

TEORIA SISTÊMICA E SUA APLICAÇÃO NA TEMÁTICA DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL¹

Carlos Eduardo Arns²
Danúbia Cremonese Sehn²
Luiz Gustavo Zuliani da Silva²
Mara Eliza Garske²
Wilson Junior Weschenfelder²

Resumo

Este artigo foi elaborado a partir dos conhecimentos adquiridos na disciplina de Epistemologia e Métodos de Pesquisa ministrada pelo professor Dr. Inácio Helfer no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional da Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC.

O presente artigo traz uma abordagem da “Teoria Sistêmica” a partir de conceitos dos autores Capra (1996), Fedozzi (1997), Neves e Samios (1997) e Helfer (2004) onde os conceitos da teoria são abordados considerando os critérios do pensamento sistêmico, o Caos e a Complexidade. Na última parte deste artigo é possível analisar como esta teoria pode auxiliar na investigação da temática do desenvolvimento regional.

Introdução

O paradigma cartesiano moldou a cultura ocidental e influenciou o restante do mundo durante os últimos séculos. Seu aspecto mecanicista-reducionista foi consolidado com as afirmações da Física Clássica nos séculos XVIII e XIX.

Este paradigma tem como pressupostos fundamentais a visão do universo como um sistema mecânico, na visão do corpo humano como uma máquina, na visão da vida em sociedade como uma luta competitiva pela existência, na crença no

¹ Este artigo contempla discussões teóricas e conclusões resultantes das abordagens sobre a Teoria Sistêmica abordada na disciplina de Epistemologia e Métodos de Pesquisa ministrada pelo Professor Dr. Inácio Helfer no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional (PPGDR) da Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC.

² Mestrandos do PPGDR; Autores deste artigo.

progresso material ilimitado a ser obtido por intermédio do crescimento econômico e tecnológico.

O pensamento cartesiano influenciou por muito tempo e permaneceu por muitos anos como modulador das ações da sociedade moderna ocidental. Também gerou a fragmentação das disciplinas acadêmicas e do estudo do meio ambiente, ressaltando a crença na superioridade humana em relação à natureza.

A teoria sistêmica parte da idéia de que os sistemas vivos representam totalidades e suas propriedades representam o todo. Por isso as partes só podem ser entendidas dentro do contexto do todo maior, ou seja, considerando o seu meio ambiente.

Capra salienta que:

“A crise paradigmática atravessa todas as disciplinas, colocando em questionamento não apenas os instrumentos metodológicos e conceituais mas a própria forma de inteligibilidade do real proporcionada pelo paradigma vigente. As contradições que perpassam o conhecimento científico e seu modelo de racionalidade tornam-se evidentes, evocando alterações radicais na forma de ser, de ver e de pensar” (CAPRA, 1996, p. 49).

Esta dissociação de pensamento entre o enfoque cartesiano e o sistêmico (tabela 1) teve grande avanço com as descobertas da ciência e com o desenvolvimento da tecnologia, principalmente com a evolução com a física quântica.

Pensamento sistêmico

Por volta da década de 30 os principais critérios do pensamento sistêmico tinham sido formulados, principalmente pelos biólogos organísmicos, psicólogos da Gestalt e economistas. Segundo Capra (1996), nesta época foram desenvolvido os seguintes critérios-chave:

- O todo é mais que a soma das partes (existem propriedades que só são observadas em função das relações que acontecem, não existindo nos elementos individuais);

- A parte é mais que a parte (ao constituir um sistema e relacionar-se com outras partes, podendo apresentar características que não teria individualmente);
- O todo é menos que a soma das partes (existem características individuais que desaparecem no conjunto das relações, não sendo mais observadas no todo).

Tabela 1: Abaixo um comparativo entre a ciência cartesiana e a ciência sistêmica.

