

VII Simpósio Nacional de Geografia Urbana
I Simpósio Internacional
Universidade de São Paulo, São Paulo, 15 a 19 de outubro de 2001

SISTEMAS E REDES URBANAS
COMO
SISTEMAS COMPLEXOS EVOLUTIVOS

Lia Osório Machado, Departamento de Geografia, UFRJ

Nenhuma ciência basta a si mesmo. Quer dizer, sua pertinência não pode ser fundada sobre si mesma e comporta proposições incompletas que lhe vem de fora, seja da <realidade>, seja de outras ciências. A afirmação de Yves Barel¹, feita a propósito da relação entre a ciência econômica e o teorema de Gödel², introduz aqui o que pretende ser uma breve (e simplificada) discussão sobre o uso do enfoque dos sistemas complexos evolutivos nos estudos urbanos. O objetivo não é só de gerar novas hipóteses de trabalho, mas o de explorar a possibilidade de um estatuto metodológico menos indefinido na disciplina.

Sistemas complexos: o problema da causa-efeito

Para começar, quando os geógrafos trabalham com a noção de sistemas urbanos estão trabalhando com sistemas complexos. A cidade, com sua organização interna, e o conjunto de cidades, com suas relações de interdependência e complementaridade, constituem, em escalas diferentes, exemplos de sistemas abertos e hierarquizados. Estruturas coletivas emergem de uma rede de interações espaciais e de múltiplas micro-decisões dos indivíduos, algumas racionais, outras nem tanto, capazes de causar mudanças estruturais qualitativas mensuráveis como *tempo*.

¹ Antes de Y.Barel, o historiador E.P.Thompson escreveu que a maturidade de uma disciplina só é adquirida em sua abertura a outras disciplinas e a agregação do conhecimento destas, [obviamente após sua análise] (1981:119).

² Barel, 1984; Kurt Gödel, um dos maiores matemáticos e lógicos do século XX, provou que não existem aferições absolutas para a veracidade ou falsidade de certas premissas.

Uma das principais propriedades destes sistemas é que causa e efeito pode não estar próximo nem no tempo nem no espaço. A causa de uma dificuldade ou de um evento pode estar distante no tempo de seus sintomas, ou então localizadas numa parte remota e diferente do sistema. Essa propriedade, no entanto, é em geral ignorada pelos geógrafos urbanos na medida que sua resposta intuitiva é a de trabalhar a urbanização (e a cidade) como sistema simples. Neste caso, quando procuramos por uma causa próxima no tempo e no espaço de um sintoma, geralmente encontramos o que parece ser uma causa plausível mas que não é, de fato, a causa. Essas causas aparentes são muitas vezes sintomas coincidentes. Em outras palavras, a alta correlação temporal entre variáveis nos sistemas complexos nos leva a estabelecer associações de causa e efeito entre variáveis que estão simplesmente se movendo juntas como parte do comportamento dinâmico do sistema.

Causa-efeito também é um problema para os estudos históricos. Uma das formulações mais coerentes é aquela concebida por Fernand Braudel. Contrapõe a história de longa, e mesmo de “longuíssima duração” à história de curta duração, que se prende às oscilações cíclicas (de preço, por exemplo). O *evento* pertenceria, segundo Braudel, à curta duração, apesar do jogo de causas e efeitos dos historiadores lhe anexar um tempo muito superior à sua efetiva duração. O *tempo curto* seria a medida dos indivíduos, da vida cotidiana, de nossas ilusões – o tempo por excelência dos cronistas. Assim, diz Braudel, existe um tempo curto para todas as formas de vida, desde a social até a institucional e a geográfica. Introduce também o termo de *espessura*, (ou densidade) temporal. As estruturas teriam maior espessura temporal e corresponderiam ao tempo longo; não seriam apenas arquitetura e articulação mas também coerções - geográficas, biológicas, de produtividade e mesmo de quadros mentais, que podem ser prisões de longa duração. Em outras palavras, a geografia em Braudel pode estar associada tanto ao tempo longo como ao tempo curto.

Podemos entender assim que escolhendo um segmento do tempo (cronológico) ou recortando o espaço geográfico nos deparamos com efeitos que podem ser associados, geneticamente, ao tempo longo e ao tempo curto, ou seja, à lentidão ou rapidez de determinados processos de mudança no tempo. Contudo, o ponto aqui não é se devemos ou não aceitar a formulação de Braudel e sim a conveniência de fazer circular noções de outras disciplinas, analisá-las, e criar noções que possam ser compreendidos por elas.

