

# Complexidade e Desenvolvimento

**Benedito Silva Neto<sup>1</sup>**

## Resumo

---

Este artigo tem o objetivo de analisar algumas contribuições da abordagem da complexidade para os estudos sobre o desenvolvimento. O pressuposto nele adotado é que tais contribuições derivam do entendimento da abordagem da complexidade sob dois pontos de vista distintos. O primeiro é o da complexidade enquanto um novo paradigma científico. O segundo ponto de vista é o da complexidade entendida como uma teoria científica. A análise da literatura efetuada evidencia a importância dada por vários autores à abordagem da complexidade enquanto um novo paradigma científico, inclusive para os estudos sobre o desenvolvimento. Por outro lado, de um ponto de vista teórico, a literatura analisada no artigo indica que os resultados das pesquisas sobre a complexidade ainda são bastante genéricos.

**Palavras-chave:** complexidade, paradigmas do desenvolvimento, teorias do desenvolvimento.

## Abstract

---

The paper has the objective of analyzing some contributions of the complexity approach for the studies on the development. The presupposition in him adopted is that such contributions derive of the understanding of the complexity approach under two different point of view. The first is it of the complexity while a new scientific paradigm. The second point of view is it of the complexity as a scientific theory. The analysis of the literature evidences the importance given by several authors to the complexity approach while a new scientific paradigm, besides for the studies on the development. On the other hand, of a theoretical point of view, the literature analyzed in the paper indicates that the results of the researches about the complexity are still quite generic.

**Keywords:** complexity, development paradigms, development theories.

---

<sup>1</sup> Doutor em Desenvolvimento Agrícola pelo INA-PG/França e professor do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento, Gestão e Cidadania. Professor do Departamento de Estudos Agrários da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Unijuí) (bsneto@unijuí.tche.br).

## Introdução

A noção de complexidade tem sido considerada por vários autores como uma nova forma de se “fazer ciência”. Assim, a abordagem da complexidade vem se constituindo em um corpo coerente de idéias, teorias e métodos abrangendo disciplinas de praticamente todos os campos do saber. Embora caracteristicamente a abordagem da complexidade apresente um alto grau de formalidade matemática, um dos seus aspectos essenciais é a insistência na dificuldade de se prever o comportamento de certos sistemas (os sistemas complexos) na medida em que os procedimentos usualmente adotados nas Ciências Exatas (regressões, lei dos grandes números, deduções a partir da análise de algumas poucas variáveis, etc.) não são capazes de analisá-los adequadamente. Nesse sentido, embora utilize ferramentas computacionais pouco comuns nas Ciências Sociais, a abordagem da complexidade apresenta uma grande convergência com abordagens históricas e sociológicas que enfatizam os aspectos circunstanciais e, até certo ponto, imprevisíveis do comportamento da sociedade. Isso levou alguns autores, numa obra que hoje se tornou um clássico da literatura sobre este tema, a considerar que a abordagem da complexidade, mais até do que um novo paradigma científico, pode se constituir em uma “nova aliança” entre a ciência e as aspirações mais prementes das sociedades contemporâneas (Prigogine; Stengers, 1986). Assim, a necessidade da aplicação da abordagem da complexidade à análise do desenvolvimento tem sido bastante enfatizada proporcionando interpretações originais e bastante sugestivas em relação à formulação de políticas (Rihani; Geyer, 2001; Rihani, 2002a, 2002b).

Este artigo tem o objetivo de analisar algumas contribuições da abordagem da complexidade para os estudos sobre o desenvolvimento a partir de uma revisão da literatura disponível sobre este tema. O pressuposto nele adotado é que tais contribuições derivam do entendimento da abordagem da complexidade sob dois pontos de vista fundamentalmente distintos. O primeiro, analisado na primeira parte do artigo, é

o da complexidade enquanto um novo paradigma científico. Sob esta ótica a complexidade seria muito mais um pressuposto que, ao ser adotado pela comunidade científica, proporcionaria um quadro analítico (“framework”) muito mais produtivo cientificamente do que o paradigma atualmente em vigor. O segundo ponto de vista, analisado na segunda parte do artigo, é o da complexidade como uma teoria científica. Segundo esta ótica, a adoção da complexidade depende das evidências científicas da sua pertinência em cada campo científico específico, sendo a sua generalização como um paradigma algo inoportuno ou, pelo menos, prematuro. A partir destes dois pontos de vista, na terceira parte do artigo são analisadas algumas implicações da abordagem da complexidade sobre os estudos do desenvolvimento, assim como a respeito da elaboração de políticas que procuram dar suporte à sua promoção.

## **A complexidade como um novo paradigma científico**

Vários autores têm defendido que a adoção da abordagem da complexidade implica, acima de tudo, uma forma completamente nova de compreender e fazer ciência, o que justifica a sua interpretação como um novo paradigma científico, no sentido dado a este termo por Kuhn, 1982; Attali, 1981; Prigogine; Stengers, 1986; Rihani, 2002b; Goodwin, 2001. Uma análise interessante da noção de complexidade, sob este ponto de vista, é a efetuada por Attali (1981) sobre o desenvolvimento da economia, a qual entendemos que pode ser estendida, de maneira geral, ao conjunto das ciências. Segundo este autor, o desenvolvimento da economia pode ser caracterizado a partir de três paradigmas.

