

# PERCEPÇÕES DAS RELAÇÕES INTERATIVAS SÓCIO-HISTÓRICAS DA INDUSTRIALIZAÇÃO, TECNOLOGIA E ENERGIA

Nilo Koscheck das Chagas  
Observatório Nacional

Manoel Gonçalves Rodrigues  
Observatório Urbano/UERJ/UN-Habitat

## RESUMO

A partir da enumeração de dois paradigmas, um ainda vigente e o outro em plena penetração no mundo das ciências, se desenvolve um caminho de elucidações e construções intelectuais passadas, que permitem expor evidências, de como o fenômeno da incompletude de Gödel ultrapassou as fronteiras das ciências exatas e, gradualmente vem penetrando e abalando as bases de construção dos fundamentos das ciências sociais. Evidenciado por meio de construções de modelos matemáticos, equações diferenciais, limites impostos pelas próprias soluções dessas equações no que se refere a previsibilidade, controle e surgimento de comportamentos caóticos. Que mostram que as ciências consideradas sociais, também devem ser incluídas nos modelos formais de não-linearidade ditadas pelo paradigma emergente da complexidade.

**Palavras chaves:** Complexidade, paradigmas, incompletude, industrialização

## ABSTRACT

The enumeration of two paradigms, one still in force and the other in full penetration in the world of science, develops a way past elucidations and intellectual constructs that allow exposing evidence of how the phenomenon of Gödel's incompleteness beyond the borders of science exact and gradually comes penetrating and shaking the foundations for building the foundations of the social sciences. Constructs demonstrated by mathematical models, differential equations, constraints imposed by their own solutions of these equations regarding predictability, onset and control of chaotic behavior. Showing that considered social sciences, should also be included in formal models of nonlinearity dictated by the emerging paradigm of complexity.

**Key words:** Complexity, paradigms, incompleteness, industrialization

## INTRODUÇÃO

O paradigma da complexidade busca superar o tradicional paradigma mecanicista/racional da, já estabelecida sociedade de re-produção em massa. Que carrega em seu bojo e cerne, a visão mecânica, fragmentada, reducionista e dualista de seus processos.

O paradigma da complexidade busca e propõe uma nova visão de mundo considerando a totalidade, as conexões, a integração dos sistemas. Criando uma verdadeira teia, onde não fica muito claro, quem é o agente causador/controlador, pois é uma rede dinâmica em pleno movimento com aparentemente possuidora de um poder distribuído.

Considerando os dois discursos, percebemos o vislumbre de dois desenhos lógicos para este enunciado: Um com controle principal, organizado de modo hierárquico com fluxo de informação e recurso predominantemente unidirecional de cima para baixo da hierarquia. Chamado de paradigma cartesiano, como no primeiro caso, onde se valoriza a função dos componentes enquanto um sistema. Geralmente representado por um grafo em forma de árvore.

O outro paradigma completamente imerso conscientemente no contexto exibe competência integrada entre seus pares por meio de diversos fluxos de processos, compartilhados e poli-direcionais, com várias intensidades dependendo da circunstância e interesse apresentado pelo sistema. Muito bem representado por mapas conceituais instantâneos e multi-autorais.

Optando pela segunda percepção, que se traduz por uma nova abordagem das relações interativas sócio-históricas do aglomerado industrialização, tecnologia e energia (ITE). Obrigamo-nos escolher a antiga, porém atual, Teoria Geral dos Sistemas como ponto de partida desse ensaio. Lá encontramos duas vertentes que estabeleceram os fundamentos de nosso discurso. São elas: A Dinâmica de Sistemas e a Teoria da Complexidade, ambas ainda em pleno

desenvolvimento, formam um todo harmonioso que permitirá entender as nuances da temática e apontar os limites do paradigma clássico e vigente.

## TEORIA DOS SISTEMAS

Sob o ponto de vista epistemológico o visionário foi *Bertalanffy*, em 1955, com as idéias de sistema e integração das partes, ambicionando a unificação das ciências, incluindo as físicas e sociais. Sem perceber, ele estava estabelecendo um novo programa científico de atos que iriam ocorrer nas próximas década, muito semelhantemente ao que aconteceu com a Geometria de Euclides e depois seguida pela teoria dos conjuntos de *Cantor*.

