de capitais em busca de oportunidades de valorização.<sup>5</sup> Esse enfrentamento, no mercado, dá-se por meio da busca incessante por parte das empresas por oportunidades de diferenciação, pela criação de assimetrias que lhes permitam expandir suas fronteiras e conquistar novos espaços para a valorização do capital.

<sup>5</sup> Esta acepção do processo concorrencial, cara a muitos economistas, está associada à visão de capital como “valor que se valoriza”, encontrada em Marx.

Dizer que essas estratégias não são ótimas e, portanto, não são maximizadoras *ex-ante* significa, isto sim, reconhecer que os agentes têm restritos limites cognitivos e limitada disponibilidade de informações que não lhes permitem agir estritamente como maximizadores.

Assim, é sobretudo com o propósito da valorização de seus recursos (ou ativos) que deve ser compreendido o envolvimento das organizações nesses processos de busca da inovação. A perspectiva da inovação é uma *promessa* da valorização dos recursos ou ativos das organizações, promessa cuja concretização exige uma *aposta* (investimentos) por parte dessas.

Ademais, dizer que as estratégias de busca não são ótimas não significa assumir que a busca da solução de problemas, de novos produtos e/ou processos tome a forma de um fenômeno totalmente aleatório. A abordagem neo-schumpeteriana oferece diversas razões que fundamentam o caráter não randômico da inovação.<sup>6</sup>

É certo que o caráter de *solução de problemas* da inovação já define, *per se*, certas questões ou *áreas-problemas* como relevantes para investigação. Nesse sentido, Rosenberg (1976) ilustra a importância de *dispositivos de focalização* (*focusing devices*), que são problemas típicos, oportunidades ou metas que tendem a ajustar o processo de busca em direções particulares. Esses dispositivos de focalização assumem a forma de *imperativos tecnológicos* que guiam a evolução de certas tecnologias, de *gargalos tecnológicos* em certos processos, ou ainda, de *pontos fracos evidentes* em produtos que se conformam em alvos claros para aperfeiçoamentos. Esses  *sinais* evidentes que se poderiam colocar como metas para os projetos de P&D delineiam o que Nelson e Winter (1977) chamaram de *trajetórias naturais*, que expressam certo *moto interno* (*momentum*) da mudança tecnológica.<sup>7</sup>

Para evitar mal-entendidos, é preciso dizer que o que chamamos aqui de

<sup>6</sup> Observemos, aqui, que os processos de busca envolvem uma “dupla analogia biológica”: admitem um paralelo tanto com o darwinismo quanto com o lamarkianismo. Como pondera Possas (1988), “os autores relacionam a busca com as mutações genéticas, notando inclusive a possibilidade – e necessidade analítica – de um

caráter até certo ponto estocástico para a ocorrência ou não de sucesso na tentativa de inovar. No entanto, observam ainda os autores sua adesão ao ‘lamarckianismo’ para efeito de desenvolver a analogia biológica: não apenas os caracteres adquiridos podem ser ‘herdados’, por aprendizado ou imitação, como também situações adversas

podem provocar variação e mutação esporadicamente” (Possas, 1996, p. 161).

<sup>7</sup> Toda a argumentação sobre o caráter não randômico da inovação pode levar a um erro de interpretação, que consiste na identificação da análise neo-schumpeteriana com um tratamento que privilegiaria exclusivamente uma lógica

interna do progresso técnico, interpondo um questionamento de fundo sobre seu arcabouço conceitual: o determinismo tecnológico. Uma leitura mais cuidadosa com respeito à operação dos mecanismos de aprendizagem, à busca e à seleção deve, segundo entendemos, prevenir tal erro de interpretação.

*moto interno* está mais relacionado aos limites das capacidades cognitivas dos agentes envolvidos no processo de busca do que propriamente a uma autodeterminação tecnológica, uma vez que as atividades de busca sofrem influência não apenas do conjunto de conhecimentos detidos por engenheiros e técnicos e por sua capacidade de compreensão dos problemas em foco, mas até mesmo de suas crenças sobre o que é factível ou sobre o que pode ser experimentado. Esse aspecto cognitivo do processo de busca é fundamental no conceito de *regime tecnológico* de Nelson e Winter (1977).

O conceito de regime tecnológico é retomado por Dosi (1982), que sugere, em analogia com as contribuições sobre a estrutura das revoluções científicas proposta por Kuhn, a noção de paradigma tecnológico que é definido *como um modelo ou um padrão de solução de problemas tecnológicos selecionados, formulados com base em princípios derivados das ciências naturais, por meio do emprego de tecnologias materiais selecionadas*. Aqui, novamente, o que temos chamado de *moto interno* da mudança tecnológica também tem nas limitações cognitivas dos agentes envolvidos no processo de busca um fator determinante:

*Os paradigmas tecnológicos têm um poderoso “efeito de exclusão”: os esforços e a*

*imaginação tecnológica dos engenheiros e das instituições em que eles se inserem estão focalizados em direções bastante precisas, estando eles – por assim dizer – “cegos” com respeito a outras alternativas tecnológicas* (Dosi, 1982, p. 153).

Podemos dizer que uma característica importante de um paradigma tecnológico é que existe uma estrutura cognitiva que envolve a forma de interpretação do problema e os princípios empregados para sua solução a qual é partilhada por toda a comunidade tecnológica e pelos agentes econômicos e com base na qual procuram-se melhorias em eficiência de processo e desempenho de produto.

Mais uma vez é útil enfatizar que, ao colocar o problema dos limites das capacidades cognitivas dos agentes, a abordagem neo-schumpeteriana contribui para o rompimento com a visão neoclássica da racionalidade substantiva dos agentes econômicos. A limitação das capacidades cognitivas dos agentes constitui a razão fundamental da incorporação, pela abordagem neo-schumpeteriana, da hipótese da racionalidade processual (*procedural rationality*).<sup>8</sup>

A importância da dimensão cognitiva na abordagem neo-schumpeteriana coloca a aprendizagem – que tem lugar, como já mencionamos, no desenrolar das rotinas – como elemento chave na compa-

.....  
<sup>8</sup> Ver nota nº 2 deste artigo.

tibilização da diversidade dos conhecimentos individuais dentro de uma organização, conferindo coerência a suas decisões.<sup>9</sup>

Definidos os problemas tecnológicos, os princípios científicos e as tecnologias materiais para sua solução – isto é, os determinantes do paradigma tecnológico –, cabe indagar sobre a direção que tomarão essas soluções, ou seja, a *direção* do progresso técnico.

Dentro de um paradigma tecnológico, existe um *padrão de atividade normal de solução de problemas*, isto é, de *progresso dentro [desse] paradigma* (Dosi, 1982, p. 152), a que o autor chama de *trajetória tecnológica*. Segundo ele, uma trajetória tecnológica é determinada por um paradigma e pode ser definida como uma atividade normal para solução de problemas. Ela pode ser representada por um movimento com base na solução de *trade-offs* entre variáveis definidas como relevantes pelo paradigma. A noção de progresso, atenta Dosi (1982), é precisamente relacionada ao aperfeiçoamento desses *trade-offs*.

Assim, a existência de padrões relativamente organizados de inovação é explicada por Dosi (1988) pela busca do *aperfeiçoamento de trade-offs técnico-econômicos*. Essa busca específica é explicada valendo-se da própria forma de organização do conhecimento tecnológico segundo

paradigmas, o que faz, de acordo com o autor, com que as atividades de inovação tendam a ser seletivas, realizadas em direções bastante precisas e cumulativas no que diz respeito à aquisição de capacidades para solução de problemas.<sup>10</sup>

O aperfeiçoamento desses *trade-offs* pode ser compreendido como o aperfeiçoamento de um *projeto dominante*.<sup>11</sup> Há, pois, possibilidades de continuidade do desenvolvimento tecnológico que são, em geral, bem percebidas pelos engenheiros e técnicos. Como afirma Rosenberg (1982), o conhecimento tecnológico cresce de forma dependente do conhecimento acumulado anteriormente – trata-se da característica de *path-dependence* da construção desse conhecimento e das próprias trajetórias tecnológicas.