O “paradigma da regulação”, inspirado na Física newtoniana, enfatiza a propensão dos sistemas econômicos de funcionarem segundo uma tendência ao equilíbrio, no qual todos os recursos disponíveis ten-

deriam a ser utilizados no seu nível ótimo, isto é, de forma a gerar o maior produto e bem-estar possíveis. Assim, os teóricos desta vertente, ainda amplamente hegemônica no pensamento econômico, atribuem uma grande importância à demonstração formal da existência, da unicidade e do caráter otimizador do equilíbrio econômico. Dessa forma, tal paradigma, característico da Economia Neoclássica, se articula em torno da noção de equilíbrio, atribuindo à sociedade as mesmas propriedades inerciais previstas pela Física Clássica em sistemas físicos como o movimento dos planetas e o pêndulo dos relógios, desde que seus mecanismos pudessem funcionar “livremente” (isto é, sem influências externas, como a intervenção do Estado).

O segundo paradigma discutido por Attali (1981) é o que ele chama de “paradigma da produção”, denominação que se justifica talvez pela insistência dos autores que o compartilham em focar prioritariamente os problemas relacionados à acumulação de riquezas materiais. Segundo este paradigma, a característica essencial da economia é a sua tendência a uma crescente desordem que a levaria a uma inexorável decadência. Sendo assim, este paradigma, característico da economia marxista e de boa parte das teorias do desenvolvimento, embora também inspirado na Física, articula-se em torno da noção de entropia interpretando o comportamento da sociedade tal como um motor à combustão cuja produção de trabalho ocorre com uma grande perda de energia na forma de calor, a qual é crescente com o desgaste dos seus mecanismos.

Por fim Attali (1981) afirma que há um novo paradigma em ascensão, o qual denomina “paradigma da organização”. Uma de suas características é que ele não se constitui em uma negação em relação aos anteriores, mas em uma síntese. Assim, segundo o autor, “regulação” e “produção” são momentos de um fenômeno mais amplo, o da organização, o qual pode se manifestar como equilíbrio ou decadência, inércia ou entropia, dependendo das condições. A noção central que articula este paradigma é a da complexidade, na medida em que esta tem

orientado estudos, inclusive mediante procedimentos formais, como será visto mais adiante, que indicam que a tendência ao equilíbrio ou a um comportamento caótico pode corresponder apenas a diferentes “fases” de um sistema. Por outro lado, é importante salientar que a própria noção de “ordem” e, conseqüentemente, de “desordem” tende a ser questionada pelo novo paradigma. Isto ocorre porque pode haver uma ordem “oculta” no comportamento aparentemente desordenado de certos sistemas. Nestes casos, sequer é possível falar em “tendência” no sentido usual da palavra, pois tais sistemas efetivamente não tendem a apresentar qualquer comportamento regular, de equilíbrio ou não, mas apenas em “atração estranha” (em oposição à “atração simples” representada por uma tendência), uma vez que tais sistemas têm um comportamento que, embora possa ser delimitado, não pode ser seqüencialmente previsto.

Um aspecto interessante da visão de Attali (1981) na abordagem da complexidade como paradigma científico é que, segundo este autor, a noção de complexidade não necessariamente nega a validade das noções sobre as quais os demais paradigmas estão baseados, considerando-as apenas como casos particulares de um conjunto muito mais amplo. Tal visão do paradigma da complexidade, contudo, não é compartilhada por outros autores, como Rihani (2002b), que sustentam que o paradigma da complexidade, especialmente quando relacionado ao desenvolvimento, estaria fundamentalmente em oposição aos demais paradigmas. Evidentemente, enquanto paradigma a complexidade não pode ser testada no sentido de corroborar ou infirmar uma ou outra visão sobre a sua relação com outros paradigmas. Nesse sentido, o que se pode discutir é qual destas visões pode ser mais conveniente para a orientação das pesquisas sobre o desenvolvimento. De um ponto de vista teórico, no entanto, é possível analisar resultados de pesquisa que apontem para o interesse de uma ou outra interpretação, sendo esta uma das questões que serão discutidas na próxima seção.

## A complexidade como uma teoria científica

Horgan (1999), em um capítulo em que discute o potencial da complexidade para contribuir como uma alternativa às crescentes dificuldades da ciência contemporânea em avançar de forma coerente com as suas premissas epistemológicas, toma como ponto de partida que a consideração da complexidade como uma teoria científica exige que esta noção possa ser, lógica ou empiricamente, corroborada (ou infirmada) mediante hipóteses refutáveis. Este ponto de vista é também adotado neste artigo.

Um dos procedimentos mais utilizados para testar a possibilidade de um sistema apresentar um comportamento caracterizado como “complexo”, segundo mencionado anteriormente, é a simulação computacional. Considerando que o estado de cada um dos componentes de um sistema, em um momento dado, depende do estado que outros componentes, além do seu próprio, apresentavam em momentos passados, é possível observar como os sistemas se comportam a partir de uma condição inicial e de um conjunto de especificidades, tais como o número de componentes que se relacionam entre si, as características destas relações, o número total de componentes do sistema, os subsistemas nos quais se divide o sistema (e das relações que estes estabelecem entre si). Evidentemente a validade dos resultados obtidos depende da pertinência das características consideradas do sistema em relação à realidade. Mesmo a partir de um alto grau de abstração, no entanto, em que apenas algumas características bastante genéricas são consideradas, alguns modelos computacionais têm indicado resultados que são, pelo menos, bastante intrigantes.

