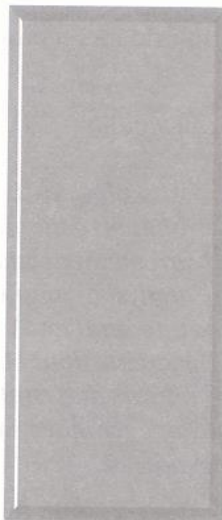




Luiz Rogério de Camargo (FGV-SP)

*Complexidade e teoria econômica*



### RESUMO

Este artigo tem como objetivos: a) delinear idéias básicas subentendidas no estudo de ambientes econômicos denominados complexos; b) examinar em que tal abordagem se revela como alternativa metodológica à teoria econômica *mainstream*. Na análise formal, *complexidade* denota alguma coisa bem diferente de algo complicado ou difícil de analisar. Um sistema é dito complexo quando exhibe algum tipo de ordem resultante das interações de muitos agentes heterogêneos, havendo *feedbacks* positivos, retornos crescentes e adaptação contínua. Entre as implicações desses pressupostos temos: a) evolução versus *steady-state*; b) não-linearidade; c) *path dependence*.

**Palavras-chave:** complexidade, teoria econômica, economia, ambientes econômicos.

### ABSTRACT

*This article has as its objectives: a) to delineate basic ideas implied in the economic studies environment denominated complex; b) to examine on what such boarding is displayed as a methodological alternative to the mainstream economic theory. In the formal analysis, complexity denotes something very different from complicated or difficult to analyze. A system is complex when it shows some type of resultant order of the interactions of many heterogeneous agents, having positive feedbacks, increasing returns and continuous adaptation. Within the implications of these pre-suppositions, we have: a) the evolution versus steady-state; b) non-linearity; c) path dependence.*

**Key words:** complexity, economic theory, economy, economic environments.

## 1. Breve introdução à abordagem da complexidade

Conquanto tenha sido amplamente aceito que a realidade econômica pode ser razoavelmente descrita por pares de curvas lineares de oferta e demanda, interceptando-se em pontos de equilíbrio univocamente determinados, para onde os mercados fácil e automaticamente se movem, sabemos que muitos mercados e situações não se comportam dessa maneira. A realidade econômica é, em larga escala, permeada por não-linearidades, descontinuidades e por grande variedade de fenômenos que não são facilmente previstos ou compreendidos.

A idéia de que a realidade é “complexa” não surgiu inicialmente na economia, mas veio da interação e *feedback* entre disciplinas, como da matemática e da ciência da computação para a física, da biologia para as ciências sociais... Não é de entranhar, portanto, que o termo *complexidade* tenha vários significados. Neste texto, vamos adotar a visão de Holland (1987) para quem a complexidade econômica só pode ser caracterizada em conformidade com um conjunto de propriedades, quais sejam:

*Descentralização:* O que acontece no sistema é resultado da interação de muitos agentes atuando em paralelo, de forma que as ações de qualquer agente em particular são resultado de sua expectativa em relação ao que os outros agentes irão fazer. Os agentes antecipam e co-criam o mundo à sua volta.

*Ausência de um controlador central:* Não há qualquer entidade global controlando as interações ou conhecendo integralmente a estrutura global do sistema. O controle é feito pelo processo de cooperação e competição entre os agentes, sendo mediado pela presença de instituições e regras.

*Organização flexível em rede:* O sistema tem vários níveis de organização e interação: unidades em determinado nível — comportamentos, ações, estratégias, produtos, etc. — servem de base para a construção de unidades em níveis superiores; a organização global é mais do que hierárquica, pois interage entre os diversos níveis, misturando-se e criando uma complexa rede de relacionamentos e canais de comunicação.

*Adaptação contínua:* Comportamentos, ações, estratégias e produtos são revisados continuamente, à medida que os agentes ganham experiência — o sistema está em constante adaptação. O elemento surpresa e a chance permitem que o sistema tenha muitas soluções e aproveite novas oportunidades. Eventualmente, uma dessas soluções será a escolhida, mas não necessariamente a melhor.

*Novidade perpétua:* Nichos são continuamente criados por novos mercados, novas tecnologias, novos comportamentos e novas instituições. O próprio ato de se preencher um nicho já cria novos nichos. O resultado é um sistema em que sempre aparecem novidades. Inovações são desenvolvidas, levando a produtos mais avançados que, por sua vez, demandam mais inovações.