Os efeitos da acumulação do conhecimento no desenvolvimento de tecnologias sobre a conformação de certos padrões de mudança tecnológica podem ser compreendidos com base no conceito de *rendimentos crescentes de adoção*, de David (1985). Examinando a expansão histórica da adoção do teclado QWERTY para máquinas de escrever, David (1985) observou o auto-reforço ao qual estão sujeitas as escolhas tecnológicas em razão dos rendimentos crescentes de adoção derivados da ampliação da adoção.

.....  
<sup>9</sup> Em suas diversas modalidades: *learning by doing*, *learning by using*, *learning by interacting*...

<sup>10</sup> Exemplos desses *trade-offs* são arrolados por Dosi (1988). Na tecnologia de aeronaves, a relação entre variáveis como a potência, o peso bruto para decolagem, a velocidade cruzeiro e a distância cruzeiro; na tecnologia microeletrônica, as relações entre a densidade dos *chips*, a velocidade de computação e o custo por *bit* de informação.

<sup>11</sup> A respeito do conceito de *projeto dominante*, consultar Utterback (1996).

Embora esse teclado talvez não representasse a melhor possibilidade para o conforto e a rapidez da atividade de datilografia, o treinamento e a qualificação de datilógrafos para o seu uso contribuiu para sua padronização nas máquinas de escrever. Por sua vez, essa padronização fez crescer o interesse pela aquisição de qualificação e treinamento nesse tipo de teclado. Esse auto-reforço, segundo sugere o autor, é um fenômeno que pode levar ao aprisionamento (fenômeno a que deu nome de *lock-in*) do progresso tecnológico em determinadas soluções, as quais não se revelam necessariamente como as mais desejáveis. A história do teclado QWERTY, como é narrada por David (1985), revela como *eventos históricos* podem influenciar os rumos da mudança tecnológica, levando ao aparecimento desses fenômenos de *lock-in*.

Além de estarem relacionadas (e apresentarem interdependências) quanto à evolução da qualificação dos usuários, as tecnologias não se desenvolvem isoladamente. Existem, também, interdependências técnicas. No mais das vezes, as tecnologias se organizam na forma de sistemas tecnológicos que articulam diversos componentes. Conforme sustenta Rosenberg (1976), uma tecnologia é feita de componentes ou partes inter-relacio-

nadas que definem as características técnicas de um produto e sua produção. A interdependência entre os componentes de uma tecnologia (ou sistema tecnológico) confere a ela certa rigidez: muitas vezes não é possível fazer alterações isoladas em um componente sem comprometer sua compatibilidade com a totalidade do sistema.

Para David (1985), uma padronização prematura pode ser o resultado da emergência de soluções que se apresentam “cedo demais”, na presença de certas condições, como interdependências técnicas, economias de escala e irreversibilidade gerada por efeitos de hábito e aprendizagem.

Admitir a interdependência entre as tecnologias – o fato de que técnicas, equipamentos e o conhecimento necessário para operá-los estão inter-relacionados de *modo sistêmico* – implica aceitar a impossibilidade de constituição isolada de uma tecnologia. As tecnologias estão, por assim dizer, imersas em um contexto com dimensões tecnológicas, sociais e econômicas.

Assim, por exemplo, ao falar de *sistemas tecnológicos*, Freeman (1991) relaciona a constelação (*cluster*) de inovações em materiais sintéticos, inovações petroquímicas e inovações em equipamentos

para manufatura de plásticos introduzidos na década de 1930. Essas inovações, inter-relacionadas, fazem parte do sistema tecnológico da indústria petroquímica. Da mesma maneira, a automatização elétrica de bens de consumo duráveis domésticos está presente em uma constelação de inovações (como os aparelhos liquidificadores e batedeiras elétricas), que não envolvem apenas inter-relações técnicas, mas também abarcam interdependências econômicas e inovações organizacionais. Um exemplo fornecido pelo autor é a cristalização do hábito do consumidor do uso dos sistemas de crédito na compra de bens duráveis.

Por outro lado, uma vez realizada uma mudança compatível com o sistema, torna-se impossível o retorno à situação anterior. Assim, o conceito de trajetória tecnológica, além de *path-dependent*, implica irreversibilidade, isto é, uma vez alcançada nova posição ou novo patamar no progresso da trajetória, não existe possibilidade de volta à situação anterior.

Uma razão essencial para o fenômeno da irreversibilidade, segundo Willinger e Zuscovitch (1993), está na transmissão de certo *patrimônio tecnológico* – que corresponderia à noção de *patrimônio genético*, para usar mais uma vez a analogia biológica – de uma a outra geração.<sup>12</sup>

Aliás, o esforço de preservação desse patrimônio pode ser compreendido como fonte de certa rigidez das trajetórias tecnológicas, quando as organizações se comportam de modo a preservar seu *status quo*. Comportamentos desse tipo não estão em desacordo com a lógica da valorização do capital, que subsume ao processo concorrencial. Pelo contrário, trata-se de uma aversão ao risco que é coerente com a tentativa de preservar as posições já alcançadas pela organização, por meio da proteção de seus recursos no estado em que se encontram – evitando tanto quanto possível, portanto, quaisquer *mutações* e tentando continuar usufruindo da rentabilidade oferecida por esses recursos/ativos até então. Um tal esforço de preservação de seus ativos contribui para a inércia de uma organização.

Os conceitos apresentados, de inércia organizacional, de *path-dependence*, cumulatividade, irreversibilidade e *lock-in*, são articulados pela abordagem neoschumpeteriana para o entendimento da dinâmica tecnológica e são consistentes com a idéia de que existem certos padrões no progresso tecnológico. De fato, temos salientado até aqui os aspectos da mudança tecnológica que se associam de forma particular à sobrevivência e ao aperfeiçoamento de determinadas solu-

.....  
<sup>12</sup> Patrimônio tecnológico é conceito análogo ao de “base de conhecimento”, de Nelson e Winter (1982), que se refere a um conjunto que envolve um código de linguagem, uma gama de conhecimentos técnicos e uma experiência.

ções. Seria um engano, entretanto, supor que a existência de padrões tenha como consequência a homogeneidade ou que ela pressuponha continuidade.

Quando mencionamos anteriormente que as rotinas não são todas equivalentes, explicitamos que não existe uma homogeneidade nos processos de busca. Ao contrário, as ações envidadas no âmbito desses processos são movidas por uma lógica que é pautada pela criação de diversidade, isto é, de *mutações*.

Assim, quando se fala em *evolução* não se trata de um processo obrigatoriamente contínuo, uma vez que o evolucionismo econômico não implica exclusivamente uma perspectiva de mudanças graduais, mas é coerente com alterações abruptas, rupturas, *revoluções*. Da mesma forma que o evolucionismo biológico, ele admite descontinuidades, fenômenos aos quais os neo-schumpeterianos se referem como *mudanças de paradigma*.