Neste sentido, a partir de simulações efetuadas com Redes Booleanas (sistemas de variáveis binárias de valor 0 ou 1, relacionadas entre si segundo funções definidas pela Álgebra de Boole), Kauffman (1995) analisou as relações entre as características do sistema e o seu comportamento ao longo do tempo. Simulando diversos tipos de siste-

mas biológicos, como o metabolismo e a constituição do código genético, e alguns sistemas sociais, como uma economia influenciada por mudanças tecnológicas, o autor afirma que o comportamento ordenado, caótico ou auto-organizado de tais sistemas depende fundamentalmente da diversidade dos seus componentes, do grau de interdependência (ou seja, da sua “conectividade”) e do tipo de relações que estes mantêm entre si.

Considerando um sistema como uma Rede Booleana com  $N$  componentes e  $K$  como o número de relações que cada componente mantém com os demais, o número de estados possíveis que este sistema pode apresentar é dado por  $2^N$ . Por exemplo, uma rede booleana com apenas 30 componentes poderia apresentar mais de um bilhão de estados possíveis (ou, mais precisamente  $2^{30} = 1.073.741.824$ ). A partir de simulações com um grande número de sistemas deste tipo, porém com um número de componentes ( $N$ ) semelhante ao de diversos sistemas biológicos (por exemplo, para o genoma humano o autor considera  $N = 100.000$ ), Kauffman (1995) observou a existência de algumas regularidades relacionadas ao seu comportamento ao longo do tempo. Assim, quando o sistema apresenta uma pequena diversidade de componentes e um baixo grau de interdependência entre os mesmos (ou seja, diversidade e conectividade baixas), o seu comportamento é ordenado. Além disso, a ordem observada entre os componentes do sistema, neste caso, está diretamente relacionada às características dos mesmos, sendo que, a partir de diferentes estados iniciais, o sistema sempre converge para um único estado ordenado. Quando por sua vez a diversidade dos componentes e seu grau de interdependência são elevados (diversidade e conectividade altas), o sistema tende a entrar em um regime caótico, repetindo o mesmo estado em um ciclo próximo ao número possível de estados apresentado pelo sistema (o qual em uma Rede Booleana é igual a dois elevado ao número de componentes diferentes). No regime caótico o sistema apresenta uma extrema sensibilidade às condições iniciais, o que torna praticamente impossível a previsão do seu comportamento ao longo do

tempo. Enfim, sistemas que apresentam um grau intermediário de diversidade de componentes e de interdependência entre os mesmos (diversidade e conectividade médias) podem apresentar uma sucessão cíclica de estados, a qual, sem ser completamente insensível às condições iniciais, pode apresentar uma grande estabilidade. É o que o autor denomina de “order for free” (e que chamamos aqui de auto-organização) devido ao fato de a ordem apresentada pelo sistema não estar relacionada às características específicas de um ou mais dos seus componentes, mas sim às relações que estes mantêm entre si. Vale destacar que, por esta razão, as propriedades de um sistema decorrentes da sua auto-organização são chamadas de propriedades “emergentes”.

Outra característica importante destacada por Kauffman (1995) para a determinação do tipo de comportamento apresentado pelos sistemas adaptativos, é o tipo de relações que os seus componentes mantêm entre si. Como mencionado anteriormente, nos modelos utilizados pelo autor as relações entre os componentes são expressas por funções booleanas. Por exemplo, em um sistema com dois componentes que se relacionam entre si, uma função booleana possível seria “se  $A=1$  e  $B=0$  no momento anterior, então  $A=0$  e  $B=0$  neste momento, caso contrário,  $A=1$  e  $B=1$  neste momento”. O autor observou que no caso em que o comportamento dos componentes apresenta baixas correlações (ou seja, o comportamento dos componentes é altamente heterogêneo), o sistema tende a entrar em um regime caótico. Por outro lado, quando o comportamento entre os componentes de um sistema é altamente correlacionado (ou seja, diante de uma mesma situação, vários componentes se comportam de uma mesma forma ou de forma totalmente inversa à dos demais), o comportamento do sistema torna-se ordenado. Já sistemas em que os componentes apresentam comportamento com um grau intermediário de correlação (ou seja, há uma certa heterogeneidade no comportamento dos componentes, mas dentro de certos limites), o sistema apresenta um regime auto-organizado.



De um ponto de vista evolutivo, Kauffman (1995) enfatiza as vantagens apresentadas pelos sistemas auto-organizados na medida em que a sua estabilidade lhes possibilita absorver choques externos adversos e a sua flexibilidade lhes permite responder a mudanças ambientais que podem levá-los a melhorar o seu desempenho. O autor procura demonstrar ainda que a própria evolução dos sistemas complexos os leva a explorar ao máximo o seu potencial de auto-organização, ou seja, há uma tendência dos sistemas, ao longo da sua evolução, de reter as características que conferem um certo equilíbrio entre estabilidade e flexibilidade de forma a otimizar o seu processo de adaptação.

O autor enfatiza ainda que a passagem de um comportamento ordenado ou “subcrítico” para um comportamento caótico ou “supracrítico”, de um sistema pode acontecer de forma abrupta, caracterizando uma mudança de fase do sistema (ou seja, algo semelhante como a passagem da água do estado sólido para o líquido). Um exemplo simples de tal comportamento é o que pode ser reproduzido pelo modelo de Verhulst (Bassanezi; Ferreira Jr., 1988; Hannon; Ruth, 1997), que descreve o crescimento discreto de uma população em um ambiente com recursos limitados. Formalmente este modelo pode ser descrito como

$$P_{t+1} = P_t + P_t * r * \left(1 - \frac{P_t}{M}\right)$$

onde

$P_t$  e  $P_{t+1}$  = população no período  $t$  e  $t+1$ , respectivamente,

$r$  = taxa potencial de crescimento

$M$  = população máxima permitida pela disponibilidade de recursos

Observa-se que o regime de crescimento populacional depende da taxa  $r$ , como se pode observar nas figuras 1, 2 e 3, que mostram o comportamento da população ao longo do tempo e nos gráficos de fase

mostrados nas figuras 1a, 2a e 3a, que apresentam o respectivo comportamento da população (com a população do período corrente na abscissa e a população do período subsequente na ordenada).

