

4

Caos

Gostaríamos de abrir este capítulo ressaltando que enfatizamos em nosso texto questões em torno da identidade, do discurso da metaficção historiográfica e da expansão das instâncias extra, intra e hipodieéticas por acreditarmos serem importantes na caracterização do texto de *Mongólia* como caótico. Nesse intento, conceitos como a complexidade, a não-linearidade, a teoria do fractal são aspectos chave na construção da hipótese de que se é possível verificar narrativas literárias que se comportam como um sistema caótico. Antes de tentar demonstrar o que nos permite pensar uma narrativa caótica, precisamos entender pressupostos básicos da teoria do caos. Neste capítulo nos ocuparemos em demonstrar as principais características dos sistemas caóticos.

Ressaltamos, ainda, que a leitura da narrativa de *Mongólia* sob a ótica da teoria do caos será feita na conclusão.

A palavra caos é comumente associada à desordem, bagunça. No senso científico assume sentido diferente daquele difundido pelo senso comum. A tradicional relação entre ordem e desordem foi usualmente entendida como uma relação de oposição. Ordem era o que poderia ser classificado, analisado dentro do discurso racional. Desordem era aquilo que se relacionava ao caos ou permanecia sem definição nas generalizações estatísticas. Nos vinte anos anteriores à década de 1990 pôde-se observar uma revolução nesta visão. Tanto na literatura quanto na ciência, caos tem sido conceituado como informação extremamente complexa.

O centro da teoria do caos, também chamada de ciência da complexidade ou ciências da complexidade – meteorologia, termodinâmica irreversível, epidemiologia e dinâmica não-linear -, é a descoberta de que, escondidas dentro da imprevisibilidade, há profundas estruturas de ordem. Os modelos dessa teoria têm sido aplicados a sistemas tais como o movimento dos olhos, a flutuação de populações animais, a modificações econômicas, etc.

Um dos aspectos controversos da teoria do caótico é a própria palavra que a caracteriza. No livro *A essência do caos* (1996), Edward Lorenz afirma que o termo tem sido utilizado pelos cientistas para denotar aleatoriedade. Segundo o

autor, “pode-se afirmar que há vários tipos de caos recentemente nomeados” (p. 16).

Segundo a teórica da literatura Katherine Hayles (1991), dentro da lógica de oposição binária largamente difundida no Ocidente, a palavra caos assume conotação negativa na medida em que, dentro dessa lógica, ordem é bom, e caos é ruim porque marca a oposição à ordem. “Eoyang suggests (“Heuristics”), to the predominance of the binary logic in the west. If order is good, chaos is bad because it is conceptualized as the opposite of order” (p. 03).

A autora cita dois exemplos literários de mitos criacionistas para marcar a diferença de concepção em relação à palavra caos. Katherine Hayles cita o texto *Enuma Elish*. Esse texto é um poema épico da antiga Babilônia sobre o mito da criação, escrito em sete tábuas de argila descobertas no século XIX nas ruínas da biblioteca Assurbanipal, em Ninive, próximo a Mossul no Iraque. *Enuma Elish* consiste na superiorização de Marduk, Deus protetor da cidade da Babilônia, sobre os outros deuses da Mesopotâmia, em particular Tiamat. O texto é uma constante alusão a luta entre Ordem e Caos. No contexto da obra, Marduk representa a luz e ordem e Tiamat representa a obscuridade e o caos. A obra reconta o estágio entre ordem cósmica e caos¹. “In this semiotic, chaos is opposed to civilized values as well as to the initiating act of creation” -, O outro mito criacionista citado pela autora é o que se encontra na obra *Zhuangzi*, livro de escritos da filosofia taoista. Como é contado no sétimo capítulo de *Zhuangzi*, o caos (Hun-dun)² foi destruído para que a civilização pudesse ter início: “Here the destruction of chaos, far from marking the beginning of civilization, bespeaks a provinciality unable to accept anything different than the self” (HAYLES, 1991, p. 02).

4.1

Fragmentos de histórias do caos

¹ In: www.cresourcei.org/enumaelish.html

² Hun-dun nesse contexto é entendido como estado da unidade e integridade que precede e torna possível a criação do mundo. Nesse sentido, é entendido como sendo internamente harmonioso e potencialmente criativo.

