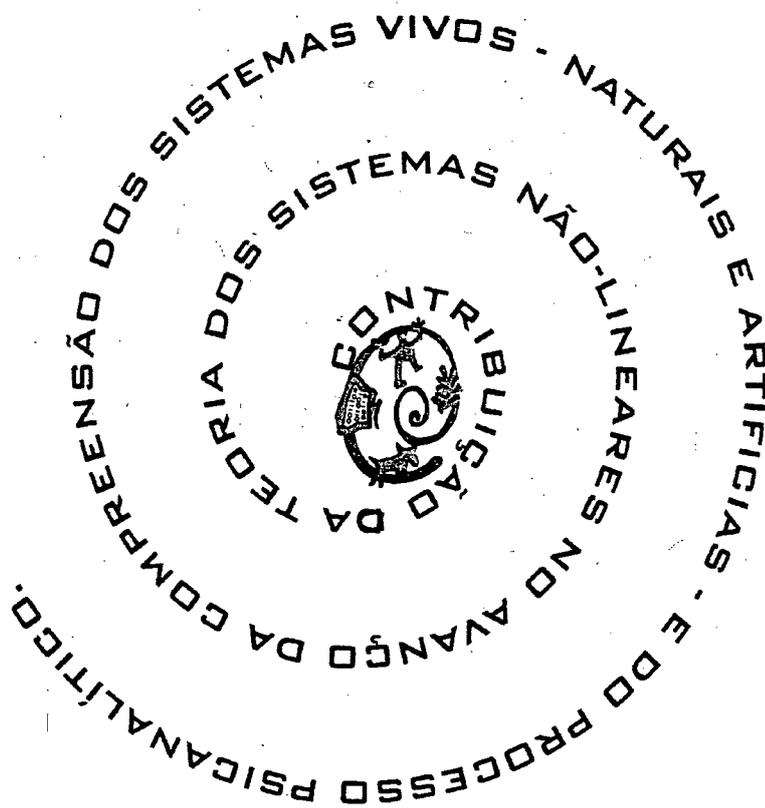


Juliana Cláudia Brandão Magalhães



Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Alejandro Martins Rodriguez, Dr.

Florianópolis

2002



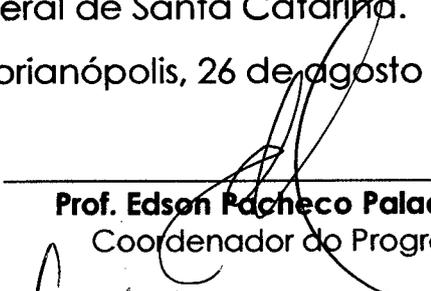
Juliana Cláudia Brandão Magalhães



CONTRIBUIÇÃO DA TEORIA DOS SISTEMAS NÃO-LINEARES
NO AVANÇO DA COMPREENSÃO DOS SISTEMAS VIVOS -
NATURAIS E ARTIFICIAS - E DO PROCESSO PSICANALÍTICO.

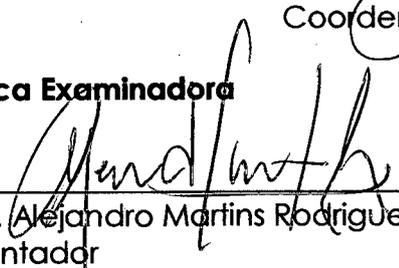
Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção
do grau de **Mestre em Engenharia de Produção** no **Programa de
Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas** da
Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 26 de agosto de 2002.

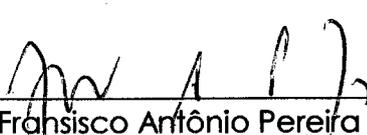


Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.
Coordenador do Programa

Banca Examinadora



Prof. Alejandro Martins Rodriguez, Dr.
Orientador



Prof. Francisco Antônio Pereira Fialho, Dr.



Prof. Carlos Augusto Monguilhott Remor, Dr.



Prof. Christianne C.S.R. Coelho, Dr.





Dedico este estudo àqueles que se perpetuam na ausência.





AGRADECIMENTOS

À minha mãe que me ensinou a costurar.

Ao meu pai que me ensinou a ter fé.

Ambos me apoiarem nesta viagem, mesmo sem saber o que estava acontecendo.

A minha filha que, mesmo ausente, sempre esteve ao meu lado e impulsionou minha caminhada até este ponto.

Aos meus sobrinhos Talitha e João Pedro, filhos e presentes.

A minhas irmãs Angela, como exemplo de ida e Bel, que me trouxe pela mão.

A meu avô Brandão baiano como exemplo do caos, da criatividade e da alegria.

A minha avó Yolanda como exemplo da ordem.

A Didina como exemplo da fase de transição.

A Deusita por seu exemplo de perseverança.

À minha amiga Maria Candida Catharina por sua verdadeira amizade.

À Tia Maria Carmem por me ajudar na mudança de atrator.

Ao meu professor Oscar Paixão por ter me ensinado a ler Freud.

Ao Prof. Fialho por me encorajar e orientar

A Profa. Christianne por me encorajar a conhecer sobre a complexidade.

Ao meu orientador, Prof. Alejandro, por me apresentar à vida artificial.

Ao Grupo de Estudos da Complexidade: Chris, Luiza, Olavo, Myriam, Elaine, Eve e Aline.

Aos amigos.

A memória do companheiro PIM e aos companheiros NANNY e KONG.

Ao Alexandre por tudo.