Como pode ser observado nas figuras 1 e 1a, quando a taxa potencial de crescimento da população é baixa (no caso, 2 por período) o seu crescimento torna-se nulo, ou seja, a população torna-se constante. Já quando esta taxa é mais elevada (no caso, 3,4 por período) a população oscila entre dois valores, como pode ser observado nas figuras 2 e, principalmente, na 2a. Quando a taxa potencial de crescimento é ainda mais elevada (4 por período, no exemplo), o crescimento da população não apresenta um padrão que possa ser definido pela sua observação ao longo do tempo, como mostra a figura 3. No gráfico de fase mostrado na figura 3a, contudo, pode-se perceber claramente que a variação da população oscila em uma faixa de valores bem definida. O comportamento da população apresentado nas figuras 3 e 3a é uma das características típicas do que se denomina um comportamento caótico-determinista.

É importante salientar que as mudanças de fase mostradas no exemplo anterior ocorreram simplesmente pela mudança do valor de um dos parâmetros do modelo e não de uma mudança qualitativa do sistema, o que reforça a visão de Attali (1981) em relação ao paradigma da complexidade como não necessariamente em oposição, mas abrangendo de forma mais geral e completa os outros paradigmas científicos que o antecederam.

Sistemas auto-organizados mais eficientes em termos evolutivos se situariam próximos ao limite entre o regime ordenado e o caótico, com o estudo das propriedades que os sistemas apresentam neste limite sendo denominado de análise da “criticalidade” (Kauffman, 1995). Assim, os sistemas que tendem, evolutivamente, a se situar próximos do limite entre os regimes caótico e ordenado são chamados de sistemas que apresentam uma “criticalidade auto-organizada”. É interessante observar que resultados de pesquisa referentes a fenômenos relaciona-

dos a sistemas de natureza muito diferentes, como avalanches em montes de areia (Bak; Chen, 1991), terremotos (Hannon; Ruth, 1997), inovações tecnológicas em sistemas econômicos (Kauffman, 1995), aparecimento e extinção de espécies biológicas (Kauffman, 1995), apresentam grandes semelhanças quanto a certas características da sua “criticalidade auto-organizada”. Uma destas características diz respeito à distribuição estatística dos eventos que ocorrem em tais sistemas, a qual parece obedecer à lei da potência, como ilustrado na figura 4.

Figura 1: Crescimento da população ao longo do tempo, taxa potencial  $r = 2$

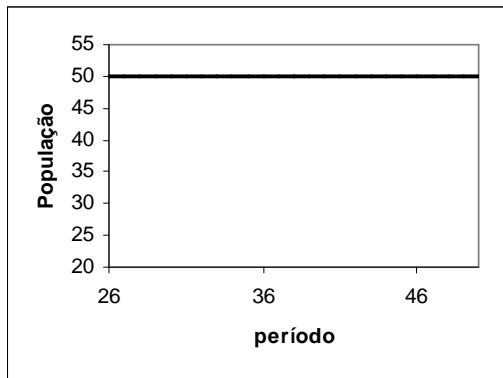


Figura 1a. Gráfico de fase do crescimento da população, com taxa potencial  $r = 2$

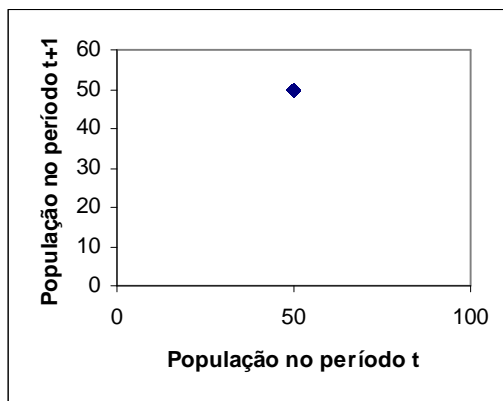


Figura 2. Crescimento da população ao longo do tempo, taxa potencial  $r = 3,4$

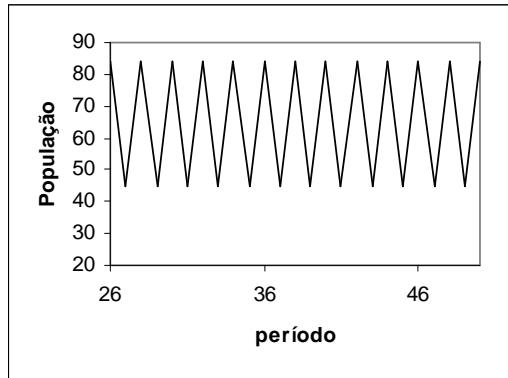


Figura 2a. Gráfico de fase do crescimento da população, com taxa potencial  $r = 3,4$