Abordagem e Método Cartesiano	Abordagem e Método Sistêmico
<ul style="list-style-type: none"> • Acreditava que em qualquer sistema o comportamento do todo podia ser analisado em termos das propriedades de suas partes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mostra que os sistemas vivos não podem ser compreendidos por meio da análise, mas sim dentro de um contexto maior, contextual, por isso critica o mecanicismo.
<ul style="list-style-type: none"> • Método eficaz para sistemas simples e quando as interações são lineares e fracas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Método eficaz para sistemas complexos e quando as interações são não lineares e fortes.
<ul style="list-style-type: none"> • Trata o comportamento dos sistemas como previsíveis, reprodutíveis e reversíveis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Considera a possibilidade que o comportamento dos sistemas sejam imprevisíveis, irreprodutíveis e irreversíveis.
<ul style="list-style-type: none"> • Acredita que as descrições são objetivas, ou seja, independe do observador humano no processo de conhecimento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Acredita que a compreensão do processo de conhecimento precisa ser incluída na descrição dos fenômenos naturais. Assim, o que vemos e entendemos é reflexo de nossas percepções, de como observamos e medimos a ciência.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após analisar o pensamento contextual como um grande fio sistêmico, na ciência do século XX, surge o “pensamento processual” da teoria sistêmica, onde toda estrutura é vista como a manifestação de processos subjacentes.

Capra (1982), define sistêmica com uma nova maneira de leitura dos acontecimentos, fatos, realidade, ciência, isto é, o mundo como um todo. O sistema é o todo integrado cujas propriedades não podem ser reduzidas a unidades menores. A análise não é concentrada nos elementos ou substâncias básicas. A visão sistêmica enfatiza os princípios básicos de organização e sua complexidade.

A teoria sistêmica enfatiza um processo denominado de transação que se constitui como “uma interação simultânea e mutuamente interdependente entre componentes múltiplos” (CAPRA, 1982, p. 260). No processo de análise cartesiana, as propriedades de um sistema são desconsideradas a partir do momento em que se analisam unicamente os elementos isolados e independentes. Portanto, a análise do sistema deverá ser feita sempre considerando o todo. Essa totalidade é formada por componentes múltiplos conectados e inter-relacionados possibilitando uma visão completa do espaço.

Bertalanffy, citado por Capra (1996), apresenta a Teoria Geral dos Sistemas definindo-a como uma ciência da totalidade, onde uma disciplina matemática seria aplicada à várias ciências empíricas, principalmente as ciências preocupadas com totalidades organizadas. Enfatizou a diferença crucial entre sistemas físicos e biológicos e acreditava que a teoria geral dos sistemas ofereceria conceitos gerais para unificar várias disciplinas científicas que se tornariam isoladas e fragmentadas.

Outro pensamento sistêmico é o da “tectologia” que nada mais é que a ciência das estruturas, que lida com experiências organizacionais de todos os campos conjuntamente. Abrange os assuntos de todas as outras ciências e foi a primeira a formular os sistemas vivos ou não vivos. Assim, este pensamento esclarece modos de organização da natureza e da vida humana, generalizando, sistematizando e explicando estes modos, ou seja, propondo esquemas de suas tendências e leis.

Modelos de Auto-Organização

Na década de 50 e 60, influência sobre a engenharia e administração. Com o desenvolvimento mais complexo das empresas, os engenheiros e administradores começaram a formular métodos e estratégias sistêmicas para aperfeiçoar os sistemas físicos e organizacionais.

Todo sistema vivo possui um padrão de desenvolvimento que é classificado como auto-organizador, constituído pela dinâmica não linear que segue em desenvolvimento com a capacidade de criar novos elementos sem alterar sua identidade física ou estrutura global.

Capra coloca este processo em quatro fases de compreensão (tabela 2):

Tabela 2: Categorias da Análise Sistêmica

Os Seres vivos	
Forma	O padrão da organização é o de uma rede auto-geradora.
Matéria	A estrutura material de um sistema vivo é uma estrutura dissipativa, ou seja, um sistema aberto que se conserva distante do equilíbrio.
Processo	Os sistemas vivos são sistemas cognitivos no qual o processo de cognição está intimamente ligado ao padrão de autopoiese.
Significado	Resultado da consciência reflexiva que surge a partir de uma rede de conexões e relações que envolvem o sistema.