A história da teoria do caos é, além de recente, problemática. Possui duas vertentes que parecem ignorar uma à outra. A primeira linha é representada pela visão de que há nos sistemas caóticos uma ordem oculta. Os representantes dessa concepção, apontados por James Gleick no livro *Caos: a criação de uma nova ciência*, incluem Michell Feigenbaum, com a teoria do comportamento universal; Benoit Mandelbrot, com a geometria fractal; Robert Shaw, com os atratores estranhos e Edward Lorenz, com a aleatoriedade meteorológica. A segunda linha concentra-se na ordem fora de sistemas caóticos. Nessa perspectiva encontram-se pesquisadores como Arthur Winfree, Ilya Prigogine (Nicolis e Prigogine – *Auto-organização* -, Prigogine e Stengers – *Ordem fora do caos*) e René Thom (*Estabilidade Estrutural*). O principal pressuposto da segunda concepção é o conceito da auto-organização.

Segundo James Gleick (1989), o lado incerto, irregular da natureza sempre foi um enigma para a ciência e, por este motivo, relegado ao desconhecimento. Na década de 1960 a desordem na atmosfera, a turbulência no mar, as variações de populações animais começaram a despertar o interesse de matemáticos, físicos, biólogos e químicos que tentavam entender e reconhecer elos entre diferentes tipos de irregularidade. Surgiam nesse momento expressões como: sistemas dinâmicos, sistemas complexos, formas emaranhadas, estilhaçadas, enroscadas, fragmentadas e atratores estranhos. (p. 03-04)

A nova ciência é entendida por alguns físicos como uma ciência do processo e não do estado, uma ciência do vir-a-ser e não do ser. O caos esfumaça as fronteiras entre as disciplinas, isto porque suscita problemas aos quais os métodos da ciência tradicional não se aplicam. O estudo moderno do caos começou na década de 1960 com a compreensão de que equações matemáticas muito simples podiam servir de modelo para sistemas altamente violentos como uma queda d'água, por exemplo.

No livro *Dos Ritmos ao Caos* (1996), escrito por Pierre Bergé, Yves Pomeau e Monique Dubois-Gance, os autores, no capítulo intitulado “Uma pequena história do caos”, demonstram que já no início do século passado estudiosos como Henri Poincaré compreendera o que hoje, nos estudos de fenômenos caóticos, chama-se de sensibilidade à condições iniciais, ou SCI. Bergé, Pomeau e Dubois-Gance citam Poincaré:

Com efeito ele escreve “uma causa muito pequena, que nos escapa, determina um efeito considerável, que não podemos deixar de ver, e então dizemos que esse efeito se deve ao acaso... pode acontecer que pequenas diferenças nas condições iniciais gerem diferenças enormes nos fenômenos finais... a predição torna-se impossível”. É difícil expressar mais claramente a essência mesma do caos (p. 262-263).

Pelos seus estudos preliminares de propriedades iniciais do caos e pelo seu estudo moderno sobre sistemas dinâmicos, Henri Poincaré é considerado um dos fundadores das duas vertentes de pesquisas científicas acima mencionadas.

A definição de Poincaré é simétrica à definição que Edward Lorenz faz sobre o efeito borboleta, ou dependência sensível das condições iniciais. Em 1963, Lorenz publica um artigo em que apresenta o sistema de equações que modeliza a evolução dos movimentos atmosféricos, ou o efeito da SCI, que se apresentou como um problema para os meteorologistas que recentemente – nas décadas de 1970 e 1980 – criaram modelos de previsão meteorológica no computador. Em função do chamado efeito borboleta, os cientistas do tempo não podiam fazer previsões meteorológicas superiores a três dias. As previsões superiores a este período estavam sujeitas à multiplicação dos erros e das incertezas. De forma mais direta, o efeito borboleta é a relação entre as pequenas condições meteorológicas e as grandes catástrofes. Para um meteorologista global, pequenas condições meteorológicas podem significar tempestades e nevascas.