A posição central que a inovação ocupa no processo de desenvolvimento econômico é uma idéia presente na abordagem neo-schumpeteriana que é emprestada, como já afirmamos, de Schumpeter, que a interpreta em seu livro de 1912, *A Teoria do Desenvolvimento Econômico*, como fonte interna do dinamismo do sistema econômico e que a identifica, em

sua obra de 1942, *Capitalismo, Socialismo e Democracia*, como motor de uma incessante competição intercapitalista.<sup>13</sup>

Portanto, o que leva as organizações a empreender os arriscados processos de busca e a engendrar as condições de ruptura com soluções tecnológicas precedentes é, antes de mais nada, a busca pela criação de posições diferenciadas nos mercados, a busca pela valorização contínua de seus recursos. Mais do que a busca pela sobrevivência, trata-se aqui de uma busca por *desequilíbrios*, pela construção permanente de assimetrias. A competição capitalista que fundamenta a lógica do comportamento inovativo – fonte da diversidade – é, por sua vez, fator necessário para a operação do mecanismo de seleção.

.....  
<sup>13</sup> Em “Capitalismo, Socialismo e Democracia”, Schumpeter critica a noção walrasiano-marshalliana de concorrência, opondo-se aos teóricos da concorrência perfeita. Para Schumpeter (1984), na análise da concorrência perfeita, as firmas – pequenas e em grande número – tentam apenas “administrar a estrutura”. Em sua interpretação, porém, as inovações são os instrumentos da verdadeira concorrência, o confronto entre firmas nas quais se desenvolve a atividade

empresarial (relativa a empresário no sentido schumpeteriano). Nesse confronto é que se dá a *destruição criativa*, que *bombardeia* as estruturas industriais vigentes. De acordo com Schumpeter, o sistema capitalista possui um caráter essencialmente progressista, evolutivo e não estacionário. Há, portanto, um processo de inovação industrial que “revoluciona a estrutura econômica a partir de dentro, incessantemente, destruindo a velha estrutura e criando a nova.”

### 2.3\_ Mecanismo de seleção na economia neo-schumpeteriana

Assim, ao lado da existência de fatores que proporcionariam um *moto interno* à mudança tecnológica, Nelson e Winter (1977) advertem para a importância de fatores não tecnológicos e mesmo extra-econômicos para o direcionamento do progresso técnico.<sup>14</sup> Deve ficar claro que, estando presentes nos ambientes em que atuam as organizações, esses fatores influenciam desde logo a heurística de seus processos de busca.

Há, entretanto, outra instância de atuação desses *fatores externos* no direcionamento do progresso técnico, que fica evidente quando os autores propõem o conceito de *ambientes seletivos*.

A idéia de ambientes seletivos pertence à interpretação neo-schumpeteriana

.....  
 14 A complexidade de fatores externos não é, dessa forma, deixada de lado pela análise neo-schumpeteriana, tendo sua relevância sido ressaltada por outros autores, como Dosi (1988), que sublinha a importância de causas externas mais amplas para a busca, desenvolvimento e adoção de novos processos e produtos, tais como: o estado da arte nos campos científicos, os meios disponíveis para

.....  
 comunicação de conhecimento, a oferta de capacitações tecnológicas e de qualificações, as condições ocupacionais, as próprias condições de mercado, as possibilidades de financiamento, as tendências macroeconômicas e as políticas públicas.

15 Para um maior detalhamento, consultar Dosi (1988).

segundo a qual existem *mecanismos de seleção* que agem sobre os “genes” (rotinas, processos de busca, ativos e competências) e sobre as “mutações” (inovações). Esses mecanismos, agindo como *filtro* que seleciona entre diferentes evoluções possíveis, são constituídos por fatores, como aqueles indicados por Possas (1999), que formam o ambiente seletivo no qual as firmas atuam.

Por um lado, há o *ambiente seletivo de mercado*, composto pela pressão competitiva das firmas que nele atuam, dos potenciais concorrentes e das condições da demanda, que pode cancelar ou não os esforços de inovação, validando-os ou não pelo mecanismo de troca. Por outro lado, há o *ambiente não mercantil*, composto pela atuação do Estado e de outras instituições cuja ação pode ou não sancionar aqueles esforços.<sup>15</sup> Assim, para ser fiel à tradição neo-schumpeteriana, é preciso reconhecer que existe uma multiplicidade de ambientes seletivos, caracterizados por elementos que exercem diferentes *forças seletivas* e que não se resumem ao mercado.

Uma maneira interessante de interpretar essa multiplicidade é sugerida por Possas (1999), que organiza os elementos do ambiente seletivo em seis categorias:

1. elementos econômicos da estrutura do mercado (como o grau de concentração, principais competidores, vantagens detidas por cada um deles, características dos insumos disponíveis e dos setores que os fornecem, qualificação da mão-de-obra, tamanho do mercado, preferências dos consumidores, fontes e formas de financiamento disponíveis);
2. elementos da situação macroeconômica (como taxa de câmbio, taxa de juro, situação das contas públicas, situação do balanço de pagamentos e nível de utilização da capacidade);
3. elementos de natureza político-jurídico-institucional, que abrangem as leis e normas que regulam a atividade econômica e as instituições que as executam (esta categoria inclui, por exemplo, impostos, tarifas, subsídios, legislação – ambiental, trabalhista, previdenciária, comercial, bancária, de direitos dos consumidores, de propriedade industrial e de regulação da concorrência –, normas técnicas, políticas de fomento a setores ou regiões específicos, políticas de suporte à inovação, instituições de apoio à pesquisa e políticas de compra do governo);
4. elementos do meio ambiente natural (como clima, solo, flora, fauna, relevo, hidrografia, riquezas naturais, densidade demográfica e pirâmide etária);
5. elementos de caráter social (como distribuição de renda e riqueza, níveis educacionais, relações de trabalho, sindicatos e associações patronais e de trabalhadores e formas de relações e interação predominantes entre fornecedores e usuários);
6. elementos de caráter cultural (como língua, história, religião e valores, festas e prazeres, hábitos alimentares, regras de etiqueta e convenções de costume, manifestações artísticas e relações interpessoais).

A autora salienta ainda que esses elementos que caracterizam o ambiente seletivo são mutáveis e, muitas vezes, até efêmeros, fato que confere ao processo de seleção *uma feição eminentemente histórica* (Possas, 1999, p. 136).

A seleção de variações ocorre *ex-ante* e *ex-post*. A seleção *ex-ante* sobrevém quando as firmas antecipam a seleção que pode ser feita *ex-post* por seu ambiente seletivo. Essa seleção tem lugar quan-

do a firma faz escolhas de heurísticas ou regras de decisão com base numa antecipação do que julga ser adaptado (*fitted*) às pressões seletivas que espera encontrar. A idéia de seleção *ex-ante* é consistente com o fato de que *busca e seleção não constituem fenômenos estanques*. Pelo contrário, como argumentam Nelson e Winter (1982), a decisão de desenvolver uma inovação depende de características do ambiente seletivo, que, por sua vez, sofre influência da mudança tecnológica. Existe a percepção, portanto, de uma co-evolução entre a mudança tecnológica e o ambiente seletivo.

A seleção *ex-post* ocorre quando produtos e processos elaborados com base naquele conjunto de heurísticas são chancelados pelo mercado e pelas instâncias seletivas não mercantis.

Possas (1999) concorda com Nelson e Winter (1977), considerando que existe uma retroalimentação (*feedback*) entre ambiente seletivo e as atividades (como as de P&D) de uma firma, e adverte que o ambiente seletivo não pode ser considerado como completamente exógeno, enumerando duas razões para tanto. A primeira delas decorre do fato de que a conformação desses elementos (as feições do processo seletivo) surge como resultado de todo processo concorren-

cial progresso, tanto no mercado particular em questão quanto no conjunto da economia.<sup>16</sup> A segunda razão deve-se à constatação de que as decisões privadas procuram, com frequência, alterar esses elementos a seu favor.<sup>17</sup> Entretanto, a conformação do ambiente seletivo não pode ser completamente endogeneizada, uma vez que a capacidade dos agentes em influenciar em sua conformação não é, apesar de seus esforços, ilimitada.