Fonte: CAPRA (2002, p. 84)

Crítica ao pensamento sistêmico, Robert Lilienfeld, segundo Capra (1996, p. 75), dizia que a teoria exige uma fascinação por definições, conceitualizações e afirmações programáticas de uma natureza vagamente benévola, vagamente moralizante. Não há evidências de que a teoria sistêmica tenha sido usada para se obter solução de nenhum problema substancial. Carência de técnicas matemáticas para lidar com a complexidade dos sistemas vivos.

A nova Teoria dos Sistemas

Na percepção de Luhmann, segundo Fedozzi (1997), a visão tradicional de sociedade muitas vezes está baseada em pressupostos errôneos, criando “obstáculos epistemológicos”, ou seja, impedem a imaginação sociológica a ver o “social” de maneira mais descondicionada. Trata-se dos seguintes pressupostos, comumente aceitos:

- 1) Sociedade se compõe de pessoas e/ou de relações entre elas.
- 2) Se constitui e se integra pelo consenso e pela complementaridade de opiniões e objetivos.
- 3) São unidades regionais, geograficamente delimitadas (Sociedade brasileira, francesa, alemã etc).
- 4) Podem ser observadas de fora, tal como grupos de pessoas ou territórios.

A teoria sistêmica, contrapondo-se a estes pressupostos, tenta criar uma outra visão:

- 1) Afirma que o consenso e a complementaridade (caso existirem) são produto de processos sociais e não elementos constitutivos.
- 2) Devido à distinção axiomática feita pela teoria sistêmica entre “sistema” e “ambiente”, o social enquanto sistema há de ser separado do seu ambiente psíquico e/ou biológico.
- 3) Tal mudança de visão, ao mesmo tempo em que afeta a auto-percepção do indivíduo frente a sociedade, muda o método de explicação para toda uma gama de fenômenos sociais como desigualdade social, formação de estratos e classes sociais etc.

A teoria sistêmica, pelo contrário, democratiza a visão da sociedade, tornando-a mais sociológica e científica.

Uma das vantagens da teoria dos sistemas em relação a outros tipos de abordagens que utilizam o termo *sistema* é sua pretensão à parcialidade, a não generalização do sistema a tudo que "poderia" comportar uma racionalidade.

A crítica mais marcante que será direcionada a Niklas Luhmann reside no uso por este de um arsenal teórico fundado em sistemas naturais e que até então, por seus exemplos, não servira para aprofundar uma defesa deste método às circunstâncias em que se desenvolvem os fenômenos sociais.

Porque uma “Teoria dos Sistemas”

Teoria dos Sistemas resume uma variedade de experimentos teóricos procedentes de disciplinas muito diferentes e que utilizam estímulos bastante distintos, podendo tratar-se de teoria das organizações.

A mais nova teoria sistêmica recebeu seu primeiro impulso através da tese da termodinâmica, segundo a qual sistemas fechados tendem à entropia (perda de todas as diferenciações). Conseqüentemente, como a ordem era possível? A resposta estava no conceito dos sistemas abertos, que através de trocas com seu ambiente, podem manter-se num estado de ordem complexa.

Contudo, não ficava esclarecido o que realmente são sistemas, não havendo condições das ciências empíricas solucionar através de uma função matemática de transformação. Esta lacuna teórica despertou para a teoria dos sistemas que se auto-organizam (autônomos) que “dependem de um ambiente que forneça pontos de referências para o autocondicionamento” (Ashby, citado por Samios e Neves,

1997, p. 40), sendo aceito o princípio da “*order from noise*”, como fórmula para as operações de construção de sistemas (Foerster; Atlan; citados por Samios e Neves, 1997).