Além de Poincaré, Pierre Bergé, Yves Pomeau e Monique Dubois-Gance citam os pesquisadores da chamada escola russa que, além de identificarem a sensibilidade às condições iniciais – SCI -, contribuíram para o desenvolvimento das idéias sobre fenômenos não-lineares. Entre eles estão pesquisadores como Mandelshtam e A. Androvov. Este foi aluno de Mandelshtam e estudou sistemas não-lineares oscilantes auto-sustentados. (1996, p. 264)

As pesquisas sobre dinâmica caótica apontam a SCI, a não-linearidade e a complexidade como características importantes na especificação e definição desses fenômenos.

Edward Lorenz (1996) questiona: “Serão sinônimos ‘não-linearidade’ e ‘caos’?”. Ele próprio responde dizendo que não. Para o cientista, o caos demanda não-linearidade, mas a não-linearidade não garante o caos. (p. 197). Um fenômeno

linear seria aquele que, em qualquer variável, pode ser verificado sempre o mesmo padrão de mudança. Nas palavras do pesquisador:

Um processo linear é aquele no qual se uma mudança em qualquer variável em algum instante inicial produzir uma mudança nela mesma ou em outra variável em algum instante posterior, uma mudança duas vezes maior, no mesmo instante inicial, irá produzir uma mudança duas vezes maior no mesmo instante posterior. Você pode substituir “duas vezes” por “metade” ou por “cinco vezes” ou “cem vezes” e a definição continuará válida. Segue-se que se os valores posteriores de qualquer variável forem postos em função de valores iniciais respectivos de qualquer variável em um gráfico, os pontos ficarão sobre uma linha reta, daí o nome. Um processo não-linear é simplesmente aquele que não é totalmente linear (1996, p. 195).

A questão da não-linearidade presente nos sistemas caóticos está relacionada com a dependência das condições iniciais. Assim, um sistema caótico “é aquele no qual pequenas diferenças no estado atual levarão, com o passar do tempo, às maiores diferenças possíveis” (LORENZ, 1996, p. 197).

O matemático S. Smale afirmou em seus estudos que qualquer sistema caótico era estável. O que não corresponde à realidade desses sistemas. Os apontamentos de Smale poderiam ser contestados com a afirmativa de que em um mesmo sistema é possível encontrar o caos e a estabilidade. Caos e instabilidade não são sinônimos. Um sistema caótico pode ser estável se a irregularidade específica nele encontrada permanecer a mesma diante de pequenas perturbações. Em oposição ao chamado caos estável pode-se observar o ‘caos instável’ ou o caos puro, caracterizado pelo surgimento de um novo tipo de ordem originada da desordem pura (GLEICK, 1989, p. 44).

Gleick afirma que o caos estável - aquele em que as irregularidades apresentam certa estabilidade - pode ser caracterizado pela presença da auto-organização e regulação por mudanças não-lineares. A caracterização do que seria a desordem pura - como forma sem a presença de nenhum tipo de padronização - é definida quando Gleick discorre sobre o modelo de dados criado por Lorenz. Para o autor, o mapa de Edward Lorenz

mostrou uma espécie de complexidade infinita que ficava sempre dentro de certos limites, nunca saindo da página, mas também nunca se repetindo. Traçava uma força estranha característica, uma espécie de espiral dupla em três dimensões. A forma assinalava a desordem pura, já que nenhum ponto ou padrão de pontos jamais se repetiu. Não obstante assinalava também um novo tipo de ordem (Gleick, 1989, p. 27).

Aqui fica evidente a diferença entre caos estável e caos instável, ou desordem pura.

Os estudos de dinâmica caótica foram despertados, segundo James Gleick, pelo comportamento aparentemente simples dos pêndulos, modelos de sistemas dinâmicos. Os estudiosos observaram que a irregularidade presente em sistemas simples agia como um processo criativo, gerando complexidade: “padrões de organização variada, por vezes estáveis e por vezes instáveis, por vezes finitos e por vezes infinitos”. James Gleick (1989) cita como exemplo dois brinquedos que eram observados pelos cientistas. Um deles, o ‘Trapézio Espacial’, foi estudado por Michael Berry. O pesquisador descreveu uma série de comportamentos só compreensíveis na linguagem da dinâmica caótica. Esse brinquedo é uma composição em que uma haste com um par de bolas nas pontas é colocada como barra transversal T no alto de um pêndulo com uma terceira bola, mais pesada, na base. Essas bolas têm em seu interior pequenos ímãs. Quando acionado, o aparelho mantém-se em movimento pelo impulso magnético provocado pela passagem das bolas umas pelas outras. A oscilação do aparelho pode ser às vezes rítmica, constante, e às vezes o movimento pode tornar-se variado e surpreendente. Gleick entende que a variação constante e a imprevisibilidade são elementos sempre presentes em fenômenos caóticos (p. 39).