Reconhecemos, então, que o processo seletivo é fator determinante na orientação da inovação não apenas tecnológica, mas entendida no sentido schumpeteriano, como novos produtos, novos processos, novos mercados, novas fontes de matérias-primas e novas formas organizacionais. Não se deve depreender, daí, que esse reconhecimento equivale a adotar a perspectiva conhecida por *demand-pull*, uma vez que, como vimos, o ambiente seletivo não deve ser reduzido às preferências dos consumidores e às características da demanda.

Além disso, as características do ambiente seletivo determinam, ainda como argumenta Possas (1999), o ritmo do próprio processo seletivo. Tal ritmo é positivamente influenciado tanto pela presença nesse ambiente de organizações com estratégias agressivas (que pressio-

.....  
 16 Assim é que “o grau de concentração, a disponibilidade de insumos e seus preços, o tamanho do mercado, os padrões de linhas de produtos que vieram a se impor, as trajetórias tecnológicas trilhadas *etc.*” são fruto do processo concorrencial anterior (Possas, 1999, p. 138).

17 “Por exemplo, os gastos em propaganda com a finalidade de alterar as preferências dos consumidores, os programas de treinamento de mão-de-obra, a preparação de fornecedores. Também através de sua articulação política podem influir nas normas regulatórias ou na atuação governamental” (Possas, 1999, p. 138).

nam os concorrentes a manterem ritmos acelerados de renovação de suas posições) como pela existência de instituições governamentais de apoio à pesquisa e à inovação.

Importa dizer que o mecanismo de seleção que descrevemos opera sobre as estratégias formuladas com base nos processos de busca (das quais não é inteiramente independente), influenciando fortemente não apenas o paradigma tecnológico que irá vigir, mas também a formação da própria estrutura do mercado (pela qual também é influenciado). Desse modo, o processo de seleção possui, dentro da abordagem neo-schumpeteriana, natureza cambiante e funciona como espécie de *mecanismo de transmissão* entre as estratégias das firmas e a estrutura de mercado.

Portanto, o fato de que a dinâmica tecnológica constitui um fenômeno fundamentado em rotinas e trajetórias tecnológicas – estruturadas em processos de busca em ambientes de incerteza – leva à existência, ao mesmo tempo, da possibilidade, ou da promessa, da inovação e do risco da inércia. A promessa da inovação é a perspectiva de que mudanças mais ou menos radicais podem levar a uma evolução dos sistemas produtivos e, assim, à superação de dificuldades técnicas

e econômicas que se colocam à solução de problemas. A possibilidade da conquista de posições diferenciadas no mercado por meio da inovação garante que sempre existam organizações dispostas a fazer as apostas (investimentos) necessárias para que as promessas (de inovação) também continuem existindo. A possibilidade de que tais apostas resultem em fracassos – por um lado, graças ao fato de que os resultados técnicos e econômicos que podem advir das inovações são, em grande medida, imponderáveis e, por outro lado, em razão da própria aversão ao risco por parte de algumas organizações – pode conduzir a uma espécie de bloqueio à inovação, contribuindo para a inércia ou para a permanência das soluções tecnológicas estabelecidas.

### **3\_ Desenvolvimentos neo-schumpeterianos recentes: para além das analogias biológicas**

É preciso reconhecer, desde logo, que as bases do questionamento do uso tão difundido das analogias biológicas podem ser encontradas já há algum tempo. Freeman (1991), por exemplo, ponderando sobre as divergências entre a evolução biológica e a social, sustenta que:

*Uma dessas diferenças se refere à interação entre o ‘ambiente seletivo’ e as ‘mutações’ que emergem e sobrevivem. Outra se relaciona à natureza proposital da interação deste ambiente com os indivíduos e as instituições sociais que cultivam e desenhavam, deliberadamente, certos tipos de ‘mutação’* (Freeman, 1991, p. 217).<sup>18</sup>

Nos últimos anos, muitos neo-schumpeterianos seguiram um rumo que, por um lado, contrapõe os fenômenos econômicos da competição, inovação e crescimento a seus *análogos biológicos* e, por outro, compartilha com eles os mesmos fundamentos epistemológicos.<sup>19</sup>

Metcalf, Fonseca e Ramlogan (2000) expõem duas razões para o distanciamento do fenômeno evolutivo em Economia e em Biologia.

A primeira razão diz respeito ao fato de que, nos processos econômicos, a demarcação entre *unidades de seleção e ambientes seletivos* é mais fluida do que nos processos biológicos. O que é unidade de seleção para determinado nível de análise torna-se ambiente seletivo em outro. Quando se trata do processo concorrencial interfirmas, a unidade de seleção é a firma propriamente dita. Quando consideramos o processo de desenvolvimento interno da firma, da geração de competências e de rotinas, então a firma passa a ser o ambiente seletivo, ao passo que as

referidas competências e rotinas passam a ser as unidades de seleção.

A segunda razão está relacionada à intencionalidade dos agentes no caso da evolução dos fenômenos econômicos. Os agentes econômicos, pelo fato de serem dotados de memória e expectativas, de capacidade de introspecção e inferência, são capazes de avaliar resultados passados do processo seletivo ao qual estão sujeitos e de se antecipar a seus futuros desdobramentos. Sobretudo, como ressaltam Metcalf, Fonseca e Ramlogan (2000), esses agentes – ainda que constrangidos por sua racionalidade limitada – são capazes de agir estrategicamente, modelando a seu favor o ambiente seletivo (ou ao menos tentando fazê-lo).

É fato, portanto, que a economia neo-schumpeteriana reconheça a natureza distinta dos fenômenos evolutivos em Biologia e em Economia. Ao lado disso, porém, ela também tem reconhecido que esses dois campos do conhecimento se deparam com questões semelhantes do ponto de vista epistemológico, a partir do momento em que ambos caracterizam seu *objeto de análise* como *sistemas que evoluem* e que lançam mão de um mesmo arazzoado para elucidar o *modus operandi* do processo evolutivo subjacente a seus respectivos sistemas (biológico e econômico).

.....  
<sup>18</sup> A crítica de Edith Penrose, de 1952 *apud* Freeman (1991) ao uso de analogias biológicas pela Economia, ainda mais distante no tempo, é reputada como das mais devastadoras: ela atacou as analogias entre o crescimento de plantas (e animais) e o crescimento de firmas. Também Schumpeter, segundo lembra o autor, era contrário ao uso dessas analogias biológicas.

<sup>19</sup> Com respeito a este debate, consultar, por exemplo, Foster (2000), Metcalf, Fonseca e Ramlogan (2000) e Hodgson (2002).

Foster (2000) é um dos economistas que têm enfrentado a complexa tarefa de desvendar os caminhos do pensamento evolucionista em ambas as áreas. Tendo adentrado o debate evolucionista, tanto no campo da Biologia quanto no da Economia, o autor busca explicar o percurso do desenvolvimento recente de ambas as áreas de conhecimento. O essencial, segundo argumenta, seria desvendar “o que está por trás” do fenômeno da evolução, tanto em uma quanto em outra área.

“O que está por trás da evolução” é questão um tanto intrigante: vimos, anteriormente neste artigo, que o fenômeno da seleção age sobre uma base de variação (genes na Biologia e, digamos, competências e rotinas na Economia). O resultado do processo seletivo, entretanto, implica a redução da variedade! “*A evolução consome seu próprio combustível*” (Lewontin *apud*

Metcalfé, Fonseca e Ramlogan, 2000). Explicar a origem (e conseqüências) da diversidade torna-se, portanto, tarefa central em qualquer programa de pesquisa teórica evolucionista – biológica ou social.<sup>20</sup>

Assim, embora distinga a evolução dos sistemas biológicos da dos sistemas econômicos, Foster (2000) defende a idéia de que existe um fenômeno comum aos processos evolutivos em geral.