O propósito da Teoria Geral dos Sistemas não é somente identificar os pontos semelhantes sob diferentes olhares, mas sim os aspectos gerais iguais das diferentes ciências, pois, freqüentemente encontramos leis formalmente idênticas ou isomórficas em campos diferentes. Conforme o próprio Bertalanffy afirma: *"parece existirem leis gerais dos sistemas que se aplicam a qualquer sistema, independentemente das propriedades particulares do sistema e dos elementos em questão"*. É, tal fato que nos permite transitar pelo cluster *Indústria, tecnologia e energia*.

O discurso dessa abordagem conduziu a uma descrição mais formal da Teoria Geral dos Sistemas, e por meio das equações diferenciais que regem as variações entre as quantidades inter-relacionadas encontrada nos sistemas, permitiram edificar ao chamamos hoje de Sistemas Dinâmicos.

Os Sistemas Dinâmicos descrevem de modo único e preciso, qualquer comportamento de um dado sistema. E, apesar de alguns eles mostrarem-se extremamente difíceis de resolverem. Isto é, encontrar a função solução que descreve a evolução do sistema no tempo verificou-se ao longo do tempo que técnicas com abordagem mais qualitativas desenvolvido por Poincaré, em

particular, os mapas de comportamento do espaço de fase. Este veio se traduzir numa excelente forma de analisar e compreender tais sistemas complexos, sem necessariamente resolvê-lo. Desse esforço intelectual nasceu uma nova ciência que atualmente chamamos de Ciência do Complexo.

E, foi a partir do estabelecimento de certos princípios enunciados por *Bertalanffy*, *Poincaré* e *Smale*, entre outros e, seu respectivos teoremas matemáticos acerca do comportamento desses sistemas, que permitiram a aplicações e entendimentos menos místicos do que vem a ser *Caos e Atratores Estranhos*. Além disso, inferir pela análise matemática de tais estruturas, que não se pode ir muito além de determinados limites, se ainda preservarmos um pensamento cartesiano.

Como mostrou Gödel no teorema da incompletude, foram eles que asseguraram formalmente a impossibilidade da previsibilidade e controle futuro de um dado sistema.

## **INDUSTRIALIZAÇÃO, TECNOLOGIA E ENERGIA**

Como batizamos, a cluster ITE, é um conglomerado de sistemas que entrelaçam conduzindo a uma estrutura que representam a parte material do que chamamos de sociedade de re-produção em massa. Na realidade, a industrialização é o macro processo atual, escolhido para reger a maioria do sub-processo que conduziram a sociedade de consumo, considerada aqui, como um estágio num período do modo de produzir coisas para uma sociedade.

Os sistemas tecnologia e energia possuem suas próprias prerrogativas de subsistência e acabam produzindo uma simbiose saudável entre si. Todavia, devem-se acrescentar alguns pontos ocultos que dificilmente iriam surgir numa análise cujo percurso tivesse como referencia uma lógica cartesiana. Aliás, acreditamos que tal escolha, cartesiana, foi apenas conveniente. Pois, essa

escolha cega o olhar, deixando-o caolho e não permitindo ver as conseqüências da evolução de sistemas desprovidos de contexto e fronteiras, como o da sociedade de re-produção em massa.

Teoricamente poderíamos escolher qualquer configuração conveniente. Porém discutir a falácia da opção pela atual estrutura de re-produção de consumo é do interesse desse ensaio. Incluindo, além disso, uma espécie de advertência pré-anunciada pelo fenômeno da indecidibilidade de *Gödel* também no contexto da ITE.

Exibiremos a seguir dois aspectos referentes aos dois paradigmas. O primeiro, um quadro do resumo de alguns aspectos das relações causais cartesianas entre eles, enquanto no segundo a exibição de um mapa conceitual de das mesmas relações, só que incluindo as relações causais não-lineares.

#### **QUADRO DE ALGUNS COMPONENTES DESAGREGADORES DA SOCIEDADE RE-PRODUÇÃO EM MASSA (PARADIGMA CARTESIANO) COM ELEMENTOS OCULTOS**

O objetivo deste quadro é exibir possíveis relações que a mente captura, num olhar cartesiano, onde o comprometimento com as relações de causalidade não-lineares não percebidas e, portanto difíceis de relacioná-los num primeiro momento.