Outra característica importante de sistemas caóticos parece ser a complexidade. Para Edward Lorenz (1996), o termo complexidade tem tantas definições quanto o próprio caos. E muitas vezes os dois - a complexidade, tipo de irregularidade espacial, e o caos, tipo de irregularidade temporal - são encontrados juntos. O pesquisador afirma que a complexidade é usada “para indicar a extensão de um conjunto de instruções que alguém teria que seguir para representar ou construir um sistema” (LORENZ, 1996, p. 198).

James Gleick cita em seu livro as pesquisas de Mitchell Feigenbaum que concentrou esforços na pesquisa da região limítrofe entre ordem e caos, questão levantada pelo matemático Steve Smale ao falar sobre algumas qualidades da equação de diferença quadrática. Observou-se que nessa região fronteiriça “havia um grande número de duplicação de períodos, a divisão de dois ciclos em quatro ciclos, de quatro ciclos em oito ciclos e assim por diante” de modo que as divisões seguem mantendo um surpreendente padrão. Feigenbaum ocupou-se em calcular os valores dos parâmetros que impulsionavam as divisões e descobriu que havia uma regularidade oculta no processo de divisão de períodos, o que é conhecido como convergência geométrica. A partir disso, passou a calcular a razão da convergência. Esse exercício levou o pesquisador a descobrir que duas equações, diferentes na forma e no significado - a equação quadrática e a equação do seno, levavam ao mesmo resultado, permitindo-lhe supor que, no interior dessas equações, algo se repetia e dava origem a um número singular. Segundo Gleick, Feigenbaum supunha que havia nessas funções algo repetitivo, auto-referencial. “sendo o comportamento de uma guiado pelo comportamento de outra escondida dentro dele” (GLEICK, 1989, p. 177). Feigenbaum criou a partir dessa observação a teoria da universalidade. Essa teoria evidencia o comportamento idêntico de sistemas diferentes. Feigenbaum acreditava que “sua teoria expressava uma lei natural sobre sistemas no ponto de transição entre ordem e turbulência” (1989, p. 177). A descoberta da universalidade – como é chamada a descoberta de Feigenbaum – levou outros cientistas a perceberem que havia estruturas em sistemas não-lineares que são sempre as mesmas.

Mais tarde o matemático Michael Barnsley, refletindo sobre os ciclos 2, 4, 8, 16 descritos por Mitchell Feigenbaum, supôs que essa seqüência deveria ser parte de algum objeto fractal. O contexto para essa idéia era o território numérico conhecido como plano complexo:

Neste, os números de menos infinito até infinito – ou seja, todos os números reais - situam-se numa linha que se estende do extremo oeste para o extremo leste, com zero no centro. Mas a linha é apenas o equador de um mundo que também se estende ao infinito para o norte e para o sul. Cada número é composto de duas partes, uma parte real, correspondendo à longitude leste-oeste, e uma parte *imaginária* que corresponde à latitude norte-sul. (...) no plano complexo, ver apenas os números reais – só os pontos do equador – seria limitar a visão aos

contatos ocasionados de forma que poderiam revelar outros segredos, quando vistas em duas dimensões. (GLEICK, 1989, p. 208-209).

Ao começar a traduzir as funções de Feigenbaum para o plano complexo, Barnsley observou o surgimento de contornos de uma família de formas, que em princípio poderiam ser relacionados com as idéias dinâmicas que provocavam os físicos experimentais. Uma outra relação entre as funções do pesquisador americano e as formas surgiu com o estudo de formas complicadas e suas implicações para a matemática do, também americano, John Hubbard e para os estudos de Benoit Mandelbrot.