Para elucidar a geração de nova variedade, esse autor identificou a tendência, tanto no desenvolvimento do pensamento biológico quanto no econômico (no caso, em particular, as contribuições recentes neo-schumpeterianas), da busca de fundamentação no chamado fenômeno da auto-organização, ao qual o autor faz referência em duas situações. Em primeiro lugar, ele observa que a Biologia evolutiva – fonte das analogias

<sup>20</sup> Seria desnecessário dizer – e ademais já o fizemos anteriormente – que a consideração das relações entre diversidade e seleção não é alheia à tradição neo-schumpeteriana. É interessante lembrar com o auxílio de Possas (1988) que, nessa tradição, a diversidade assume diferentes aspectos: “Uma primeira manifestação, de caráter essencialmente

técnico, consiste nas assimetrias tecnológicas entre as firmas de uma indústria. Trata-se das diferenças entre firmas que dizem respeito à capacidade tecnológica para inovar; aos distintos graus de sucesso na adoção e desenvolvimento de inovações de produtos e processos; e às estruturas de custo. [...] Um segundo aspecto importante relativo às fontes de

diversidade de origem técnico-econômica entre firmas refere-se à *variedade* tecnológica, entendida como diferenças não necessariamente hierarquizáveis, como no caso anterior, mas que correspondem a especificidades da acumulação de conhecimentos tecnológicos, ao uso de insumos e à linha de produtos das firmas. Finalmente, o

terceiro aspecto consiste nas diferenças de procedimentos e critérios da firma em face dos processos de decisão quanto a preços, investimento – especialmente em P&D, em quantidade e qualidade – e às rotinas básicas em que se traduz a estratégia da firma, a *diversidade comportamental*, em suma” (Possas, 1996 p. 169).

.....  
 21 Note-se, conforme explica Georgescu-Roegen (1995), que um sistema é dito “aberto” se ele pode trocar matéria e energia com seu ambiente. Ao contrário dos sistemas fechados, em que o grau de entropia apenas pode crescer ao longo do tempo, nos sistemas abertos (particularmente nos sistemas vivos – ou biológicos – estudados particularmente por I. Prigogine) a entropia pode decrescer. Embora reconheça o interesse do estudo desses sistemas, o autor adverte que a aplicação do conhecimento sobre esses sistemas às questões econômicas deva ser “extremamente prudente” (Georgescu-Roegen, 1995, p. 155).

selecionistas da economia neo-schumpeteriana – abraça a noção de auto-organização como um dos elementos de explicação da evolução ordenada dos sistemas vivos e da própria geração de variedade. Como decorrência, o autor pondera que a incorporação do raciocínio evolutivo pela Economia deve considerar, logicamente, as implicações desse fenômeno para sua própria teorização evolucionista – sem que isso signifique sujeição à nova analogia biológica. Em segundo lugar, o autor defende que a visão do próprio Schumpeter é portadora de elementos compatíveis com uma abordagem auto-organizadora especificamente econômica, cujo pleno desenvolvimento é um desafio aberto à economia neo-schumpeteriana.

Vamos abordar essas duas situações nas próximas subseções.

### 3.1\_ Auto-organização e variedade na Biologia evolutiva

A primeira situação, como já mencionamos, é a consideração do fenômeno da *auto-organização* como elemento de explicação do processo evolutivo biológico.

Para um economista, compreender os caminhos trilhados pelo pensamento evolucionista em Biologia pode parecer uma tarefa assustadora, o que

Foster (2000) reconhece de pronto, mas ela pode nos auxiliar em parte – assegura ele – a esclarecer os passos que a economia neo-schumpeteriana pode dar num futuro próximo.

O autor adverte que o evolucionismo biológico (neo-darwinista) se apegou, durante grande parte do século XX, à noção newtoniana de equilíbrio. Enquanto a Química e a Física (a termodinâmica, em particular) se lançavam ao estudo dos sistemas abertos e suas propriedades, caracterizados por estruturas dissipativas, que se distanciam de situações referidas como equilíbrio (newtoniano), os neodarwinistas relutavam em abandonar essa noção de equilíbrio.<sup>21</sup>

Nesse sentido, Foster (2000) argumenta que os neodarwinistas continuaram por muito tempo apegados àquela idéia de equilíbrio, mesmo depois de o biólogo Ronald Fisher ter remodelado a idéia de seleção natural na década de 1930, abandonando a idéia de equilíbrio newtoniano de *balanço de forças* em favor de uma redefinição termodinâmica de equilíbrio como *estado em que todas as mudanças estruturais cessam* (propondo a *maximização da adaptação* como referência ao *estado de entropia máxima*, da termodinâmica).

Uma das razões desse apego poderia ser atribuída, de acordo com Foster

(2000), a uma espécie de *obstáculo epistemológico*, caracterizado pelo fato de que os neodarwinistas se dedicavam, tradicionalmente, à análise dos resultados da seleção (por exemplo, quanto a seus aspectos morfológicos e funcionais) e não propriamente do processo seletivo e, sobretudo, não se debruçavam sobre a questão da diversidade genética. Um tanto ironicamente, o autor sugere que a aceitação da necessidade de examinar essa questão:

*“Moveria a biologia de maneira ameaçadora dos botânicos e zoólogos para os geneticistas, numa diferente tradição científica”* (Foster, 2000, p. 315, grifo nosso).

O olhar de botânicos e zoólogos, dirigido para o estudo dos resultados do processo seletivo, como por meio da análise da morfologia e das funções dos seres vivos (inclusive com suas preocupações taxonômicas), ilustra bem o que o autor chama de *obstáculo epistemológico*: trata-se de investigar o fruto do processo evolutivo e não seus condicionantes. Mas, ao fazerem esse tipo de estudo, os biólogos tocam numa questão fundamental: a *ordem* que emerge do processo evolutivo.

Em seu livro intitulado *L'ordre biologique*, A. Lwoff escreveu:

*Um certo aspecto da ordem é o arranjo determinado presente na constituição exis-*

*tente das coisas. A ordem pode ser considerada como uma seqüência, ou uma sucessão, no espaço e no tempo. A ordem biológica é tudo isso e, mais especialmente, uma seqüência no espaço e no tempo* (Lwoff *apud* Babloyantz e Goldbeter, 1985, p. 1178).

É precisamente essa ordem que permeia a idéia de evolução na Biologia, uma vez que está associada a um crescimento na organização dos sistemas vivos e na formação de estruturas progressivamente mais complexas.

No desenvolvimento da Biologia evolutiva, um problema, que por certo tempo não encontrou solução, consistia em tornar a emergência da *ordem* observada compatível com as grandes leis da Física, em particular às leis da termodinâmica, que prevêm que um sistema isolado (fechado) caminha no tempo rumo à *desordem* (alta entropia). Pensou-se, por isso, durante algum tempo, que a vida – a organização biológica – não poderia ser descrita a partir das leis da Física.

Ora, um sistema vivo não é isolado: ele constitui um sistema aberto e, atualmente, grande parte dos biólogos consideram que basta aplicar as referidas leis físicas ao conjunto *ambiente mais organismo*, de modo que:

*[...] a idéia de que a vida pudesse violar uma lei natural não tem lugar na ciência.*

*Ao contrário, como se notou [...] recentemente na exposição notável d'Erwin Schrödinger [...], a vida parece escapar à degradação entrópica à qual é submetida a matéria inerte. Na realidade, todo organismo vivo se esforça incessantemente em compensar sua própria degradação entrópica contínua assimilando a baixa entropia e expulsando a alta entropia* (Georgescu-Roegen, 1995, p. 84).