Sistemas complexos: a questão da evolução

Há uma certa divergência entre a formulação de Braudel e a teoria dos sistemas complexos que é interessante destacar, pois incide diretamente sobre a relação entre estrutura e processo. A associação entre estruturas e a longa duração sugere permanência; mas pode levar a uma descrição da ‘estrutura’ presumida como sendo invariante e quase independente da atividade do sistema. Ou seja, a formulação deste grande historiador encaminha, mas não soluciona, um problema teórico difícil: a análise da mudança *ao longo* do tempo. Esse problema é muitas vezes ignorado quando os geógrafos lidam, por exemplo, com os sistemas urbanos. Supõe-se que, a cada *momento* ou *período*, a forma e a hierarquia urbanas expressam funcionalidades ótimas para os atores sociais - os consumidores minimizando a distância para acessar bens e serviços e os produtores maximizando os lucros. É uma concepção bastante mecânica, pois assumimos que todos os indivíduos, agregados ou não, sejam eles produtores e consumidores de determinado tipo, atuam em cada momento e entre um momento e outro, sabendo com certeza como os outros vão reagir. Tampouco é levado em consideração o fato de que as decisões dos indivíduos não são realmente independentes e que existem efeitos derivados da comunicação entre eles. Em resumo, em vez das atividades¹ do sistema explicarem a mudança, é a sucessão de *momentos* que passa a constituir o problema a ser explicado.

Na teoria dos sistemas complexos, a propriedade deles serem abertos, ou seja, trocarem matéria (bens), energia (trabalho) e informação (signos) com o ambiente em todos os momentos, explica porque estes sistemas evoluem, ou seja, não conseguem chegar a um ponto de equilíbrio, daí em diante, imutável. “Ambiente” designa um conjunto de elementos *externos* que *não* constituem variáveis do sistema, podendo pertencer a outros sistemas: características geográficas, preço das mercadorias; normas sociais; características culturais, etc. Nessa perspectiva, portanto, os sistemas urbanos são analisados não só em termos de seus componentes como também em termos de suas relações com elementos “não-próprios” ao sistema. Antes de alegar que os geógrafos fazem exatamente isso, seria bom lembrar que não existe, por exemplo, um estudo compreensivo dos efeitos da inflação e da estabilidade da moeda na evolução dos sistemas urbanos neste país.

¹ O termo atividade é entendido aqui como movimentos de contração ou expansão, de comunicação/interação entre componentes, que levam à sua degradação ou ao aparecimento do novo.

As trocas com o ambiente e entre as partes do sistema estão sujeitas a perturbações (*flutuações*), no tempo curto, ou seja, a comportamentos desordenados que se agitam aleatoriamente, em todas as direções. Por esse motivo o sistema (urbano) reajusta permanentemente as ordens de grandeza dos subsistemas (cidades) que o compõem. Na ótica mecanicista, as relações de interdependência, ou seja, sistêmicas, permitiria que o sistema como um todo realizasse reajustes toda vez que as perturbações ocorressem, retomando um estado estável (não de equilíbrio). Assim, por exemplo, se firmas industriais decidem deslocar suas unidades de produção para fora da metrópole paulista, o sistema urbano do qual a metrópole faz parte se ajusta a essa novidade (perturbação) sem que haja uma ‘cabeça pensante’ que diga como deve fazê-lo. Quanto mais rápido o sistema e os subsistemas se ajustarem, ou seja, se adaptarem ao novo (ruim ou bom, não se trata aqui de valores), maior a probabilidade de se manterem estáveis.

No entanto, a possibilidade do sistema urbano se ajustar a novas condições e permanecer estável não ocorre sempre. Cada componente do sistema pode interagir com a ‘novidade’ não só em tempo como em modo diferenciado, dependendo da ‘história’ de cada um. Quando isso ocorre, o sistema ou partes deles entra numa fase de turbulência ou instabilidade. Novos ajustes podem surgir, e o resultado pode ser uma estrutura de relações (regularidades) diferentes das iniciais (tempo longo).

O enfoque evolutivo permite maior inteligibilidade, portanto, das mudanças ao longo do tempo, bem mais do que a ótica mecanicista. Contribui para inibir a tendência de considerar tanto a estrutura espacial como invariante e as mudanças como crises inesperadas, ou cada alteração para mais ou para menos (por exemplo, a variação da população urbana) como tendo o poder de reestruturar, mecanicamente, o conjunto do sistema.

Ainda um outro aspecto a ser explorado no processo evolutivo é que mudanças muito pequenas no comportamento dos sistemas não são mensuráveis pelo *tempo cronológico*, que supõe uma sucessão linear de acontecimentos e um tempo ‘fechado’ pelo visor de nossos relógios. Mudanças graduais e localizadas podem ser imprevisíveis pois dependem das características de cada parte do sistema e da capacidade dos agentes no sistema ‘aprenderem’ com elas e mudar o rumo dos acontecimentos: “a medida do tempo é

dada pela duração da vida dos objetos, pelo tempo necessário à sua construção, à sua destruição, à sua renovação”.