Benoit Mandelbrot começou a estudar uma classe de formas conhecidas como conjunto de Julia. O matemático tentava encontrar uma maneira de generalizar esses conjuntos que foram inventados e estudados durante a Primeira Guerra Mundial pelos matemáticos Gaston Julia e Pierre Fatou. Disposto dos recursos do computador, em 1979 Mandelbrot “descobriu que poderia criar uma imagem no plano complexo que serviria como um catálogo dos conjuntos de Julia, um guia para cada um deles e para todos” (1989, p. 215). O pesquisador continuou as pesquisas e passou a observar o mapeamento simples, que, aparentemente, possuía um processo de programação simples. Constatou-se que com um programa que repetia algumas vezes o *loop* de realimentação apareciam formas de discos. Segundo Gleick, após a comprovação matemática de que os discos visualizados no programa eram reais, Mandelbrot via, além dos indícios de mais formas, “uma hierarquia de formas, átomos produzindo átomos menores *ad infinitum*”, de forma mais prática essa é a definição de fractal. O pesquisador reconheceu também que “onde o conjunto cruzava a linha real, seus discos sucessivamente menores faziam escala com uma regularidade geométrica que os especialistas em dinâmica caótica agora conheciam: a seqüência de bifurcações de Feigenbaum” (1989, p. 215).

O conjunto de Mandelbrot é caracterizado pela coleção de pontos que no plano complexo se localizam dentro ou fora dele. Aqui o conceito de conjunto de Mandelbrot alinha-se à afirmação de Edward Lorenz de que a complexidade é elemento indicador, para alguns, de extensão de determinados conjuntos de instruções para a representação ou construção de algum sistema. Para Lorenz, “a

complexidade é às vezes utilizada para indicar a dependência sensível e tudo o que se relaciona com ela” (1996, p. 202). Ainda em suas considerações sobre a complexidade, o pesquisador cita exemplos de figuras cujas ondulações não são traduzíveis numericamente, ou seja, elas não seguem nenhuma fórmula matemática simples conhecida. Essa falta de padronização provocaria um árduo trabalho de especificação e localização de um grande número de pontos em cada faixa. Reside neste fato a complexidade: impossibilidade de tradução dentro de sistemas já existentes, e a relação da complexidade com o caos, que parece caracterizar-se pela ausência de modelos explicativos justamente por apresentar características antes desprezadas pelos cientistas: a imprevisibilidade, a aleatoriedade, a não-linearidade e a complexidade.

Além da complexidade e da não-linearidade, outro termo que aparece com frequência nos estudos de fenômenos caóticos é o termo fractal ou fractalidade. No livro *A Essência do Caos* (1996), Edward Lorenz discute no capítulo intitulado “O que mais é o caos?”, os termos não-linearidade, complexidade e fractalidade.

A definição de fractal presente nos trabalhos de Mandelbrot é, segundo Gleick, a de que o fractal possui como característica a construção de pequenas cópias da imagem principal.

Benoit Mandelbrot reconheceu em meados do século XX a dimensão fracionária de sistemas familiares encontrados na natureza, no cotidiano ou em modelos matemáticos simples desses sistemas. Entre esses sistemas incluem-se árvores com elementos que as compõem: galhos, troncos, ramos e raminhos. O termo fractal foi criado por Mandelbrot para descrever os sistemas com dimensionalidade fracionária. Edward Lorenz cita, em seu livro *A Essência do Caos* (1996), um trabalho de Mandelbrot intitulado “Quão extensa é a costa da Bretanha?” no qual o pesquisador nota que “se medirmos a extensão, em mapas sucessivamente maiores que visualizem aspectos cada vez menores, a resposta se torna cada vez maior”. O termo fractal tornou-se amplamente usado e ainda assim parece possuir um significado determinado, o que não acontece com as palavras ‘caos’ e ‘complexidade’, tão movediças e complicadas quanto os fenômenos que determinam. Em relação a muitos fractais, uma de suas propriedades é a auto-similaridade. “Em muitos sistemas fractais várias partes adequadamente escolhidas, quando apropriadamente ampliadas, se tornarão cada uma delas

idênticas ao sistema como todo”. Esse processo se aplica também às sub-partes e, conseqüentemente, ao sistema todo. Em outros exemplos de sistemas fractais a semelhança é apenas estatística, as partes menores não irão se sobrepor ao sistema, mas terão a mesma aparência geral. (LORENZ, 1996, p. 205)