Trata-se aqui das chamadas *estruturas dissipativas* a que nos referimos mais acima, que caracterizam sistemas abertos e que têm certa capacidade de transferir ou exportar sua degeneração entrópica para seu ambiente: absorvendo matéria e energia na forma química de baixa entropia (alimentos) e liberando matéria e energia na forma de alta entropia (resíduos e calor). Operando dessa forma, tais estruturas podem contribuir para estabelecer a ordem biológica que se manifesta espacial e temporalmente. Mas como essa ordem se estabeleceria?

O exame do avanço recente do pensamento evolucionista em Biologia permitiu a Foster (2000) identificar a tendência dessa ciência a integrar o conceito de *auto-organização* à noção de *seleção natural* para definir uma nova Biologia Evolutiva. Nenhum dos dois conceitos explicaria *per se* o fenômeno da evolução em Biologia.<sup>22</sup> Enquanto a *auto-organiza-*

*ção* explicaria o *moto interno* da geração da diversidade, a *seleção natural* explicaria sua redução e ambos os processos são considerados, desde logo, não estanques.

Os fenômenos de auto-organização mais comuns citados em estudos de Biologia nesse campo incluem, de um lado, o aparecimento de múltiplos estados estacionários e, de outro, a evolução rumo a um regime de oscilações que se retroalimentam, correspondentes a um ciclo em torno de um estado estacionário instável. São incontáveis os exemplos da Biologia para esse fenômeno de auto-organização, envolvendo fenômenos tão diversos quanto o ciclo da glicólise, a agregação de formas unicelulares sociais, a regulação genética e a embriogênese (diferenciação de organismos pluricelulares). São todos fenômenos rítmicos que podem ser interpretados como aparição de uma ordem temporal sob a forma de oscilações que se retroalimentam.<sup>23</sup>

Em meados dos anos 1990, os estudiosos da evolução biológica começaram, de acordo com o autor, a compreender que a auto-organização é mais do que um processo energético no domínio biológico, envolvendo também a aquisição e o processamento de informação que gera o *novo*: a variedade sobre a qual a seleção competitiva opera. O *processo de auto-orga-*

.....  
<sup>22</sup> Embora compreendamos que esta concepção esteja suficientemente clara no texto de Foster (2000), não parece ser esta a leitura de Hodgson (2002), que abraça o Darwinismo como uma “metateoria universal”, dentro da qual todas as teorias evolutivas deveriam se aninhar.

<sup>23</sup> A análise de processos de auto-organização temporal recentemente lança luz sobre a possibilidade de oscilações biológicas (e físico-químicas) não periódicas. Esse tipo de comportamento dos sistemas abertos possui caráter aleatório e, por essa razão, é denominado “caos”.

nização de um sistema se caracteriza por crescimento e oscilação (não linear) e, ainda, pela criação de uma complexidade organizada. O fenômeno do desenvolvimento (i. e., geração de variedade) e o de seleção seriam, assim, processos históricos sobrepostos (*overlapping historical processes*).

Em suma, os sistemas vivos têm capacidade muito pronunciada de estocar informações e de adaptar seu comportamento em virtude de estímulos recebidos do ambiente, fato que os torna aptos a se desenvolver e a sobreviver. Dentre as manifestações mais corriqueiras, existem os ritmos inatos de periodicidade diversa, além da gênese de formas espaciais quando do desenvolvimento embrionário. Em Ecologia e em Genética, as aplicações são inúmeras. A modelização matemática, objeto de esforço concentrado nos últimos anos, envolve o recurso aos fundamentos da análise dinâmica, com o uso do cálculo diferencial não linear.

### **3.2\_ Auto-organização e variedade especificamente econômicas: a intuição de Schumpeter**

A segunda situação à qual Foster (2000) faz referência é, como já dissemos, a existência de uma abordagem auto-organizadora especificamente econômica, que o autor advoga já estar presente, ainda que intuitivamente, nos escritos de

Schumpeter. Nesse sentido, o autor pergunta a si mesmo se:

*Poderia ser o caso que, de um modo algo intuitivo, ele tivesse chegado a compreender o caráter auto-organizador dos processos evolutivos, em um cenário econômico, mesmo antes que os processos de auto-organização fossem reconhecidos na física, química e biologia?* (Foster, 2000, p. 318)

Depois de mergulhar em alguns escritos sobre a auto-organização nas Ciências Naturais, uma tal questão pode parecer admirável. Entretanto, mais do que uma questão curiosa, essa é a tese do autor.

Para que não fiquemos exageradamente surpresos com essa tese, é conveniente ressaltar o sentido ontológico da integração da noção de auto-organização pelas Ciências Naturais (Física, Química e Biologia) e pela Economia (e eventualmente por outras Ciências Humanas): a origem dessa integração reside no fato de que a auto-organização é propriedade pertinente aos sistemas dissipativos *em geral*. Não se trata, pois, de uma nova analogia – seja com a Biologia, seja dessa vez com a termodinâmica. É nesse sentido que é possível pensar em uma auto-organização especificamente econômica. E a tese de Foster (2000) consiste na idéia de que Schumpeter tinha forte intuição a esse respeito.

Nos parágrafos abaixo, reproduziremos algumas citações da obra de Schumpeter, *indicadas por Foster (2000)*, que nos auxiliam a conhecer sua tese. Enfatizaremos alguns pontos da argumentação do autor nos quais ele procura evidenciar a intuição de Schumpeter sobre o caráter auto-organizador da evolução econômica:

- \_ a noção de organização;
- \_ a idéia de que a organização é gerada internamente;
- \_ a distinção entre crescimento e desenvolvimento;
- \_ a negação da análise estática;
- \_ o abandono da idéia de equilíbrio newtoniano;
- \_ a identificação da evolução econômica com um processo no qual o equilíbrio está ausente.

Em primeiro lugar, vejamos a noção de organização abraçada por Schumpeter: “*O desenvolvimento, no sentido que lhe damos, é definido [...] pela realização de novas combinações*” (Schumpeter, 1988, p. 48).

Se aceitamos que a idéia de desenvolvimento de Schumpeter está associada à evolução do sistema capitalista, com a emergência progressiva de formas técnicas e organizacionais mais sofisticadas ou complexas, temos um primeiro vínculo com a noção de auto-organização.

Em segundo lugar, notemos que a organização assim concebida por Schumpeter é, de acordo com sua visão, gerada internamente (lembramos que a idéia de auto-organização se refere ao surgimento de uma *ordem* com base em mecanismos *internos* ao sistema):

*“Entenderemos por ‘desenvolvimento’, portanto, apenas as mudanças da vida econômica que não lhe forem impostas de fora, mas que surjam de dentro, por sua própria iniciativa”* (Schumpeter, 1988, p. 47).

Em terceiro lugar, note-se que Schumpeter distingue crescimento de desenvolvimento:

*“[...] desenvolvimento consiste primariamente em empregar os recursos existentes de maneiras diferentes, em fazer novas coisas com eles, independentemente se aqueles recursos cresçam ou não”* (Schumpeter, 1988, p. 50).

Em quarto lugar, Schumpeter nega a utilidade da análise estática para a compreensão de processos evolutivos:

*“[A] análise estática não é apenas incapaz de prever as conseqüências das mudanças descontínuas na maneira tradicional de fazer as coisas; não pode explicar a ocorrência de tais revoluções produtivas nem os fenômenos que as acompanham”* (Schumpeter, 1988, p. 46).