Assim, foram descartadas as teorias reducionistas gerando conflitos de como conceber a relação entre sistema e ambiente. Com o conceito de autopoíesis, onde um sistema é constituído por elementos auto-produzidos, o ambiente não pode contribuir para nenhuma operação de reprodução do sistema e o sistema não pode operar no seu ambiente, pois o ambiente não pode contribuir com nada para este processo (falar de um “si-mesmo”).

A teoria dos sistemas autopoieticos constrói o conceito de “acoplamento estrutural” que designa dependências em relação ao ambiente são compatíveis com a auto-reprodução autopoietica.

Esta revolução da teoria do conhecimento possibilitou a questão de como a sociologia pode julgar o conhecimento sobre o social, quando ela própria tem que operar na sociedade, sendo assim, como ela pode dar-se ao direito de tratar o conhecimento social como um sujeito trata o objeto, isto é, de fora.

Novos desenvolvimentos na Teoria dos Sistemas

A teoria dos sistemas ocupa-se com o mundo, visto com o auxílio de uma diferença específica, ou seja, aquela entre sistema e ambiente, abrangendo tudo o que existe, mas somente com a condição de identificar o sistema ou o ambiente. Trata-se de uma teoria simultaneamente (universalista e específica), global (que não deixa nada de fora) e da aplicação de uma diferenciação bem-específica (necessidade de indicar exatamente o sistema e o ambiente).

O Caos em Kant

Caos – comportamento caótico – típico dos sistemas caracterizados por um ator estranho. É caótico se trajetórias que partiram de pontos tão próximos quanto quisermos no espaço de fases se afastar uma das outras ao longo do tempo de maneira exponencial; a distância entre dois pontos quaisquer dessas trajetórias.

O caos é um fenômeno dinâmico que aparece quando o estado do sistema, descrito por certo conjunto de variáveis, muda com o tempo. Mudanças são “caóticas” quando são irregulares. Caótica é a desordem que se instaura num contexto de regularidade, a indeterminação que se sucede, repentinamente, numa seqüência ordenada de fenômenos que se repetem de uma forma determinada. Caóticos são os eventos inesperados, as variâncias, os acasos que se apresentam ao observador de regularidades constantes em fenômenos naturais ou sociais, pelo fato de fugirem á regra ao padrão de medida que atestava tal regularidade” (HELFER, 2004, p. 177-178).

Supondo que as “faltas” não estejam na base do caos, pode também ele ser resultado da ficção promovida pelo sujeito observador que, repetidamente, faz uma leitura equivocada da realidade. Aqui o caos seria apenas ilusório, fruto de julgamentos mal fundados.

Um exemplo claro seria uma pedra atirada numa piscina, as ondas geradas na queda da pedra se propagam até as margens, refletem e retornam, cruzando-se entre si e, portanto, interagindo. Mas se começarmos a jogar pedras aleatoriamente na mesma piscina, quanto mais jogarmos, mais caótico será o padrão das ondas na superfície.

A estratégia fundamental da ciência da análise dos fenômenos é a descoberta dos invariantes. Segundo o biólogo francês Jaques Monod, citado por Helfer (2004, p. 181), “toda lei física, como todo desenvolvimento matemático especifica uma relação de invariância; as proposições mais fundamentais da ciência são postulados universais de conservação”.

Em “O acaso e a necessidade”, Monod destaca que há limitações preditivas do gene, artigo raro nos dias de hoje:

“(…) entendo aqui ‘teoria do código genético’ no sentido amplo, para aí incluir não somente as noções relativas à estrutura química do material hereditário e da informação que ele carrega, mas também os mecanismos moleculares de expressão, morfogenética e fisiológica, dessa informação. Assim definida, a teoria do código genético constitui a base fundamental da biologia. O que não significa, bem-entendido, que as estruturas e funções complexas dos organismos possam ser deduzidas da teoria, nem mesmo se elas forem sempre analisáveis diretamente até a escala molecular”.