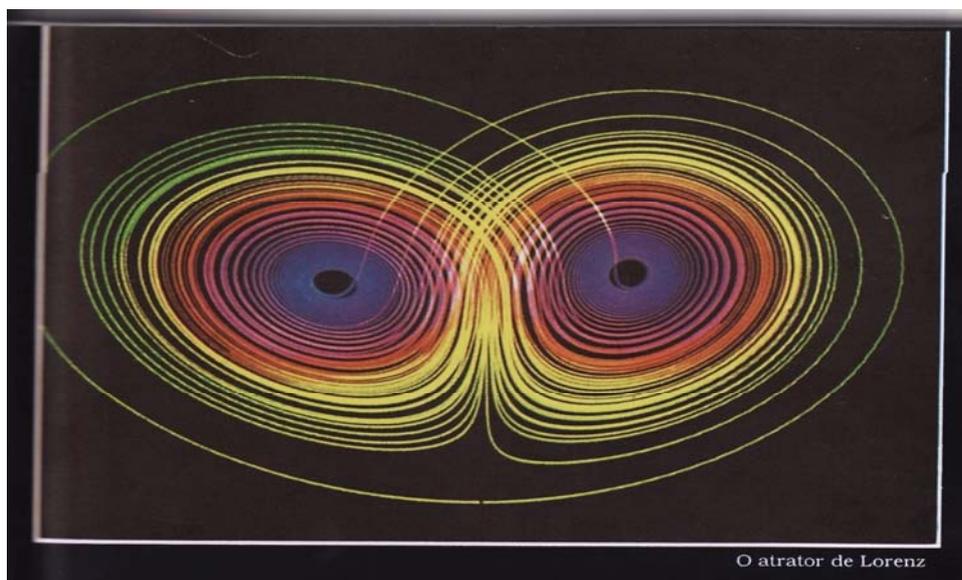


(GLEICK, 1989, p. 112)

Lorenz questiona: “O que os fractais têm a ver com o caos?”. O pesquisador considera que caos e fractais têm muito pouco em comum se os contextos em que os fractais são produzidos não forem contextos regulados por regras simples. Nas palavras do autor: “alguns fractais chegam quase a ser classificados como caos por serem produzidos mediante a regras descomplicadas (...) e não apenas por apresentar estruturas não-convencionais”. Há, no entanto, casos em que é possível notar uma estreita ligação entre fractalidade e caos. Como exemplo podemos citar os atratores estranhos, que são eles próprios fractais. O que mais chamou a atenção dos pesquisadores para os atratores estranhos foi o aspecto fractal dos mesmos. Durante determinado período o fractal e a fractalidade tornaram-se um dos principais assuntos da teoria do caos. (LORENZ, 1996, p. 213)

Foi próximo da década de 1970 que novos atratores estranhos foram sendo encontrados, e “estes atratores pelas suas estruturas fractais, mais do que pela ausência de periodicidade ou presença da dependência sensível das condições iniciais, eram os aspectos que alguns especialistas estavam achando mais atraentes” (LORENZ, 1996, p. 214). A expressão atrator estranho surgiu pela primeira vez em 1971 num artigo intitulado “Sobre a natureza da turbulência”, de David Ruelle e Floris Takens. Nesse artigo, os autores descreviam o movimento turbulento como sendo caótico (idem, p. 168).

Os atratores estranhos vivem no espaço da fase. Esse espaço cria maneiras de se transformar números em imagens, extraindo todas as informações essenciais de um sistema de partes móveis, mecânicas ou fluidas criando um mapa flexível de todas as suas possibilidades. A descrição e a definição de atratores estranhos são bem mais complexas. Interessa-nos, aqui, no entanto, apenas construir uma noção do que sejam imagens de atratores estranhos. As pesquisas em torno dessas imagens revelaram a “estrutura fractal fina suposta por Edward Lorenz” (GLEICK, 1989, p. 135).



(GLEICK, 1989, p. 111)

Longe de esgotar as discussões e os estudos sobre dinâmica caótica, ocupemo-nos agora em discutir a segunda linha histórica da teoria do caos apontada por N. Katherine Hayles.