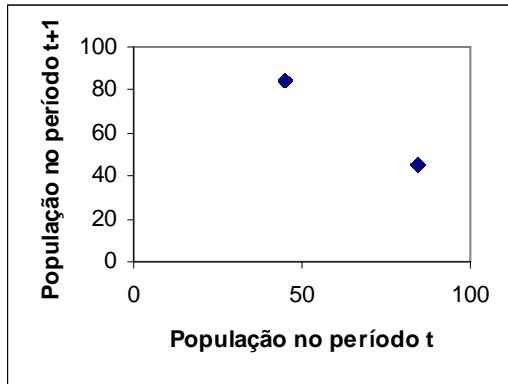


Figura 3. Crescimento da população ao longo do tempo, taxa potencial  $r = 4$

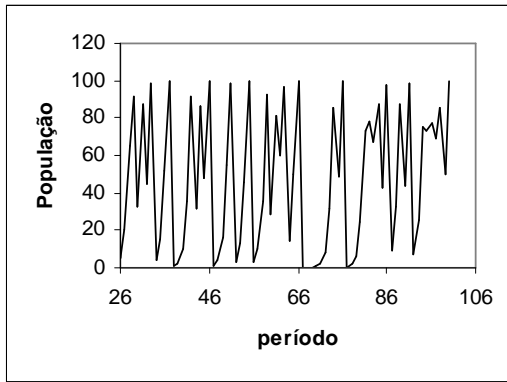


Figura 3a. Gráfico de fase do crescimento da população, com taxa potencial  $r = 4$

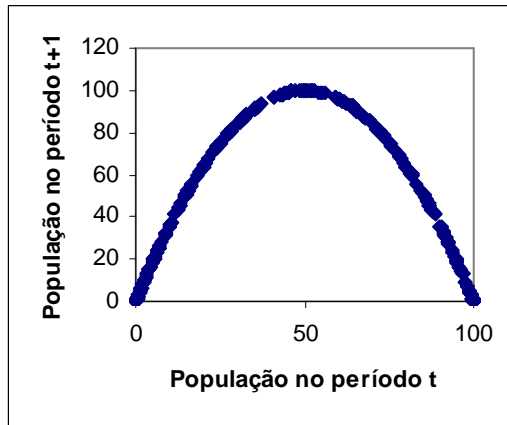
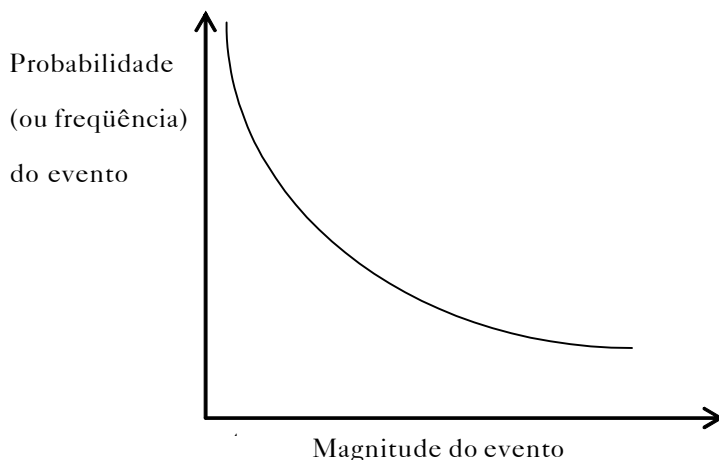


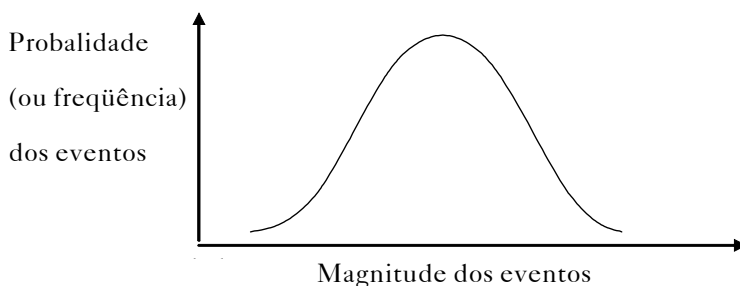
Figura 4. Distribuição de probabilidade em um sistema com criticalidade auto-organizada.



*Fonte: Kauffman, 1995.*

Pelo exposto, pode-se esperar um pequeno número de eventos de grande magnitude e um grande número de eventos de pequena magnitude, em fenômenos relacionados a sistemas que apresentam criticalidade auto-organizada. Para salientar o contraste com a distribuição normal (a mais comumente observada), ilustrada na figura 5, na qual média, mediana e moda convergem, é como se em uma população pudéssemos esperar a ocorrência de um pequeno número de indivíduos de grande estatura e de um grande número de indivíduos de pequena estatura, sendo a frequência dos indivíduos “médios” intermediária entre estes extremos, enquanto que, na realidade, em uma população o número de indivíduos de grande e de baixa estatura tende a ser semelhante.

Figura 5. Forma da Distribuição Normal.



A análise da distribuição estatística dos eventos poderia, portanto, ser uma forma de testar empiricamente a ocorrência de fenômenos relacionados a sistemas que apresentam criticidade auto-organizada. Assim, apesar de a complexidade ser um campo muito recente, a teoria que lhe dá suporte já se tornou aceitável cientificamente.

Do ponto de vista das Ciências Sociais, algumas fontes específicas de não-linearidade que podem levar os sistemas sociais a um comportamento complexo já foram identificadas, como a tecnologia (Kauffman, 1995) e a “auto-referência” dos agentes sociais (Fioretti, s.d.).

No que diz respeito à dinâmica tecnológica como fonte de complexidade de um sistema social pode-se considerar que quanto maior o número de tecnologias disponíveis (ou maior o dinamismo tecnológico dos agentes econômicos), maior seria a conectividade de um sistema econômico. Da mesma forma a diversidade de produtos (ou atividades econômicas) de uma economia define o número de componentes passíveis de interagir para formar novos componentes em um sistema. Assim, a diversidade e o dinamismo tecnológico são fatores-chave para a evolução de um sistema econômico (inclusive o seu desenvolvimento).