Isso não significa, decerto, render-se a um holismo difuso, fruto de uma paralisia pela ignorância presente. “Ao dizer que os seres vivos, enquanto classe, não são previsíveis a partir de princípios primeiros, não pretendo de maneira alguma sugerir que eles não sejam explicáveis segundo esses princípios, que eles os transcendam de alguma maneira e que outros princípios, aplicáveis apenas a eles, devam ser invocados. (...) basta-nos que este objeto atual, único e real, seja compatível com a teoria. Este objeto não tem, segundo a teoria, o dever de existir, mas ele tem, sim, o direito de existir.”

Para Ilya Prigogine, citado por Helfer (2004) “o que surge hoje é uma descrição mediana entre duas representações alienantes, a de um mundo determinista e a de um mundo arbitrário submetido apenas ao acaso. As leis não governam o mundo, mas este tampouco é regido pelo acaso. As leis físicas correspondem a uma nova forma de inteligibilidade que as representações probabilistas irreduzíveis exprimem. Estão associadas à instabilidade e quer no nível microscópico, quer no macroscópico, descrevem eventos enquanto possíveis, sem reduzi-los a conseqüências dedutíveis ou previsíveis de leis deterministas”.

A teoria da Caos

Um conjunto de objetos estudados que se inter-relacionem é chamado de sistema. Entre os sistemas consideram-se duas categorias: lineares e não-lineares, que divergem entre si na sua relação de causa e efeito. Na primeira a resposta a um distúrbio é diretamente proporcional à intensidade deste. Já na segunda a resposta não é necessariamente proporcional à intensidade do distúrbio, e é esta a categoria de sistemas que serve de objeto à teoria do caos, mais conhecidos como sistemas dinâmicos não-lineares.

Esta teoria estuda o comportamento aleatório e imprevisível dos sistemas mostrando uma faceta onde podem ocorrer irregularidades na uniformidade da natureza como um todo. Isto ocorre a partir de pequenas alterações que aparentemente nada têm a ver com o evento futuro, alterando toda uma previsão física dita *precisa*.

Uma das idéias centrais desta teoria, é que os comportamentos casuais (aleatórios) também são governados por leis e que estas podem prever dois resultados para uma entrada de dados. O primeiro é uma resposta ordenada e lisa e

cujo futuro dos eventos ocorre dentro de margens estatísticas de erros previsíveis. O segundo é uma resposta também ordenada, onde porém a resultante futura dos eventos é corrugada, onde a superfície é áspera, caótica, ou seja, ocorre uma contradição neste ponto onde é previsível que os resultados de um determinado sistema será caótico.

Um exemplo claro seria uma pedra atirada numa piscina, as ondas geradas na queda da pedra se propagam até as margens, refletem e retornam, cruzando-se entre si e, portanto, interagindo. Continuando novamente as ondas vão às margens, porém, já distorcidas devido às reflexões anteriores e às interações ocasionadas pelos cruzamentos entre si. Neste momento começam já a ocorrer alguns movimentos aparentemente caóticos, porém ainda previsíveis, pois são padrões cíclicos das ondas. Mas se começarmos a jogar pedras aleatoriamente na mesma piscina, quanto mais jogarmos, mais caótico será o padrão das ondas na superfície. Imaginemos agora, porém, que no fundo desta piscina exista areia finíssima, apesar dos movimentos aleatórios na superfície, no fundo haverá determinados padrões na areia, caóticos sim, mas seguirão a um padrão de ondas de diversas formas, tamanhos, alturas, estas mudarão à medida que o corrugamento da superfície muda, porém apesar de todo o caos dos movimentos, é reconhecido um padrão cíclico.