<b><i>Elementos Impactantes oculto</i></b>	<b><i>Tecnologias</i></b>	<b><i>Energia</i></b>	<b><i>Processo de industrialização</i></b>
Produção de lixo exagerada	Necessidade constante de upgrade	Aumento do consumo	Automação e controle
Exploração desenfreada de recursos naturais	Busca pela rapidez em detrimento ao ajuste dos ciclos naturais	Necessidade de grandes sistemas para economia de escala	Uniformização dos processos com perda da personalização do consumo
Necessidade de	Imposição do	Impacto colossal	Necessidade de

embalagem absurda	descartável com argumento da praticidade	no meio ambiente	uma sociedade de consumo para funcionamento constante e garantia da produção
Produção de supérfluos	Aumento da taxa de obsolescência	Falhas constantes devido a centralização	Inovação constante para justificar a troca
Quase nenhum reaproveitamento no reuso	Produção de tecnologias da vaidade	Aumento crescente do preço	Produção exagerada d lixo industrial
Contaminação extensão do meio ambiente	Falta de investimentos em áreas prioritárias	Degradação de recursos	Produção de doenças do trabalho

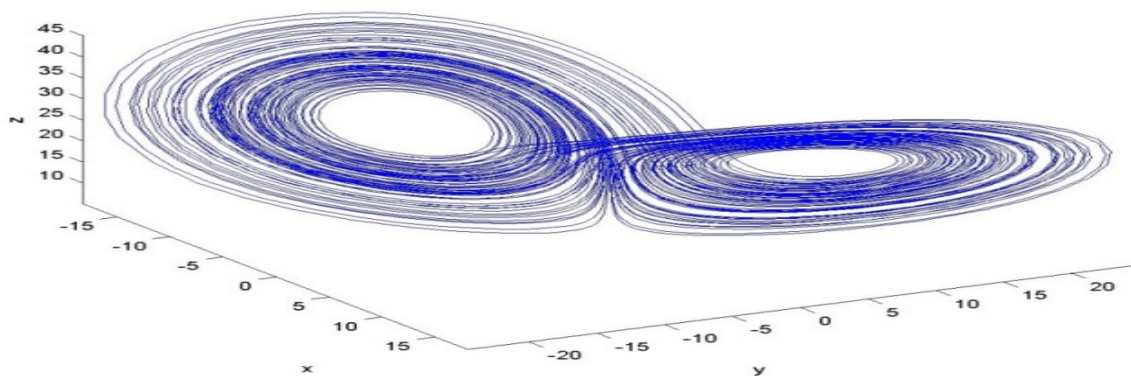
### **MAPA CONCEITUAL DA MESMA ESTRUTURA (PARADIGMA COMPLEXO) COM VARIÁVEIS EXPLICITAS**

Nesse segundo momento, focamos justamente nossa percepção naquelas relações em que o elemento não linear surge. Complementando o olhar cartesiano, onde o comprometimento com as relações de causalidade não-lineares não percebidas e, portanto difíceis de tê-las relacionas num primeiro momento. Nele nos esforçamos em colocar todo o elemento possível, preferencialmente, aqueles que nos conduzem a não linearidade



Em Goel et al (1987), pode-se verificar que os mapas de Poincaré são mais simples para se analisar do que os sistemas de equações diferenciais que lhes deram origem. Eles são modo de reduzir o estudo da evolução do sistema a um fluxo num espaço de fase com  $n$  dimensões por um difeomorfismo num espaço de dimensão  $n-1$ . Os mapas são cortes transversais ao fluxo e uma figura é gerada por onde a trajetória fura a superfície. Pelo comportamento das figuras geradas sabemos se as trajetórias convergem ou não para uma dada trajetória principal e permitem inferir várias outras propriedades.

