

**COMPLEXIDADE: UMA REVISÃO DOS CLÁSSICOS****Bernardo Alves Furtado**

Técnico de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (Dirur) do Ipea.  
Bolsista de Produtividade do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

**Patrícia Alessandra Morita Sakowski**

Técnica de Planejamento e Pesquisa da Dirur.

Sistemas complexos podem ser definidos como sistemas nos quais agentes interagem com o ambiente e entre si, sem uma autoridade central, de maneira complexa, dinâmica e não linear, e cujas ações geram estruturas emergentes observáveis, em escalas diferenciadas, a partir de regras, usualmente simples, que permitem a adaptação e a evolução do próprio sistema. Sistemas complexos podem ser descritos de modo formal e permitem a simulação computacional.

Simular esses sistemas do ponto de vista de políticas públicas significa modelar a ação e a interação entre cidadãos, firmas, instituições, ambiente, limitados pela regulação existente, pelas condições orçamentárias, políticas e espaciais analisadas. Nesse sentido, trabalhar com sistemas complexos aplicados à política pública significa criar ambientes de experimentos computacionais nos quais as características essenciais destes sistemas sejam formalmente descritas e a partir dos quais possam ser retirados elementos de melhoria da política, de forma (relativamente) simples e com baixo custo.

Este texto está inserido no projeto Modelagem de Sistemas Complexos para Políticas Públicas e faz uma resenha dos autores clássicos que contribuíram com os elementos do que seria uma “ciência da complexidade”. Com base no pensamento original destes autores, os conceitos centrais de sistemas complexos são discutidos: *i*) a interação entre agentes (homogêneos ou heterogêneos) e o ambiente; *ii*) as propriedades emergentes e a auto-organização; *iii*) a importância da não linearidade e das escalas; *iv*) as regras e seu determinismo; *v*) a ênfase na dinâmica e retroalimentação; e *vi*) as noções de adaptação,

aprendizado e evolução. Por fim, críticas contemporâneas são apresentadas. Elas sugerem que os argumentos de sistemas complexos não sustentam epistemologicamente a constituição de uma suposta nova ciência, mas não rejeitam os avanços propostos nos estudos de complexidade.

Constituindo-se ou não como ciência, os conceitos aqui descritos contribuem fundamentalmente em dois pontos na abordagem científica. De um lado, trazem formalidade e arcabouço teórico para a discussão em ciências com menos tradição objetiva. De outro lado, atacam de forma eficaz elementos que, mesmo nas ciências consideradas duras, são rotineiramente ignorados, dada sua frequente intratabilidade matemática, quais sejam: *i*) a dinamicidade dos eventos e sua forte causalidade cruzada (interação) com retroalimentação; *ii*) a arbitrariedade e aleatoriedade de eventos que podem ser relevantes, em conjunto com pontos de ruptura e mudanças estruturais; e *iii*) a auto-organização, a falta de liderança central.

Tais elementos deveriam ser observados pelo cientista ao analisar fenômenos com agentes heterogêneos que interagem entre si, com o meio ambiente, de forma dinâmica e não linear, em sistemas que apresentam auto-organização, características diferenciadas de acordo com a escala em análise e com capacidade de evolução e adaptação, em suma, ao analisar sistemas claramente observáveis e frequentes na natureza e na sociedade. Nesse sentido, tal cientista deveria também ser o “modelador” do sistema em estudo, ou seja, a essência de seu trabalho deveria consistir na busca da essência dos fenômenos investigados.

---

1. Os autores agradecem a leitura cuidadosa e comentários do pesquisador Leonardo Monasterio. Agradecem também os comentários de Nilo Saccaro Júnior e Júlio Cesar Roma sobre a seção de evolução. Erros e omissões são responsabilidade dos autores somente.

Do ponto de vista de um instituto voltado para análise de políticas públicas, cujos fenômenos de estudo são a economia, a sociedade, a cidade e a ecologia, os conceitos descritos neste capítulo parecem bastante relevantes no intuito de modelar (e simular) melhor o ambiente de aplicação das políticas públicas.

## SUMÁRIO EXECUTIVO