*Dinâmica afastada do estado de equilíbrio:* Como novos nichos e novas possibilidades estão sempre sendo criados, o sistema opera fora da situação de equilíbrio global, ou seja, sempre há espaço para melhorias. Apesar de afastado do equilíbrio, o sistema possui regras que limitam seu comportamento, evitando que este se torne caótico durante o processo de adaptação e evolução.

*Path dependence:* Uma característica dos sistemas complexos é que a “história importa” em suas evoluções de longo prazo. Intuitivamente, isto significa que o comportamento de longo prazo de um ambiente econômico é influenciado por fatores de curto prazo. Esta idéia está contida no termo “*path dependence*”, que pode significar, tanto: 1) que inovações particulares na economia têm conseqüências permanentes, ou 2) que inovações particulares não são autocorretivas, de maneira que elas ficam permanentes na ausência de alguma inovação.

Sistemas com essas propriedades foram chamados por Holland de *adaptive nonlinear networks* (ANN) e têm profundas implicações para as fundações da teoria econômica e para a maneira com que os problemas teóricos são endereçados e solucionados. As ferramentas matemáticas usuais para explorar a linearidade, pontos fixos e convergência, podem muito superficialmente prover o entendimento dos ANNs. Embora esteja na infância, a compreensão mais profunda requer que a matemática e as técnicas de modelagem enfatizem a *descoberta* de estruturas e *processos*, através dos quais aquelas estruturas emergem ao longo de diferentes níveis de organização.

## 2. Dois exemplos sobre complexidade

Com o propósito de esclarecer a idéia e algumas implicações da complexidade, apresentamos dois modelos: no primeiro, podemos identificar claramente a noção primitiva do que vem a ser complexidade — a ordem resultante da interação de múltiplos agentes heterogêneos; no segundo,

como a perspectiva da complexidade pode estender nossa análise sobre a realidade.

### a) O trabalho pioneiro de Thomas Schelling

Considerado um dos primeiros trabalhos sob a abordagem da complexidade, Thomas Schelling, em *Micromotives and Macrobehavior* (1978), apresentou um modelo de segregação racial nas cidades, a partir das preferências dos indivíduos quanto aos seus respectivos vizinhos e de uma pequena alteração nas condições iniciais. Em contraste com o trabalho corrente, o estudo de Schelling não deriva de qualquer modelo formal nem utilizou computadores em sua simulação.

Imaginemos uma cidade consistindo de localizações distribuídas como tabuleiro de xadrez (no exemplo, uma matriz 8×8). Suponhamos, também, que haja dois tipos de pessoas — negro e branco —, cujas preferências seguem a seguinte regra: um indivíduo com um vizinho tentará se mudar, se esse vizinho for de cor diferente; um indivíduo com dois vizinhos quer que pelo menos um deles seja de sua cor; um com três a cinco vizinhos quer que pelo menos dois deles sejam de sua cor, um com 6 a 8 vizinhos quer que pelo menos três deles sejam de sua cor. Tomando os símbolos # e & como representações dos dois grupos, podemos facilmente observar que, na figura abaixo, as localizações dos indivíduos não violam nenhuma das regras acima.

	#	&	#	&	#	&	
#	&	#	&	#	&	#	&
&	#	&	#	&	#	&	#
#	&	#	&	#	&	#	&
&	#	&	#	&	#	&	#
#	&	#	&	#	&	#	&
&	#	&	#	&	#	&	#
	&	#	&	#	&	#	

Ou seja: mesmo quando as pessoas desejam que uma fração mínima de seus vizinhos se pareça com elas mesmas, é possível criar um padrão residencial de equilíbrio altamente integrado. Mas será que, na prática, pode-

mos obter um resultado como este? Segundo os argumento de Schelling, a resposta é não. Para demonstrá-lo, Schelling partiu do padrão da figura acima e fez a seguinte alteração: retirou aleatoriamente vinte indivíduos e preencheu, também de forma aleatória, cinco dos espaços vazios com # ou &. Temos um possível resultado desse desarranjo na figura abaixo (lado esquerdo):