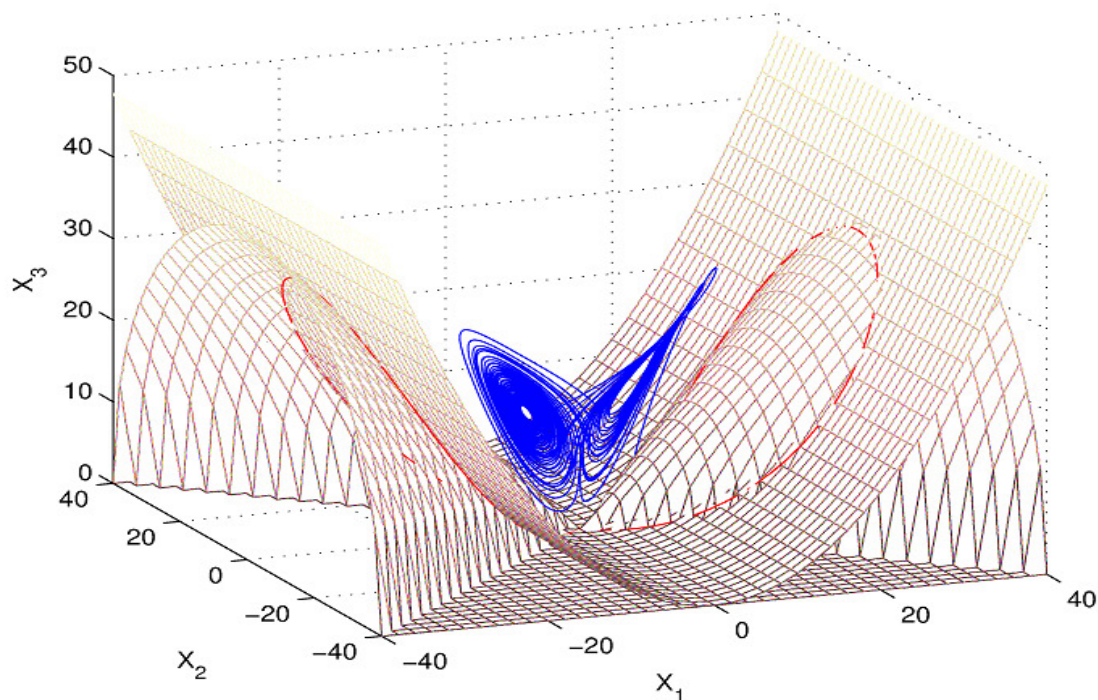
#### Exemplo 1



Fonte: Lorentz1.jpg

A partir daí podemos estudar as superfícies de estabilidade estrutural do sistema ou o possível comportamento caótico deles, além das bifurcações e catástrofes na continuidade. A análise da variedade diferenciável permite compreender melhor os sistemas dinâmicos. Apresentamos, a seguir, um exemplo ilustrado de superfícies estranhas típicas encontradas nesse estudo.





Fonte: [http://inspirehep.net/record/930874/files/attractor\\_lorenz\\_ND\\_Inter.png](http://inspirehep.net/record/930874/files/attractor_lorenz_ND_Inter.png). Acesso em: 08 jan. 2014.

E, é por meio dessas ilustrações que percebemos os limites de evolução de um sistema quanto à indecidibilidade de suas trajetórias e, portanto a trajetória.

## ALGUNS ELEMENTOS DA METAMATEMÁTICA

A metamatemática é um conceito formulado por *Jacques Herbrand* em 1930 e expandido por *Tarski* e *Gödel*. Cuida do esclarecimento rigoroso, através de recurso à própria matemática, de conceitos como o de axioma, regra de inferência e demonstração formal ou dedução, de completude e de interpolação.

Os fundamentos da matemática tiveram duas eras de investigação no século XIX. Por volta de 1900 uma nova crise e uma nova era surgiram, na busca do

sonho de se gerar uma matemática a partir de conjunto primeiro de axiomas. Um programa dominado por *Russel e Whitehead, Hilbert e Brouwer*.

Todavia, o aparecimento em 1931 dois teoremas de Gödel sobre a incompletude e os teoremas de *Tarski* enunciando o conceito de verdade em linguagem formalizada em 1933 e, a noção geral de função recursiva em 1934 por *Herbrand-Godel* e seu fundamento em 1936, por Church et al (1952) inaugurou uma nova era, onde ferramentas matemáticas podem ser aplicadas facilmente na avaliação de programa em outras qualquer direção de desenvolvimento.

Essa nova era, onde o conjunto de ferramentas designada por Matematemática chega aos tempos atuais com um subterfúgio estabelecendo um elo com as outras ciências na gradual e precisa mudança relativa, de paradigmas onde for necessário.