Voltando às questões levantadas por Hayles, a segunda linha da história do caos é representada principalmente por Ilya Prigogine com o livro *A ordem fora do caos*. O pesquisador foi premiado em 1977 com o Nobel de química por suas contribuições à termodinâmica do não-equilíbrio e por sua teoria das estruturas dissipativas – criação da ordem pela desordem. A segunda linha da teoria do caos é ignorada pela comunidade científica porque possui uma orientação filosófica. Preocupa-se com as implicações filosóficas da teoria do caos e não especificamente com problemas da dinâmica não-linear. Paradoxalmente, *A ordem fora do caos* tornou-se importante componente de um novo paradigma

marcado pela possibilidade de diálogo entre as teorias das ciências naturais e as ciências humanas. O cerne da visão de Prigogine é o papel da desordem entrópica na criação da ordem (HAYLES, 1991, p. 13).

O pesquisador reconceitualizou a segunda lei da termodinâmica, segundo a qual, em sistemas fechados a entropia (função da temperatura absoluta) sempre tende para a ampliação, o aumento. Dito de outro modo, a segunda lei da termodinâmica aponta para o fato de que em toda troca de calor alguma quantidade de calor é perdida para algum propósito aproveitável.

No século XIX, Lord Kelvin (William Thomson) distinguiu o que era chamado de tendência universal para a dissipação. Ele pensou que, se o calor é constantemente dissipado, a temperatura poderia se estabilizar acima do zero absoluto e dessa forma a vida de alguns grupos não seria possível. Segundo Katherine Hayles, Kelvin e muitos outros contemporâneos a ele acreditavam que o universo estaria caminhando para o ponto final chamado de *heat death*, final para o qual a segunda lei da termodinâmica aponta. (1991, p. 13)

Nos livros secundários de Física, entropia é descrita como um conceito matemático associado ao conceito estatístico de desordem. A entropia seria uma propriedade intrínseca dos sistemas, caracterizada pela relação de proporcionalidade com a desordem. Seu valor aumenta em função do aumento da desordem nos processos naturais. (RAMALHO, 1982, p. 116)

A visão tradicional da segunda lei da termodinâmica é atacada por Prigogine e Stengers. Os pesquisadores calculam que em sistemas distantes do equilíbrio a produção de entropia é um mecanismo que direciona o mundo para uma crescente complexidade. Nessa concepção, em sistemas sem equilíbrio a produção de entropia é elevada, desse modo, decréscimos locais podem acontecer fora da entropia, violando assim a segunda lei da termodinâmica. (HAYLES, 1991, p. 13)

Em determinadas circunstâncias, esse mecanismo permite um sistema para combinar a auto-organização espontânea. Esse mecanismo tem sido estudado desde o século XIX, mas só na metade do século XX é que Prigogine e Stengers, além de outros pesquisadores, colocaram a auto-organização em um contexto em que é sugerida a capacidade de auto-organização do universo. Essa visão tem sido ampliada para uma visão cosmológica, com o argumento de que o caos precede o universo.

Recently Prigogine and his collaborators have extended this vision to cosmology (Gunzig, Geheniau and Prigogine, "Entropy and Cosmology"). They argue that before the Big Bang there was a quantum vacuum, and that fluctuations in it brought into existence the aboriginal matter of the universe. Thus the "Order out of chaos" scenario is extended to cosmogonic proportions that explain why there is something rather than nothing. In this vision chaos is transformed as in Hesiod's ancient account in *theogony*, into the progenitor of the universe, order's precursor and partner rather than its antagonist. (HAYLES, 1991, p. 14)

Nesse contexto, as pesquisas de Ilya Prigogine sobre processos de auto-organização alargaram os horizontes das pesquisas em torno de fenômenos caóticos. As bases de seus pressupostos são encontradas no livro *Order out of chaos* escrito em parceria com Isabelle Stengers. O ponto principal de sua teoria é a concepção de que no centro da desordem desenvolve-se uma ordem criadora.

As reações distintas da comunidade científica ao trabalho de Prigogine contrastam com o entusiasmo e a boa receptividade que seu estudo obteve no campo das ciências humanas. A comunidade científica, por vezes, ignorou e desvalorizou as pesquisas de Prigogine em função das suas especulações filosóficas sobre as implicações da teoria do caos e as questões ligadas aos sistemas não-lineares. O enfoque das pesquisas do prêmio Nobel em química está na possibilidade do universo possuir a capacidade de auto-renovação, com o estabelecimento de novos sistemas a partir da instabilidade de partículas elementares. A chave desses processos de mudança seria a questão do tempo irreversível.