	#		#	&	#		&
#	#	#	&		&	#	&
	#	&			#	&	#
	&	#	&	#	&	#	&
&	&	&	#	&	&	&	
#		#	#	#			&
	#	&	#	&	#	&	
	&		&				#

			#		#		
		#		#		#	
#							
		&		&		&	

Como podemos facilmente observar, um número de indivíduos não está mais satisfeito (figura do lado direito): portanto, eles se mudarão. Entretanto, quando eles se movem, pode acontecer que aqueles que permanecem se tornem insatisfeitos, seja porque reduziu-se o número de indivíduos de mesma cor na vizinhança à qual pertencem, seja porque desequilibrou-se o número de indivíduos de mesma cor na nova vizinhança. Dessa forma, inicia-se uma reação em cadeia, de onde um possível resultado está na figura abaixo:

	#	#		&	#	#	
#	#	#	&	&	&	#	#
#	#	&	&			&	#
#	&		&		&	&	&
&	&	&	#	&	&	&	
	&	#	#	#	&	&	&
		#	#	#	#		
&	&					#	

Ou seja: considerações moderadas sobre estar num local minoritário produzem uma cidade completamente segregada. Entretanto, como mode-

lo de auto-organização de áreas humanas, há limitações. Por exemplo: nesse modelo, as pessoas podem se mudar para qualquer lugar, independentemente de suas restrições orçamentárias, porém o custo de moradia, certamente, tem papel vital nas escolhas dos indivíduos.

### *b) Influência do grupo na perpetuação da desigualdade*

Grande parte dos modelos econômicos sobre a evolução da distribuição de renda, enfatiza características individuais, dando muito pouca atenção aos fatores sociais. Numa outra perspectiva, denominada por um de seus expoentes, Steven N. Durlauf, de "*Memberships Theory of Inequality*", a persistência da pobreza observada em determinados contextos pode ser gerada pelas influências de membros do próprio grupo sobre os indivíduos. Esta teoria está baseada em três proposições gerais (Durlauf, 2002, p.3):

- 1) Preferências individuais, crenças e oportunidades são fortemente influenciadas por seus membros em vários grupos. Tais grupos podem ser fixos, como raça, ou podem ser determinados pela economia ou sociedade, tais como vizinhos, escolas e firmas.
- 2) Efeitos de interações positivas ocorrem entre membros de determinado grupo, de maneira que influências de grupo geram resultados comuns entre membros do grupo.
- 3) Maior estratificação social de renda, raça, educação, língua leva a divergências nas características dos grupos, o que resulta em desigualdades e decréscimo na mobilidade social.

Na medida em que famílias com mais recursos são segregadas daquelas mais pobres, através da combinação de restrições de zoneamento ou diferenciais no preço da habitação, famílias ricas e pobres tornam-se isoladas; este isolamento significa que seus filhos são expostos a tipos de escolas e oportunidades de trabalho muito diferentes. Conseqüentemente, diferenças iniciais na renda entre adultos podem ser ampliadas entre seus respectivos filhos através de gerações, quando o *status* econômico dos pais é suficientemente determinante para a formação da criança, devido a seu papel de influência em relação à comunidade.

Grande parte das políticas distributivas assume a renda como objeto disponível de redistribuição potencial pela sociedade. Mas não é a única maneira que o governo dispõe para buscar resultados mais igualitários.

Modelos que seguem a abordagem dos efeitos de grupos naturalmente nos levam à seguinte pergunta: não seriam os próprios membros de grupos objetos de redistribuição? Esta alternativa, denominada por Durlauf (2002, p. 19) de “redistribuição associacionista”, tem sido parte integral das políticas igualitaristas desde o século passado (por exemplo, intervenções planejadas para alterar a composição de grupos de indivíduos nos estabelecimentos de ensino e locais de trabalho).

Uma forma de justificar a redistribuição associacionista é mostrar que ela pode ser necessária para se alcançar a igualdade de oportunidades. Seguindo Durlauf (2002, p. 20), uma definição de igualdade de oportunidades está baseada na idéia de que os resultados socio-econômicos individuais, que podem ser denotados por um vetor  $\Omega_i$ , são uma função de três tipos de variáveis: características exógenas ou variáveis circunstanciais  $X_i$ ; responsabilidade pessoal ou escolhas autônomas  $Y_i$ ; e variáveis de política governamental  $Z_i$ . Vamos supor que a igualdade de oportunidades requer que a distribuição dos resultados individuais dependa das variáveis de responsabilidade pessoal, não daquelas sobre as quais não se tem controle. Assim, uma definição de política governamental, induzida a prover a completa igualdade de oportunidades, é aquela em que as variáveis de política  $Z_i$  são escolhidas de maneira que:

$$\text{Prob}(\Omega_i | X_i, Y_i, Z_i) = \text{Prob}(\Omega_i | Y_i)$$

Na prática, igualdade de oportunidades completa não é factível. Alternativamente, pode não ser desejável devido a outros efeitos. Neste caso, as variáveis de política governamental são escolhidas para minimizar alguma *loss function*  $\Phi$  (.)