A auto-referência diz respeito ao fato de os agentes sociais tomarem suas decisões também a partir da sua percepção sobre o estado futuro do sistema como um todo, o qual depende do comportamento destes

mesmos agentes (Fioretti, s.d.). Sendo assim, as decisões tomadas pelos agentes sociais incluem previsões sobre o comportamento dos demais agentes. Os processos adaptativos de antecipação de preços considerados em modelos de oferta e demanda se constituem em um exemplo de comportamento deste tipo (Guerrien, 1989). Resultados obtidos com modelos lineares de oferta e demanda de produtos agrícolas, considerando processos adaptativos de antecipação de preços dos agricultores, indicam claramente a possibilidade de comportamento caótico destes mercados, como mostra a figura 6. Tal comportamento foi obtido utilizando-se como mecanismo de antecipação adaptativa de preços um alisamento exponencial simples, conforme descrito abaixo:

$$pa_{(t+1)} = \theta * pr_{(t)} + (1 - \theta) * pa_{(t)}$$

$$\theta = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n pr_i} / \left( \sum_{i=1}^n pr_i / n \right)$$

onde

$pa_{(t+1)}$  = preço antecipado para o próximo ano

$pa_{(t)}$  = preço que foi antecipado para o ano corrente

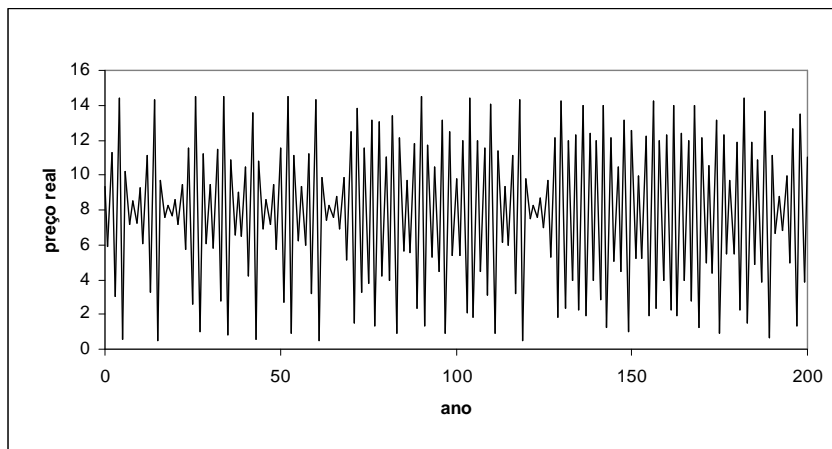
$pr_{(t)}$  = preço recebido no ano corrente

$\theta$  = coeficiente de alisamento

$n$  = número de anos em que está baseada a estimativa do coeficiente de alisamento



Figura 6 – Comportamento dos preços de um produto agrícola segundo um modelo linear de oferta e demanda com antecipações adaptativas de preços.



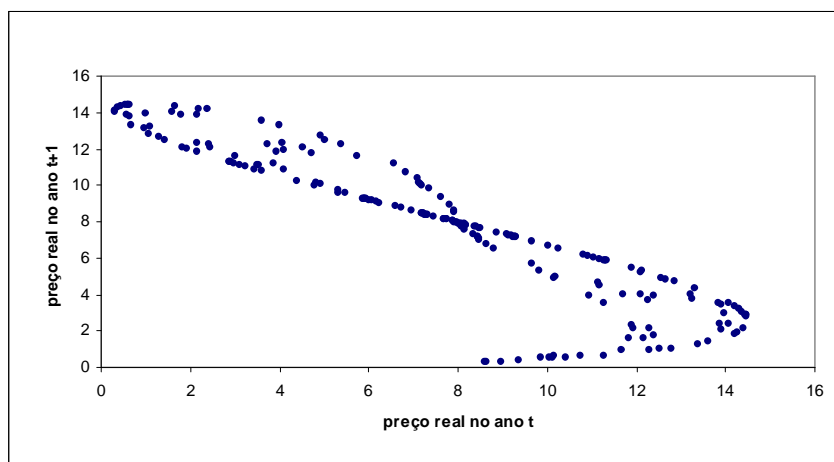
*Fonte: simulações efetuadas pelo autor.*

Os resultados mostrados na figura 6 foram obtidos utilizando-se a equação de oferta,  $S = 16,3 \cdot p_{a-2}$  e a equação de demanda  $D = -10 \cdot p_r + 100$  (e  $n = 3$ ). Entretanto uma série de simulações indica que o comportamento caótico dos preços em modelos lineares deste tipo ocorre desde que o quociente entre os coeficientes angulares das curvas de oferta e de demanda seja de aproximadamente 1,63.

Assim, ao considerarmos que os agricultores se adaptam, isto é, usam a sua experiência passada para estimar preços no momento de planejar sua safra (estimando assim, indiretamente, o comportamento dos demais agricultores), os preços podem oscilar alternando períodos de fortes e de fracas variações, sem apresentar qualquer tendência a uma crescente desordem ou ao equilíbrio. Entretanto, apesar de o comportamento caótico-determinista deste sistema parecer desordenado, na verdade ele apresenta uma certa ordem, que pode ser caracterizada em um gráfico de fase, como o mostrado na figura 7.