Um exemplo, retirado de pesquisa empírica na região Amazônica, pode ilustrar a noção. Cidades com a mesma idade cronológica apresentam sinais de ‘envelhecimento’ enquanto outras não. O que as diferencia são suas histórias particulares (desde a escolha do sítio, suas características demográficas até o dinamismo dos prefeitos e o grau de corrupção da câmara de vereadores, etc.). Por conseguinte, a dinâmica de sua estrutura interna, e suas interações com o ‘exterior’, expressa na paisagem urbana, é uma dimensão do ‘tempo interno’ ou temporalidade de cada aglomeração. Cada cidade, e os indivíduos que congrega, ‘processa’ matéria, trabalho e informação de maneira diferenciada, apesar de terem em comum a forma-cidade, às vezes estruturas urbanas similares, estarem sujeitas às mesmas leis econômicas e terem a mesma idade cronológica. Isso sugere que cada cidade tem uma temporalidade própria, embora sua história particular não possa ser compreendida isoladamente, sendo parte de um processo urbano.

A relação entre estrutura e processo também motivou na geografia diversas abordagens que são distintas, no entanto, do enfoque evolutivo. Milton Santos, por exemplo, propõe a noção de *tempo espacial*. Para este autor, as variáveis do espaço são *assíncronas* de um ponto de vista genético, ou seja, quando considerada sua ‘idade’, porém são sincrônicas em cada lugar. Seria, então, o ‘lugar’ que, na geografia, materializaria o ‘sistema espacial’ e daria coerência à sincronia das variáveis e aos seus arranjos. A suposição aqui é a de a co-presença de variáveis num lugar, numa área, numa região resolve o problema da coerência entre variáveis assíncronas. É possível complicar a coisa ainda mais. Sabemos que os sistemas sociais de uma mesma sociedade (de um mesmo lugar?) não mudam ao mesmo tempo. Para essa questão, o mesmo autor sugere que as descrições geográficas incorporem as noções de *tempo lento* e tempo acelerado.

Conciliar, mesmo que de maneira precária, em uma explicação coerente o que vemos no espaço num determinado momento do tempo com a percepção de mudança no tempo não é um problema que pertença só à geografia nem à história; é um problema que concerne às ciências que lidam com os sistemas humanos e com a vida. Os sistemas humanos não são mecânicos porque, exceto sob condições de total tirania, as pessoas se

apercebem das escolhas e de novas possibilidades. Mesmo quando algumas se mostram ilusórias, outras podem se difundir e levar a uma reestruturação e a novo potencial de mudança. É certo que mudança não significa necessariamente que seja para melhor ou para pior, mas este é um problema que concerne aos sistemas de valores dos grupos humanos.

Sistemas complexos evolutivos e auto-organização

Noções como sistemas urbanos e redes de cidades fazem parte do pequeno arsenal de conceitos, noções, regras taxonômicas e classificações da geografia (urbana) utilizadas para descrever e explicar as diferenças e similitudes dos objetos e das ações humanas tomados como estruturas coletivas, pois é impossível individualizar cada objeto, cada indivíduo, cada ação, cada escolha, etc. São procedimentos comuns nas ciências. Como às vezes eles são aplicados mecanicamente, é válida a velha pergunta de como é possível que ações individuais e coletivas anônimas, orientadas por estratégias e objetivos tão diversos e mutáveis no tempo possam engendrar coerência e não caos.

Se as cidades e o conjunto de cidades forem considerados como estruturas inanimadas não há problema, porém como elas são de fato estruturas evolutivas dependentes das necessidades, percepções, estratégias e desejos dos indivíduos e dos grupos que batalham, cotidianamente, para superar dificuldades e lidar com a incerteza do futuro, então, a pergunta tem relevância.

A teoria da auto-organização trabalha com a hipótese de que as estruturas coletivas se adaptam à indeterminação e são capazes de criar, a partir dela, novas ordenações. Quer dizer que as características internas dos atores participantes mudam ‘endogenicamente’: novas variáveis e novos mecanismos de interação podendo aparecer espontaneamente no interior do sistema e levar a mudanças taxonômicas. As cidades são os melhores exemplos de auto-organização. Emergem do encontro e interação entre uma série de fatores. Mesmo quando a intervenção de planos e políticas urbanas é forte, os efeitos dessa intencionalidade geram formas espontâneas de adaptar-se ao novo. As cidades podem defender-se das perturbações e das agressões do ambiente por meio do aumento na variedade de estruturas e funções, e a ampliação de sua rede de relações. Podem não fazê-lo, e também isso exige

uma adaptação ao ambiente. Novas trocas e interações surgidas desse ‘trabalho’ (energia) asseguram a sobrevivência do sistema em face da desordem.