$$\Phi(\text{Prob}(\Omega_i | X_i, Y_i, Z_i) - \text{Prob}(\Omega_i | Y_i))$$

Moralmente falando, todos sabemos que as crianças não são individualmente responsáveis pela qualidade de suas vizinhanças ou escolas; consequentemente, não são responsáveis pelos efeitos de grupo que elas experimentam nesse contexto. Assim, em muitos casos a igualdade de oportunidades pode requerer redistribuição associacionista. Apenas como registro, o consenso público em torno desse tipo de redistribuição tem-se mostrado pouco convincente.

Nos termos das propriedades dos sistemas econômicos complexos expostas acima, essa teoria incorpora a idéia de que a interdependência entre



vários atores pode criar múltiplos tipos de comportamento agregado, internamente consistentes, mas indesejáveis. Evidentemente, é largamente reconhecido que fatores sociais têm papel fundamental na perpetuação da pobreza. A incorporação recente dessa perspectiva nos modelos econômicos deve-se às seguintes razões, segundo Durlauf: 1) a aparente insuperabilidade da pobreza em locais como favelas urbanas proveu o contexto no qual essa perspectiva tem sido desenvolvida; 2) desenvolvimento de novas ferramentas matemáticas.<sup>1</sup>

### 3. Considerações finais

A recente história parece sugerir que o pensamento econômico está dividido em duas correntes: por um lado, o *mainstream* dominante, engajado na análise de otimalidade e equilíbrio; por outro, movimentos mais heterogêneos, a que nos referimos como correntes *alternativas*. Nessa última, podemos incluir, entre outras, a abordagem *empírica*, sendo a econometria uma de suas principais vertentes atuais. Com relação à primeira, por exemplo, a visão institucionalista (como North e Buchanan). O rótulo *empírico* não quer dizer sem conteúdo teórico; mas também não significa que as outras tradições não tenham conteúdo empírico. A distinção está na ênfase dada a cada uma. Supõe-se, também, que essa classificação seja neutra. Aceita-se a visão comum dos economistas heterodoxos de que o *mainstream* privilegia demasiadamente o formalismo e está pouco interessado na explicação de características relevantes e observáveis do mundo real. Ao mesmo tempo, também se aceita a crítica *mainstream* de que a abordagem alternativa tem sido insuficientemente teórica.

Na esteira das colocações acima, identificamos a separação entre as abordagens teórica e empírica como problema crucial na ciência econômica. O *mainstream* contemporâneo na macroeconomia parece fragmentado, carecendo de visão central e somente se mostrando unificado pelo formalismo exagerado, ênfase na otimização e afastamento da realidade empírica. Por outro lado, muito do trabalho econométrico na macroeconomia tem-se pautado pela análise de séries de tempo, sem considerações relevantes à

<sup>1</sup> Durlauf utiliza a abordagem da mecânica estatística na elaboração de seus modelos (Brock, Durlauf, 2001).

teoria econômica. Diametralmente oposta ao apriorismo do *mainstream*, a econometria busca avaliar seus modelos exclusivamente a partir de dados e de testes estatísticos. Claude Hellinger (1996, p.28) argumenta que essa metodologia não pode ser confundida com o falsificacionismo de Popper, pois a explicação (modelo) de um fenômeno econômico é aceita ou rejeitada com base no teste estatístico:

*O falsificacionismo econométrico, com seu foco nos testes estatísticos, não é o mesmo falsificacionismo de Popper. Por confundir o teste das hipóteses estatísticas com o teste de teorias científicas, os econometristas tanto justificaram sua utilização da estatística quanto se identificaram com a figura mais prestigiada na filosofia contemporânea da ciência.*