Certamente, as restrições que Schumpeter atribui à análise estática se coadunam com seu questionamento da noção walrasiana (newtoniana) de equilíbrio, explicitada, entre outros momentos, quando (finalmente, em quinto lugar em nossa exposição) Schumpeter identifica a evolução econômica com um processo em que o equilíbrio está ausente:

*O desenvolvimento, no sentido em que o tomamos, é um fenômeno distinto, inteiramente estranho ao que pode ser observado no fluxo circular ou na tendência para o equilíbrio. É uma mudança espontânea e descontínua nos canais do fluxo, perturbação do equilíbrio, que altera e desloca para sempre o estado de equilíbrio previamente existente* (Schumpeter, 1988, p. 47).

Ou ainda:

*[...] o que estamos prestes a considerar é o tipo de mudança que emerge de dentro do sistema que desloca de tal modo o seu ponto de equilíbrio que o novo não pode ser alcançado a partir do antigo mediante passos infinitesimais. Adicione sucessivamente quantas diligências quiser, com isso nunca terá uma estrada de ferro* (Schumpeter, 1988, p. 47).

Resta ainda dizer que se o fenômeno da auto-organização, como vimos

na subseção anterior, caracteriza-se por oscilações periódicas, essas também estão presentes na análise de Schumpeter, na forma dos ciclos dos negócios.

Em suma, Foster (2000) sustenta que a intuição de Schumpeter sobre o caráter auto-organizador da evolução econômica é compreendida a partir do momento em que o autor abandona sua referência *didática* ao equilíbrio geral estático walrasiano e demonstra que processos de mudança evolutiva sem equilíbrio são a norma na vida econômica e que há oscilações em torno das trajetórias históricas não lineares geradas por esses processos. Nas palavras de Schumpeter:

*[...] assim, nossa posição pode ser caracterizada por três pares correspondentes de oposições. Primeiramente, pela oposição de dois processos reais: o fluxo circular ou a tendência para o equilíbrio, por um lado, uma mudança dos canais da rotina econômica ou uma mudança espontânea nos dados econômicos que emergem de dentro do sistema, por outro. Em segundo lugar, pela oposição de dois aparatos teóricos: o estático e o dinâmico. Em terceiro lugar, pela oposição de dois tipos de conduta, que, seguindo a realidade, podemos descrever como dois tipos de indivíduos: os meros administradores e os empresários* (Schumpeter, 1988, p. 58-59).

#### 4\_ Comentários finais

As reflexões desenvolvidas neste artigo dizem respeito à construção teórica da abordagem neo-schumpeteriana sobre as mudanças técnica e econômica. Para a compreensão dos caminhos do pensamento econômico nesta abordagem teórica, partimos de uma discussão sobre a tríade conceitual neo-schumpeteriana que se constrói em analogia aos conceitos da Biologia (hereditariedade-variação-seleção) para identificar, a seguir, alguns desenvolvimentos recentes que incorporam a idéia de *auto-organização*.

A incorporação da noção de *auto-organização* pela economia neo-schumpeteriana é coerente com a crítica dessa corrente de análise econômica ao mecanicismo newtoniano característico das análises de equilíbrio geral walrasiano. Nesse sentido, trata-se de um enfoque epistemológico radicalmente diferente das análises do funcionamento dos sistemas econômicos pelo *mainstream*.

É provável que exista uma complementaridade entre o uso de analogias biológicas e o recurso à idéia de sistemas auto-organizadores pela economia neo-schumpeteriana.

Até o momento, as analogias biológicas – empregadas mais como *referência heurística do que como camisa de força* (Pos-

sas, 1988, p. 173) – ofereceram ao longo de muitos anos (e, em muitos casos, ainda têm oferecido) *insights* para a interpretação do fenômeno da evolução de sistemas complexos (tais como são os casos tanto na Biologia como na Economia). Assim, essas analogias talvez continuem a ter um papel a representar enquanto não se tenha uma estrutura teórica própria, bem definida, da teoria econômica neo-schumpeteriana.

A possibilidade de interação entre o conceito de sistemas auto-organizadores e a tríade conceitual neo-schumpeteriana tem levado alguns economistas a propor sugestões para a agenda de pesquisas da economia neo-schumpeteriana. Metcalfe, Fonseca e Ramlogan (2000) sugerem, nessa direção, que:

*“os frutos da interação entre essas diferentes abordagens permanecem por ser elaborados, [...] presumindo que o estudo dos temas do crescimento, inovação e competição proverá uma lente apropriada para tanto”* (Metcalfe, Fonseca e Ramlogan, 2000, p. 14).

Se essa observação deixa entrever questões positivas relevantes para a pauta de pesquisa neo-schumpeteriana, não menos importantes são suas derivações normativas: embora a existência de sistemas tecnológicos e a eventualidade da observação de fenômenos de continui-

dade possam dificultar a possibilidade de ruptura ou de introdução de uma nova tecnologia (considerada socialmente desejável, por exemplo), tais sistemas podem, como observa Silverberg (*apud* Freeman, 1991), reorganizar-se em função, por exemplo, da ação de políticas públicas:

*Nós não estamos sempre livres para fazer o que queremos porque o restante do sistema pode reagir de forma bastante conservadora [auto-preservadora], ou de maneira contra-intuitivamente desastrosa. Por outro lado, mudanças aplicadas de maneira muito astuta por um agente apropriadamente situado, tal como o governo, os movimentos sociais etc., podem conseguir desencadear uma reorganização completa e autopropagadora do sistema rumo a um estado inequivocamente mais favorável, o qual poderia não ser atingido por agentes seguindo suas próprias rotinas* (Silverberg *apud* Freeman, 1991, p. 227).

Tendo em mente esse desafio às possibilidades de intervenção, concebidas com base em uma perspectiva teórica heterodoxa, gostaríamos de pontuar duas implicações da consideração do fenômeno da auto-organização para a agenda de pesquisas da economia neo-schumpeteriana. A primeira diz respeito às possibilidades de formalização da análise neo-schumpeteriana, enquanto a segunda (que não é desvinculada da primeira, mas que certamente

é bastante desafiadora à análise prospectiva neo-schumpeteriana) está associada ao poder de predição de tais modelos.

Em primeiro lugar, o tratamento dos processos econômicos como fenômenos evolutivos e auto-organizadores possibilita, segundo Foster (2000), o uso de ferramentas matemáticas – sobretudo a aplicação do cálculo diferencial não linear, mas também o arsenal de instrumentos dos jogos evolucionários<sup>24</sup> – e, portanto, de maior formalização da economia neo-schumpeteriana.<sup>25</sup> Essas ferramentas permitiriam o tratamento de sistemas complexos, não lineares, pelo relaxamento da hipótese da existência de um (ou vários) equilíbrio(s) no fenômeno analisado, possibilidade apontada, entre outros por Foster (2000), Metcalfe, Fonseca e Ramlogan (2000) e Possas (1988), que identifica, nesse sentido, os

<sup>24</sup> Consultar Prado (1999) para a apresentação de um modelo de jogos evolucionários em que tecnologias competem por uma parcela de mercado, incorporando fenômenos como a sensibilidade dos resultados às condições iniciais, da *path dependecy* dos efeitos de *lock-in*.

<sup>25</sup> É conveniente ressaltar que, ainda segundo Foster (2000), a adequação da Matemática para representar processos evolutivos é tema de um debate ainda aberto, com posições muito distantes de quaisquer consensos, no campo da Biologia. Pode-se esperar igualmente, segundo o autor, amplos debates a esse respeito também na Economia.

trabalhos de neo-schumpeterianos como Silverberg, Dosi e Orsenigo (1988).