O papel intencional das políticas públicas é orientar processos de adaptação e de mudança no interior da estrutura urbana porém é muito comum que o enfoque despreze as possíveis evoluções futuras das decisões implementadas, provocando dificuldades a curto e longo prazo e, com frequência, frustrando os objetivos iniciais.

Sistemas complexos evolutivos: as redes de interações

Existe uma outra propriedade dos sistemas complexos evolutivos que também interessa à geografia (urbana), que é a de ser controlado por relações causais não-lineares. Para Jay Forrester, por exemplo, um dos precursores dos estudos em ‘dinâmica urbana’, isso se deve ao fato dos sistemas complexos apresentar uma multiplicidade de *redes de interações*. Cada variável não só pode ser associada a eventos ou ocorrências distantes, como o efeito ‘local’ pode ser muito maior ou muito menor do que grandeza da ‘causa’ original. Isso ocorre em geral porque cada variável pode manter interações simultâneas com outras.

‘Relação’, é bom lembrar, não é uma característica intrínseca a cada lado, tomado isoladamente, mas uma propriedade emergente da conexão ou vínculo entre unidades de observação. A geografia urbana trabalha com diversos tipos de redes, porém as redes de interação referem-se a redes viventes ou redes sociais, as mais importantes no processo evolutivo das cidades e do sistema urbano. A organização das relações sociais torna-se, assim, um conceito básico na análise das propriedades estruturais das redes, no interior das quais os atores individuais estão situados, e na detecção de fenômenos sociais que não existem no nível do ator individual. Em resumo, a cidade e a rede de cidades constituem organizações (temporal e historicamente) ‘provisórias’ das redes de coordenação social e é com elas que a geografia urbana trabalha, não com as redes sociais propriamente ditas.

Existem outras formas de conceber as redes de interações, que incidem na compreensão das redes urbanas. Uma delas é através da energia (trabalho); os sistemas complexos evolutivos ‘captam’ a energia difusa na Natureza e que se esgota em pura perda. Os viventes devem tentar canalizá-la e concentrá-la, o que explicaria a existência das redes de transporte e de distribuição. A energia estaria também na origem da organização do

espaço em pólos e em centros. A cidade teria nascido da acumulação primitiva e da estocagem de energia. Nenhuma forma de organização social é tão radical quanto o capitalismo no vínculo com a energia, através da organização centralizada do habitat entorno de lugares de colheita, de jazidas, de estocagem de energia.

Uma outra forma de conceber as redes de interações e as estruturas espaciais nos sistemas complexos é concebê-las como soluções que emergem de *presenças* e *ausências* na “realidade” (Deus e o Nada, o zero e o um). O filósofo Daniel Parrochia, por exemplo, reflete que se nós fossemos por inteiro presença e plenitude do ser, se fossemos ubíquos, não poderíamos ter uma visão reticulada da realidade. Em outras palavras, transações só ocorrem por que os atores são diferentes; se ambos são idênticos e médios, não há sentido na transação.

As redes encontram outras lógicas, ancorando-se no solo. Podem adaptar-se mais ou menos facilmente às cidades e aos países, à inércia do semi-urbano ou à rigidez das malhas agrícolas. No entanto, existe uma instabilidade e uma tensão entre as redes e o território, entre o dinâmico e o estático, entre aquilo que circula e aquilo que habita.

A representação sistêmica se acomoda mal à localização das atividades humanas no espaço físico. Gabriel Dupuy argumenta que a gestão do solo se inscreve naturalmente no espaço euclidiano de duas ou três dimensões, porém a teoria dos sistemas e suas redes de interações fazem intervir espaços abstratos, puramente topológicos, espaços de ‘n’ dimensões, desconhecidos para o gestor. Milton Santos, ao conceber as noções de “verticalidade” e “horizontalidade”, procura solucionar essa dificuldade, muito forte na geografia sempre acostumada a trabalhar com a “terra”, criando imagens que possam apreender a natureza distinta do espaço das redes e as redes *no* território.

A teoria dos sistemas complexos evolutivos sugere formas de compreender os sistemas humanos e como eles podem ser afetados por escolhas individuais e coletivas, e por políticas de intervenção e controle. Não é uma panacéia porém pode ser uma fonte rica de idéias para a ‘construção de uma problemática urbana’ como desejam os organizadores deste evento.