Há um tempo *Turing* resolveu todos os problemas relacionados a parada da máquina na Ciência da Computação, com seu conceito de máquina universal e algoritmos. E gradativamente as outras ciências não necessariamente naturais vem convergindo para a mesma idéia de incompletude e limites de desenvolvimento quanto aos seus fundamentos.

O estabelecimento de uma fronteira que não pode ser superada por meios lógicos e avaliar sua consistência relativa.

## **OS SISTEMAS SOCIAIS**

Duas veneráveis tradições filosóficas têm sido questionadas ao longo do tempo, sobre qual é a diferença essencial entre o mundo da *Natur* (Natureza) e *Kultur* (Social). Essa escolha define dois domínios: As Ciências Naturais e as Ciências Sociais. Sob o ponto de vista de construção de modelos matemáticos

não existe muita diferença, exceto na forma de perceber e manipular dos dados.

Pois, o sucesso nas soluções de equações diferenciais proposta por *A.Lokta* para o comportamento de sistemas biológicos e sociais. Ou na teoria da cinética química. Dá uma razoável previsão de comportamento para tais sistemas. Assim como, a proposta de *Lokta-Volterra* para equações diferenciais não lineares que também, descrevem com absoluta previsibilidade a relação entre presa-predador. Essas e outras equações, podem também, ser encontradas nos modelos que descrevem o comportamento de negócios e também os ciclos econômicos de nossa sociedade. Além das equações de *Garin-Lowry* para planejamento urbano.

É nesse contexto que mostraremos as evidências do **fenômeno da incompletude de Gödel** por Costa & Doria (1995) e, o anunciar de **limite Chantin**, para o desenvolvimento submetido ao método cartesiano da base científica da ciência.

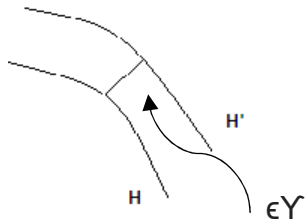
*Volterra* que descreve a interação de duas populações, enquanto a primeira variável  $x$ , explode exponencialmente a segunda  $y$ , decai exponencialmente. E, portanto a interação entre as duas populações se move para um comportamento em ciclos não-lineares. Nós booleano podemos mostrar a título de exemplo, apesar de a validade ser geral, que o fenômeno da indecidibilidade, mesmo para sistemas sociais, nesse caso, demográfico, são inevitáveis.

Seja a situação de dois sistemas de equações no modelo L-V desacoplados cujo hamiltoniano pode ser descritos como:

$$H = \langle x, y \rangle, \langle x', y' \rangle$$

Construindo um novo hamiltoniano para tais sistemas com a introdução de uma pequena perturbação  $Y$  teremos

$H' = H + \epsilon Y$  com  $\epsilon > 0$  bem pequeno.



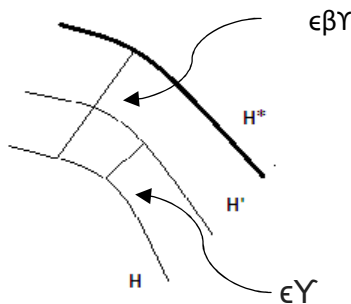
É fácil mostrar que possui uma ferradura de cavalo de Smale (conjunto fractal típico no espaço de fase sistemas caóticos). Baseado no Teorema de Ruelle e Tokens (1971). E, portanto tem comportamento caótico.

Usando agora a técnica padrão de forçamento (*forcing*) onde fazemos uma leve modificação na estrutura de  $H'$  teremos:

$H^* = H + \epsilon \beta Y$  com  $\beta \in \{0,1\}$  booleano, que agora é a hamiltoniano acoplado.

E, não podemos decidir pela teoria abordada se  $\beta = 0$  ou  $\beta = 1$ .

E, teremos  $H^* = H$  se  $\beta = 0$  e  $H^* = H'$  se  $\beta = 1$ .



Tais resultados podem ser enunciados como as seguintes asserções:

- (a)  $H^*$  descreve dois conjuntos de populações, não caóticos, desacoplados e oscilantes;
- (b)  $H^*$  descreve quatro conjuntos de populações, acoplados, caóticos e oscilantes com ciclos não-lineares e ocorrem concomitantemente.