Na figura 7 fica claro que a variação dos preços apresenta um padrão distinto de uma variação aleatória, na qual os pontos estariam distribuídos em toda a superfície do gráfico. Ao contrário, os pontos na figura 7 formam um desenho bastante característico, o qual se repete mesmo com a mudança dos parâmetros do modelo, dentro de certos limites. Este tipo de “ordem dentro do caos” é que caracteriza o que é denominado na literatura sobre a complexidade “atrator estranho”, em oposição à atração simples representada pela tendência a um estado de equilíbrio estável ou a variações cíclicas regulares, como mencionado na primeira seção deste artigo.

Figura 7 – Gráfico de fase do comportamento dos preços de um produto agrícola segundo um modelo linear de oferta e demanda com antecipações adaptativas de preços.



Fonte: simulações efetuadas pelo autor.

## A abordagem da complexidade e o desenvolvimento

Para que possamos avaliar as contribuições que a abordagem da complexidade pode proporcionar aos estudos sobre o desenvolvimento é necessário que façamos uma distinção da sua influência sobre o conceito de desenvolvimento, sobre a teoria do desenvolvimento, sobre os métodos utilizados para o seu estudo e, finalmente, sobre o projeto de sociedade que orienta as ações de promoção do desenvolvimento.

A adoção da abordagem da complexidade para conceituar o desenvolvimento implica entendê-lo como um processo adaptativo auto-organizado (Rihani; Geyer, 2001). O desenvolvimento deixa, portanto, de se constituir em um conceito estático, que preconiza que a sociedade deve atingir um determinado estado específico considerado desejável, quase sempre baseado em algum exemplo já existente. Ao contrário, ao conceituarmos o desenvolvimento como um processo, o importante não é o seu estado final, mas sim os fatores que condicionam a evolução da sociedade de forma que esta mantenha características consideradas desejáveis. Nesse sentido, ao observarmos as regiões e países considerados desenvolvidos, o importante, segundo o conceito baseado na complexidade, não são as suas características que diretamente proporcionam uma melhor qualidade de vida à população (renda, organização econômica, recursos, etc.), mas sim as características sistêmicas (especialmente a combinação de regulação e liberdade) que permitem que estas sociedades consigam se adaptar e evoluir mantendo boas condições de vida para sua população.

Teoricamente, segundo Rihani (2002a), a abordagem da complexidade implica a interpretação do desenvolvimento como um processo que apresenta três componentes inseparáveis: sobrevivência, adaptação e aprendizado. A sobrevivência, segundo o autor, relaciona-se à capacidade da sociedade de apresentar padrões ou estruturas discerníveis ao longo do tempo, enquanto que a adaptação diz respeito às mudanças que

a sociedade sofre de forma a aumentar a probabilidade da sua sobrevivência a partir da sua capacidade de “aprender”, isto é, gerar conhecimento. Dessa forma, o desenvolvimento significa a manutenção de um equilíbrio entre maleabilidade e estabilidade. Assim, para atingir o estado de um sistema complexo auto-organizado, a sociedade, deve ser maleável para poder se adaptar, porém suficientemente estável para evitar rupturas destrutivas na sua estrutura. Ainda em termos teóricos, Rihani (2002a) afirma que a interpretação do desenvolvimento como um processo complexo auto-organizado implica também reconhecer que as estruturas sociais emergem espontaneamente, sem um planejamento global, a partir das interações locais entre seus constituintes. E se, por um lado, a manutenção destas estruturas supõe a existência de uma certa regulamentação para estas interações, caso contrário a sociedade poderia cair em um estado caótico, por outro, um controle rígido das relações entre os agentes sociais torna a sociedade incapaz de evoluir.

Silva Neto e outros (2003), discutindo as implicações da consideração da incerteza, no seu sentido forte (Dosi; Egidi, 1991), sobre os procedimentos utilizados para a promoção do desenvolvimento, destacam as grandes dificuldades metodológicas observadas nos estudos de situações concretas de desenvolvimento efetuados a partir dos métodos tradicionais de análise. Os autores afirmam que a maneira mais adequada de abordar a complexidade das situações de desenvolvimento, em ações que vão desde a promoção do desenvolvimento regional até o aconselhamento técnico de agricultores, é por meio de procedimentos que, partindo dos aspectos mais gerais da realidade para os mais detalhados, permita uma eliminação progressiva das variáveis menos pertinentes, ao invés de procurar defini-las “a priori”. Isto porque, segundo estes autores, as variáveis e suas inter-relações que determinam e caracterizam uma situação concreta de desenvolvimento são impossíveis de serem selecionadas adequadamente sem um acúmulo mínimo de conhecimento sobre a situação.

Tais afirmações parecem coerentes com as recomendações de Kauffman (1995), que afirma que a abordagem da complexidade deve levar a procedimentos baseados no que denomina “sabedoria local” (“local wisdom” que poderia também ser traduzido por “sabedoria nas pequenas escalas”), devido à imprevisibilidade do processo evolutivo dos sistemas complexos que impede a aplicação dos procedimentos usuais de planejamento, pouco interativos e/ou em grande escala. Outros autores, como Prigogine e Stengers (1986) e Casti (1998) salientam que as dificuldades de se prever de forma exata a dinâmica dos sistemas complexos tem levado, mesmo nas Ciências Exatas, ao desenvolvimento de procedimentos de pesquisa mais exploratórios, os quais visam um acúmulo progressivo de evidências ao invés da aplicação de testes conclusivos.