Estatisticamente isto ocorre porque pequenas alterações na alimentação de dados em sistemas de cálculo de previsões podem provocar mudanças drásticas inclusive rupturas a longo prazo. Pois em função de um crescimento inflacionário de realimentação de dados, que realimentam por consequência dados futuros, estes podem realimentar o sistema com respostas que levam ao crescimento das alterações numa espiral caótica (inflacionária) que mudará toda a previsão estatística daquele sistema. Ficando assim completamente fora das margens de erro convencionais, porém, apesar do aumento da margem de erro sempre será reconhecido um padrão cíclico realimentado (Espiral), apesar da aparente aleatoriedade.

Em função do efeito caótico, a previsibilidade comportamental dos sistemas em geral, sejam climáticos de uma determinada região, ou movimentos econômicos à exemplo das movimentações das bolsas de valores, ou populações de insetos de um determinado ecossistema, tem uma margem de erro bastante elástica quando comparada à margem convencional.

A Complexidade

A complexidade é a escola filosófica que vê o mundo como um todo indissociável e propõe uma abordagem multidisciplinar para a construção do conhecimento. Contrapõe-se à *causalidade* por abordar os fenômenos como totalidade orgânica.

A proposta da complexidade é a abordagem transdisciplinar dos fenômenos e a mudança de paradigma abandonando o reducionismo que tem pautado a investigação científica em todos os campos, e dando lugar à criatividade e ao caos.

Considerações Finais

Considerando a complexidade do desenvolvimento regional enquanto objecto de estudo podemos identificar potencialidades e limites nas diversas abordagens científicas discutidas. No entanto, para objectos de maior complexidade a abordagem sistêmica se apresenta como mais adequada.

A abordagem sistêmica pode auxiliar na investigação de um tema do Desenvolvimento Regional, pois é uma metodologia que busca conjugar conceitos de diversas ciências a respeito de determinado objeto de pesquisa. É baseada na idéia de que um determinado objeto de estudo possui diversas dimensões e facetas que podem ser estudadas e entendidas por diversas ciências e que conceitos e princípios emanados de diferentes ciências podem ser empregados no estudo e compreensão de determinado fenômeno por determinada ciência.

Por sua flexibilidade ou menor rigidez, pode melhor se adequar ao estudo de temáticas mais recentes e que envolvam a incorporação de dimensões até aqui pouco valorizadas como a ambiental, cultural, dentre outras.

Porém, ao mesmo tempo em que a maior flexibilidade torna-se uma de suas vantagens, seu desenvolvimento ainda recente, comparativamente a outras, lhe conferem menor consistência e, por conseguinte, menor credibilidade.

Seu uso como método de estudo no desenvolvimento regional pode trazer grandes contribuições e revelar elementos desse complexo processo, que as demais abordagens apresentam limites.

Compreende-se a importância desta visão uma vez que a pesquisa em desenvolvimento regional é uma importante “parte” do sistema, ou seja, a pesquisa e

as suas metodologias são conseqüências das influências dos demais componentes do sistema e de seu ambiente.

Referências Bibliográficas

CAPRA, Fritjof. **A teia da vida**. São Paulo: Cultrix, 1996

CAPRA, Fritjof. **Ponto de Mutação**. São Paulo: CULTRIX, 1982.

FEDOZZI, Luciano. A nova Teoria de Sistemas de Niklas Luhmann: uma leitura introdutória. In: NEVES, C.; SAMIOS, E. (org.). **Niklas Luhmann: A nova Teoria dos Sistemas**. Porto Alegre: UFRGS/Goethe-Institut/ICBA, 1997. p. 18-33.

HELFER, Inácio. O caos em Kant. In: CIRNE-LIMA, C.; HELFER, I.; ROHDEN, L. (org.). **Dialética, caos e complexidade**. São Leopoldo: Editora Unisinos. V.1. 2004. p. 177-207.

NEVES, C.; SAMIOS, E. (org.). A nova Teoria dos Sistemas. In: NEVES, C.; SAMIOS, E. (org.). **Niklas Luhmann: A nova Teoria dos Sistemas**. Porto Alegre: UFRGS/Goethe-Institut/ICBA, 1997