Nota-se então que, ao lado das observações de Foster (2000) sobre a presença intuitiva da noção de auto-organização nos escritos de Schumpeter, essa noção tem recentemente se tornado objeto de esforço teórico e, de maneira notável, de desenvolvimento formal por parte de autores neo-schumpeterianos.<sup>26</sup>

Podemos dizer que, apesar das diferenças internas na corrente neo-schumpeteriana, os conceitos, métodos e resultados da modelagem da dinâmica econômica e industrial evidenciam uma compreensão geral que inclui mecanismos de transmissão e retroalimentação entre estratégias e estrutura, criação de diversidade econômica e tecnológica e processos de seleção. Esse desenvolvimento formal na tradição neo-schumpeteriana se deu como consequência de um refinamento de versões discursivas de modelos neo-schumpeterianos via *flow-charts* até modelos formais computadorizados, com as referidas incorporações da análise dinâmica e dos jogos evolucionários. Uma perspectiva de aplicação desses modelos é o estudo do desenvolvimento tecnológico e da evolução de estruturas industriais.

Em segundo lugar, a idéia de se empregar o conceito de *auto-organização* para que se compreenda a evolução dos sistemas econômicos reforça a perspectiva do desenvolvimento de um paradigma microeconômico dinâmico, como já afirmou Possas (1988), que se coloque, ao mesmo tempo, como alternativo ao *mainstream* e que não desabe na proposição da indeterminação total. Ao permitir a concepção de que os processos competitivos – embora sejam esses necessariamente abertos (*open-ended*) e estejam envoltos em ambiente de incerteza não-probabilística – sejam caracterizados pela emergência de *ordem* ou regularidade, a possibilidade de que tais modelos (caso venham a comprovar sua capacidade analítico-positiva) venham a ter poder prospectivo (de predição) surge como perspectiva a ser explorada. Desenvolvimentos são aguardados nesse campo.

Não deixam de ser reconfortantes essas implicações, uma vez que:

*“Abandonar a busca por regularidades [...] envolveria também o abandono da tentativa de construir qualquer teoria”*

(Dosi, 1984, p. 105).

.....  
<sup>26</sup> O leitor interessado nessas questões pode consultar: Silverberg (1994; 1988).

## Referências bibliográficas

- BABLOYANTZ, A.; GOLDBETER, A. Thermodynamique et biologie. In: *Encyclopaedia Universalis*. Malesherbes: Maury, 1985.
- BOULDING, K. *Evolutionary economics*. Beverly Hills-London: Sage Publ., 1981.
- DAVID, P. Clio and the economics of QWERTY. *American Economic Review AEA Papers and Proceedings*, v. 75, p. 332-337, 1985.
- DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, v. 11, p. 147-162, 1982.
- DOSI, G. *Technical change and industrial transformation: the theory and an application to the semiconductor industry*. London: MacMillan, 1984.
- DOSI, G. Sources, procedures and microeconomic effects of innovation. *Journal of Economic Literature*, v. 26, n. 3, p. 1120-1171, 1988.
- FOSS, N. J. Evolutionary economics and the theory of the firm: assessments and proposals for research. In: Reijnders, J. (Ed.). *Economics and evolution*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing, 1996.
- FOSTER, J. Competitive selection, self-organization and Joseph A. Schumpeter. *Journal of Evolutionary Economics*, v. 10, p. 311-328, 2000.
- FREEMAN, C. *The economics of industrial transformation*. London: Pinter Publ., 1982.
- FREEMAN, C. Innovation, changes of techno-economic paradigm and biological analogies in economics. *Revue Économique*, v. 2, p. 211-232, 1991.
- GEORGESCU-HOEGEN, N. *La décroissance: entropie, écologie, économie*. Paris: Sang de la Terre, 1995.
- HODGSON, G. M. Darwinism in economics: from analogy to ontology. *Journal of Evolutionary Economics*, v. 12, n. 3, p. 259-281, 2002.
- KEMP, R. *Environmental policy and technical change: a comparison of the technological impact of policy instruments*. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 1997.
- KOENIG, G. *Les théories de la firme*. Paris: Economica, 1993.
- MENARD, C. *L'économie des organisations*. Paris: La Découverte, 1997.
- METCALFE, J. S.; FONSECA, M. D.; RAMLOGAN, R. *Innovation, growth and competition: evolving complexity or complex evolution*. University of Warwick, UK. p. 19-20, Sept. 2000. (Paper prepared for the Complexity and Complex Systems in Industry Conference).
- NELSON, R. R.; WINTER, S. G. In search of useful theory of innovation. *Research Policy*, v. 6, p. 36-76, 1977.
- NELSON, R. R.; WINTER, S. G. *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge: Bellknap Press, 1982.
- PENROSE, Edith. *The theory of the growth of the firm*. Oxford: Basil Blackwell, 1959.
- POSSAS, M. L. Em direção a um paradigma microdinâmico: a abordagem neo-schumpeteriana. In: AMADEO, E. (Org.). *Ensaio sobre economia política moderna: teoria e história do pensamento econômico*. São Paulo: Marco Zero, 1988.
- POSSAS, M. S. *Notas acerca da lógica de decisão e de expansão da firma capitalista*. Campinas: IE/Unicamp, 1995. (Texto para Discussão, n. 52).
- POSSAS, M. S. *Concorrência e competitividade: notas sobre estratégia e dinâmica seletiva na economia capitalista*. São Paulo: Hucitec, 1999.
- PRADO, E. F. S. Sobrevivência de tecnologias em jogos evolucionários. *Nova Economia*, v. 9, p. 2, p. 117-133, 1999.
- ROSENBERG, N. *Perspectives on technology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1976.
- ROSENBERG, N. *Inside the black box: technology and economics*. Cambridge: Cambridge University Press, 1982.
- SCHUMPETER, J. A. *Capitalismo, socialismo e democracia*. Rio de Janeiro: Zahar, 1984.

SCHUMPETER, J. A. *Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico*. São Paulo: Nova Cultural, 1988.

SILVERBERG, G. Formal models of economic evolution. In: Hodgson, G. M.; Samuels, W. J.; Tool, M. R. (Eds.). *The Elgar Companion to Institutional and Evolutionary Economics*. Elgar, Aldershot, 1994. p. 213-218.

SILVERBERG, G. Modelling economic dynamics and technical change: mathematical approaches to self-organization and evolution. In: DOSI, G. et al. (Eds.) *Technical change and economic theory*. London: Pinter Publ., 1988. p. 5331-5559.

SILVERBERG, G.; Dosi, G.; Orsenigo, L. Innovation, diversity and diffusion: a self-organising model. *Economic Journal*, n. 98, p. 1032-54, 1988.

UTTERBACK, J. *Dominando a dinâmica da inovação*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996.

WILLINGER, M.; ZUSCOVITCH, E. Efficiency, irreversibilités et constitution des technologies. *Revue d'Economie Industrielle*, v. 65, p. 7-22, 1993.

· · · · ·  
 · Este artigo foi escrito com base ·  
 · em reflexões conduzidas, em ·  
 · parte, durante a estada dos ·  
 · autores no Bureau d'Économie ·  
 · Théorique et Appliquée ·  
 · (Université Louis Pasteur, ·  
 · Estrasburgo, França). ·  
 · Os autores agradecem à Prof.<sup>a</sup> ·  
 · Dr.<sup>a</sup> Ana Maria Fontenele ·  
 · (CAEN/UFC), pelos ·  
 · comentários durante o VII ·  
 · Encontro Nacional de ·  
 · Economia Política, no qual ·  
 · uma primeira versão deste ·  
 · artigo foi apresentada. ·  
 · Imprecisões e omissões eventuais ·  
 · são de responsabilidade ·  
 · exclusiva dos autores. ·  
 · · · · ·

· **E-mail de contato dos autores:** ·

· rosanacorazza@uol.com.br ·  
 · fracalan@eco.unicamp.br ·  
 · · · · ·