As implicações da adoção da abordagem da complexidade sobre o “projeto de sociedade” relacionado à promoção do desenvolvimento dizem respeito ao foco das políticas propostas. Assim, segundo Rihani (2002a, 2002b), tais políticas devem estar voltadas fundamentalmente para a promoção da capacidade e da autonomia (e, portanto, da liberdade) das populações em interagir para resolver seus próprios problemas. Este mesmo autor defende que, segundo a abordagem da complexidade, as políticas de desenvolvimento devem deixar de estar centradas em programas de “ajuda econômica” (como os propostos atualmente pelas grandes agências internacionais, como o FMI e o BIRD) para focar principalmente programas com ênfase em reformas sociais e direitos humanos, em tecnologias apropriadas, em estratégias de desenvolvimento local e na desmilitarização (Rihani, 2002b).

Enfim, é necessário que se reconheça que a abordagem do desenvolvimento a partir da noção de complexidade também é passível de algumas críticas. Por um lado, se a capacidade da abordagem da complexidade em estimular idéias, hipóteses e conceitos interessantes ao campo de pesquisa sobre o desenvolvimento é indiscutível, por outro é forçoso reconhecer que tais estímulos são decorrentes, em grande parte, de observações realizadas em campos completamente diferentes, como a

Física, a Computação, a Química e a Biologia. Assim, ainda são raros os estudos específicos do desenvolvimento a partir da aplicação dessa abordagem, especialmente no que diz respeito à análise de situações concretas.

## Conclusões

A interpretação da sociedade como uma rede de relações cujos componentes são altamente interdependentes parece ser bastante plausível. Atualmente há uma abundante literatura sobre as grandes possibilidades abertas pela abordagem da complexidade, inclusive no que diz respeito a sua adoção em estudos sobre o desenvolvimento. A partir dessa literatura, sucintamente discutida neste artigo, pode-se inferir que a abordagem da complexidade, enquanto um novo paradigma, pode se constituir em um quadro geral (“framework”) interessante para os estudos sobre o desenvolvimento. A adoção do paradigma da complexidade pode inclusive proporcionar uma certa unidade conceitual e metodológica para uma série de abordagens relativamente recentes do desenvolvimento local que enfatizam a análise da diversidade dos agentes sociais e das relações que estes mantêm entre si, como os estudos baseados nas noções de Aglomerados, “Clusters”, Sistemas Locais de Produção, Redes de Cooperação, Capital Social e Sistemas Agrários. Além disso, a abordagem da complexidade parece ser bastante consistente com o conceito de desenvolvimento como liberdade proposto por Sen (2000). Nesse sentido é possível interpretar muitos resultados de pesquisa sobre sistemas complexos adaptativos como fortes indicativos de que sociedades democráticas apresentam melhores condições para se adaptar e, conseqüentemente, se desenvolver, na medida em que os agentes sociais mantêm uma ampla liberdade e capacidade de participar da construção da mesma, segundo princípios e normas amplamente aceitos (Goodwin, 2001; Kauffman, 1995, Rihani, 2002a e 2002b).

De um ponto de vista teórico, contudo, apesar de os resultados já obtidos com a abordagem da complexidade serem bastante promissores quanto a suas possíveis contribuições para os estudos sobre o desenvolvimento, tais resultados ainda são bastante genéricos na medida em que se baseiam principalmente em simulações altamente abstratas.

## Referências

ATTALI, J. *Les trois mondes. Pour une théorie de l'après-crise*. Paris: Librairie Arthème Fayard, 1981.

BASSANEZI, R. C.; FERREIRA Jr., W. C. *Equações diferenciais com aplicações*. São Paulo: Ed. Harbra, 1988.

CASTI, J. L. *Mundos virtuais*. Como a computação está mudando as fronteiras da ciência. Rio de Janeiro: Ed. Revan, 1998.

BAK, P.; CHEN, K. Self-Organized Criticality. *Scientific American*, January, 1991. p. 46-53.

DOSI, G.; EGIDI, M. Substantive and procedural uncertainty: An exploration of economic behaviours in changing environments. *Evolutionary Economics* (1):145-168, 1991.

FIORETTI, G. *A concept of complexity for the social sciences*. Laxemburg: International Institute for Applied System Analysis, s/d. Disponível em <http://iiasa.ac.at/Publications/Documents/WP-96-144.pdf>. Acesso em 8 de julho de 2004.

GOODWIN, B. *How the Leopard Caught Its Spots*. The Evolution of Complexity. New Jersey: Princeton Science Library, 2001.

GUERRIEN, B. *La théorie neo-classique*. Bilan et perspectives du modèle d'équilibre general. Paris: Ed. Economica, 1989.

HANNON, B.; RUTH, M. *Modeling dynamic biological systems*. New York: Springer-Verlag, 1997.

HORGAN, J. *O fim da ciência*. Uma discussão sobre os limites do conhecimento científico. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.

KAUFFMAN, S. *At Home in the Universe*. The Search for the Laws of Self-Organization and Complexity. Oxford: Oxford University Press, 1995.

KUHN, T. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Ed. Pioneira, 1982.

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I., *La nouvelle alliance*. Métamorphose de la science. Paris: Ed. Gallimard, 1986.

RIHANI, S.; GEYER, R. Complexity: an appropriate framework for development? *Progress in Development Studies*, 1(3), p. 237-245, 2001.

RIHANI, S. Implications of adopting a complexity framework for development. *Progress in Development Studies*, 2(2), p. 133-143, 2002a.

RIHANI, S. *Complex Systems Theory and Development Practice*. Understanding non-linear realities. London: Zed Books, 2002b.

SEN, A. *Desenvolvimento como liberdade*. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

SILVA NETO, B.; LIMA, A. J. P.; BASSO, D. Incerteza, racionalidade e procedimentos em ações de desenvolvimento local. *Desenvolvimento em Questão*, Ijuí: Ed. Unijuí, ano I, nº 2, p. 123-149, jul./dez. 2003.