Em grande medida, a perspectiva da complexidade revela-se como opção à abordagem do *mainstream*, pois subentende, em seus pressupostos básicos, o relaxamento das premissas fundamentais do *mainstream*. Como observa Durlauf, os sistemas econômicos complexos têm diversas mensagens úteis aos formuladores de políticas:

*Primeiro, a interdependência entre vários atores pode criar múltiplos tipos de comportamento agregado internamente consistentes. Como resultado, ambientes econômicos podem permanecer fixos em estados estacionários indesejáveis. Tais estados podem incluir níveis altos de patologias sociais ou escolhas tecnológicas inferiores. Segundo, as consequências das políticas dependerão criticamente da natureza da interdependência. Em particular, efeitos de diferentes políticas podem ser altamente não-lineares, tornando a história um guia pobre para avaliar a efetividade das políticas. Consequentemente, embora muitos ambientes econômicos complexos pareçam ser situações, onde provavelmente existam políticas favorecendo o bem-estar, pode ser especialmente difícil identificar tais políticas. (Durlauf, 1997b, p.8)*

De outra forma: se assumirmos que os efeitos de políticas são não-lineares, implica dizer que não podemos avaliar qualquer intervenção mais ampla simplesmente como proporção de outra intervenção menor, pois essa não-linearidade pode se interpor em mais de uma direção. Também há que se considerar as avaliações empíricas baseadas na econometria, na medida em que a maioria dos modelos é linear.

Ao analisar a contribuição da perspectiva da complexidade para a ciência econômica entre 1986/96, Arthur, Durlauf e Lane (1997) observam que

a descrição de uma abordagem à economia não é necessariamente um programa de pesquisa. Para se construir um programa de pesquisa em torno de um processo e de uma perspectiva emergente, duas coisas devem acontecer: em primeiro lugar, a abordagem em questão deve identificar problemas concretos e prover novos *insights* aos mesmos; em segundo lugar, têm que ser construídas as fundações cognitivas e estruturais para modelar esses problemas, e métodos para conectar as teorias baseadas nessas fundações aos fenômenos observáveis. Na avaliação desses autores,

*em contraste com o workshop de 1986, quase todas as apresentações [em 1996] endereçaram problemas econômicos, e a maioria dos participantes eram economistas por formação. Além disso, embora alguns dos trabalhos tenham sido concebidos ou elaborados no Instituto [Santa Fe Institute], alguns dos participantes não tinham relação prévia com ele - a pesquisa relacionada à complexidade está agora sob intenso desenvolvimento em diferentes institutos e universidades.*

Conquanto as premissas da complexidade distingam-se daquelas usualmente utilizadas pelo *mainstream*, modelos econômicos sob a perspectiva da complexidade se valem, evidentemente, de ferramentas matemáticas. Não se trata, portanto, de nova panacéia, mas de opção metodológica que busca relaxar as premissas irrealistas do *mainstream*. Porém, é bastante clara a mensagem dos principais expoentes dessa perspectiva: embora se tenha alcançado progresso substancial nos últimos anos, o programa está longe de ser completo. Inclusive, é claro, o problema colocado anteriormente: a reaproximação convincente entre as abordagens teórica e empírica.

## REFERÊNCIAS

- ARTHUR, B. W.; DURLAUF, S. A.; LANE, D. A. (ed.) *The economy as an evolving complex system II*. Addison-Wesley, 1997.
- BARNETT, W.; GANDOLFO, G.; HILLINGER, C. (ed.) *Dynamic disequilibrium modeling: theory and applications*. Cambridge: University Press, 1996.
- BROCK, W.; DURLAUF, S. A. Discrete choice with social interactions, *Review of Economic Studies*, v. 68, n. 2, p. 235-260, 2001.
- DURLAUF, S. A. What should policymakers know about economic complexity? Disponível em: <<http://www.ssc.wisc.edu/econ/Durlauf/home.htm>>. Acesso em 1997.

DURLAUF, S. A. Groups, social influences and inequality: a memberships theory perspectives on poverty traps. Disponível em <<http://www.ssc.wisc.edu/econ/Durlauf/home.htm>>. Acesso em 2002.

HOLLAND, J. H. *Hidden order: how adaptation builds complexity*. Perseus Book, 1995.

SCHELLING, T. C. *Micromotives and macrobehavior*. W.W. Norton & Company, 1978.