O trabalho científico de Prigogine permite o diálogo entre as ciências naturais e as ciências humanas, isto porque objetos de investigação como o devir, a complexidade e a ordem oculta na desordem se tornam comuns a ambas as ciências (PESSIS-PASTERNAK, 1993, p. 36). As teorias do caos e dos fractais, originalmente oriundas da matemática e da geometria, tornaram-se molas propulsoras de um novo paradigma em que fractais e caos impulsionaram e ainda impulsionam as tentativas de entender sistemas não-lineares, sistemas dinâmicos,

auto-organização, artificialidade e toda a gama de sistemas que abrangem a ciência da complexidade.

Um dos aspectos discutidos por Katherine Hayles na introdução do livro *Chaos and Order: complex dynamics in literature and science* é a relação entre a teoria do caos e o conhecimento científico constituído culturalmente. A teoria do caos aparece como algo renovador dos métodos científicos. É importante ressaltar, no entanto, que a ciência do caos não se opõe à ciência dita normal, mas que a ciência do caos é a ciência normal. A nova ciência não suplanta a velha. Em alguns momentos a ciência do caos questiona o modo como a ciência é feita. Esse questionamento provém do fato que, por exemplo, na física tradicional, os sistemas e modelos explicativos desprezam a imprevisibilidade, descartando assim a complexidade dos mesmos. A ciência do caos é entendida como nova ciência porque articula possíveis visões de mundo. Essas possíveis visões são oriundas, além de fatores culturais e lingüísticos, de ferramentas como o computador, importante ferramenta na construção e desenvolvimento da teoria do caos. Os computadores modificaram as relações das pessoas com o mundo. Fenômenos complexos de diversas formas estão presentes no cotidiano das pessoas, afetando, através da multiplicidade de informações e possibilidades, a noção de coerência. Nesse contexto, idéias teoricamente abstratas parecem encontrar respaldo.

Explorando a relação entre teoria do caos e cultura, Katherine Hayles tenta articular as teorias da complexidade às ciências humanas e à cultura pós-moderna. A teórica da literatura considera que esta teoria é parte da cultura e que os cientistas são afetados pela cultura na qual estão imersos. Um dos fatores culturais mais importantes é a linguagem, tida por muitos como instrumento de trabalho. Estudos importantes na área realizados pelos pesquisadores Gillian Berr, Donald Mccloskey, Charles Bazerman e Bruno Latour demonstram que a linguagem não pode ser entendida como instrumento a serviço daqueles que a utilizam.

These studies, along with many others, demonstrate that language is not a passive instrument but an active engagement with a vital medium that has its own currents, resistences, subversions, enablings, pathways, blokages. As soon as discovery is constituted by langage” (HAYLES. 1991, P.05).

O contexto pós-moderno tem importante papel na construção da consciência da desordem, da não-linearidade e dos sistemas complexos, criando um ambiente que favorece a fascinação popular pela teoria do caos.

Ainda não é possível, contudo, avaliar as hipóteses e teses associadas aos sistemas complexos. Para a pesquisadora Diana Damasceno (2002)

parece aceitável supor que teorias do caos fazem parte de uma mudança de ótica abrangente e significativa que tem interessado não apenas ao terreno das ciências naturais, mas também provocado crescente interesse na área das ciências humanas e sociais. (p. 22)

Nesse sentido, a pesquisadora afirma que, sendo os sistemas complexos caracterizados pela riqueza de informações e freqüentemente transformados em sistemas articuláveis na contemporaneidade, é possível incluir nesse “viés a construção de uma matriz cultural formada não propriamente com base no pressuposto exato da ciência do caos, mas a partir dele” (DAMASCENO, 2002, p. 23).

É nessa moldura que procederemos nossa análise da cartografia da narrativa de *Mongólia* buscando apontar como e porque essa narrativa pode ser ‘lida’ como um sistema complexo, como uma narrativa caótica em alguns aspectos.