Ambos são indecidíveis na teoria vigente. E, ocorrem em consonância do corolário associado a função da parada da máquina de Turing (COSTA & DORIA, 1995).

O exemplo acima considerado foi apenas ilustrativo, já que se poderíamos utilizar outra, mas sempre com as mesmas conclusões. Não há determinação prévia e sim uma indefinição absurda no comportamento do sistema. E, portanto os sistemas sociais, em particular, eles, são sim caóticos e se inserem no paradigma complexo.

## CONCLUSÕES

Podemos demonstrar como a lógica mesmo dentro do contexto cartesiano já exhibe formalmente o fenômeno da incompletude de Gödel, isto é nunca conseguiremos construir um modelo lógico perfeito para uma dada ciência, que permita incluir qualquer verdade sobre esse modelo. Ele sempre será incompleto se for consistente.

***O fenômeno da incompletude*** sempre vai aparecer, conduzindo a situações caóticas não previsíveis. Como foi mostrado por Gödel nos modelos de matemática formal.

Além disso, devemos acrescentar que devido a não computabilidade de tais seqüências de inferências lógicas, como mostrou *Turing*, *não se pode provar* ou *desprovar* que um tipo de processamento vai para ou não. No caso das ciências da computação esse problema é conhecido como “problema da parada”.

E mais, Chantín (1998), provou que devido a essa intratabilidade das situações lógicas, uma mínima ambigüidade conduzirá fatalmente a um **limite** de

exploração das inferências lógicas que uma ciência poderá propor. No caso da matemática é caracterizado pelo número irracional irredutível  $\Omega$ .

A tese desse ensaio é sustentar exatamente que se já nos deparamos com o fenômeno da incompletude mesmo utilizando o paradigma cartesiano, pois foi ele que permitiu essa ruptura no pensar lógico, que conduziu a um tipo de raciocínio lógico diferente chamado não-linear e que atrelado a isso se abriu o leque para novas possibilidades lógicas como os sistemas dinâmicos não-lineares, que hoje são chamados de sistemas complexos, já que incluem, entre outros, todas as características da causalidade não-linear, como caos, imprevisibilidade e ambigüidade.

## REFERÊNCIAS

COSTA, N.C.; DORIA, F. A. "Gödel incompleteness, explicit expressions for complete degrees and applications," Complexity 1, 40, 1995.

DYNAMICAL SYSTEMS – AN INTRODUCTION WITH APPLICATIONS IN ECONOMICS AND BIOLOGY, Pierre N. V. Tu – Springer-Verlag, Heidelberg, 1992.

ANN INST. H. Poincaré, Analysis Non Lineaire 13 (1996, nº 6, pp 741-781).

The Geometry of behavior, Abraham & Shaw (The visual mathematics library dynamics).

GOEL, N.S.; MAINTRA S.C; MONTROL, E.W., Rev. Mod. Phys. 44,231 (1971).

NICOLIS, G.; PRIGOGINE, I. Self-Organization in No equilibrium Systems, Wiley, 1997.

RUELLE, D.; TAKENS, E. Commun. Math. Phys. 20,167 (1971).

HORGAN, J. "Trends in Mathematics: The Death of Proof", Sci. Am. 269, #4, 77, 1993.

GÖDEL AND THE LIMITS OF THE LOGIC., june 99 – Sci. Am. 68/73  
(Undecidable Propositions in page 72).

EDWORD OTT, Chaos in Dynamics Systems, Cambridge University Press,  
1993.

CHANTIN, G. J. – The limits of mathematics: A curse on information theory &  
The limits of formal reasoning, Springer-Verlog. Singapure, 1998.

CHURCH, ALONSO and QUINE, W.V. – Some theorems on definability and  
decidability. The Journal of symbolic logic.Vol.17, pp 179-187.1952.

GÖDEL, Kurt Die Vollständigkeit der Axiome des logischen Funktionenkalküls.  
Monatis hefte für Mathematik und Physik, vol. 37, pp 349-360.

HILBERT, David Grundlagen der geometrie. 7<sup>th</sup> ed.,1930.

POICARÉ, Henri Science et method.Paris,1908. (tradução de 1929)

Recebido: 01/02/2014

Aprovado: 17/06/2014