"No desenvolvimento da humanidade, assim como no do indivíduo, o amor se revelou o principal, senão mesmo o único fator de civilização, determinando a passagem do egoísmo ao altruísmo"

Sigmund Freud





RESUMO

MAGALHÃES, Juliana C. Brandão. **Contribuição da teoria dos sistemas não-lineares no avanço da compreensão dos sistemas vivos – naturais e artificiais – e do processo psicanalítico.** 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, UFSC, Florianópolis.

Sistemas vivos - naturais, artificiais e humanos - são capazes de reprodução, auto-organização, adaptação e evolução. Neste estudo apresentamos, nos achados do biólogo evolucionista Stuart Kauffman (1993), a demonstração que os sistemas capazes de evolução adaptativa são aqueles considerados de complexidade organizada, sobre os quais a força da seleção natural pode atuar. Nestes sistemas, mudanças que ocorrem com frequência influenciam na harmonia entre as forças internas que estruturam o sistema e as forças externas que fazem parte do meio ambiente como qual o sistema se relaciona. Na maior parte do tempo há harmonia nesta inter-relação. Porém, quando ocorre um stress além de um limite suportável o sistema passa por uma fase de transição que o leva a um novo nível de organização com o surgimento de estruturas emergentes. Apresentamos o trabalho de Palombo (1999), que relaciona os achados de Kauffman nos sistemas biológicos aos seus achados referentes à evolução de um processo psicanalítico. Utilizamos-nos dos conceitos de fase de transição, da propriedade de auto-organização e do fenômeno da emergência para demonstrar através da teoria psicanalítica de Winnicott, a emergência da área da ilusão, do objeto transicional e dos fenômenos transicionais como processos de auto-organização do "sistema mãe-bebê", a partir da fase de indiferenciação em direção à diferenciação e capacidade de auto-observação. Nesta trajetória utilizamo-nos do conceito de fase de transição da Teoria dos Sistemas Não-lineares como ferramenta de avanço na compreensão do funcionamento e da evolução dos sistemas vivos.

Palavras-chave: sistemas não-lineares, evolução, auto-organização, auto-observação, psicanálise.





ABSTRACT

MAGALHÃES, Juliana C. Brandão. **Contribution of non-linear systems in the comprehension of the living systems – natural and artificial – and the psychoanalytical process** .2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, UFSC, Florianópolis.

Natural, artificial and humans systems are considered living systems since they are capable of reproduction, self-organization and evolution. In this work I present de findings of Sturt Kauffman (1993), an evolucionist biologist, who has demonstrated through artificial simulations, that the kind of systems capable of adaptive evolution are the ones of organized complexity upon which the force of natural selection acts on. The harmony between the internal forces which structures these systems and the external forces with which these systems interact are influenced by frequent changes. During most part of the time, harmony is sustained but when these changes reaches the limit of stress, the systems goes through a phase transition that can lead it to another level of organization and the formation of new, "emergent" structures. We proceed presenting the findings of psychoanalyst Stanley Palombo (1999) who relates Kauffman findings with his own, about the evolution of the psychoanalytic process. We borrow, then, the concepts of phase transition, self-organization and emergence in order to demonstrate the emergence of the illusion area, the transitional object and the transitional phenomenon as self-organizing process of the "mother-baby" system's evolution. Once these relations are shown we relate this process to the emergence of the capacities of self-observation. During all this path the Non-linear System's concept of phase transition is used as a tool to our better understanding of the process of evolution of living systems.

Key-words: non-linear systems, evolution, self-organization, self-observation, psychoanalysis.



**SUMÁRIO**

Lista de figuras.....	p.xi
1 Introdução	p.13
1.1 Apresentação do Tema	p.13
1.2 Problema de Pesquisa	p.19
1.3 Objetivo Geral	p.20
1.3.1 Objetivos específicos	p.20
1.4 Limitações	p.21
1.4.1 Posicionamento Epistemológico	p.21
1.4.2 Posicionamento Metodológico	p.23
1.5 Estrutura do trabalho	p.24
2 Organismos Naturais e Organismos Artificiais	p.25
2.1 Os ecossistemas Terra e Tierra	p.26
2.2 Evidências do primeiro genoma replicante	p.28
2.3 As propriedades de auto-manutenção, auto-reprodução e evolução	p.29
2.4 Teoria dos Sistemas Não-Lineares e a Computação.....	p.32
2.5 Os sistemas Não-Lineares e a capacidade de auto-organização.....	p.36
2.6 Algoritmo Químico.....	p.37





2.7 Organismos Vivos.....	p.40
2.8 Algoritmos Genéticos.....	p.41
3 A Teoria dos Sistemas Não-Lineares e a Biologia.....	p.46
3.1 A linearidade e a Teoria Evolucionária.....	p.47
3.2 A Não-Linearidade e a Teoria Evolucionária	p.49
3.3 O conceito de Auto-Organização incorporado à Teoria Evolucionária ...	p.49
3.4 O conceito de Auto-Organização.....	p.50
3.5 A Auto-Organização e o programa genético	p.52
3.6 Redes Boleanas.....	p.54
3.7 A adaptação, a auto-organização e as paisagens de aptidão	p.57
4 A Teoria dos Sistemas Não-Lineares e a Psicologia.....	p.68
4.1 Em busca de um referencial teórico para "nosso" Sistema Psíquico	p.69
4.2 Propriedades constituintes de um Sistema	p.72
4.3 A capacidade de auto-organização como processo de um sistema	p.73
4.4 Breve histórico da utilização da TSNL à Psicologia	p.73
4.5 A TSNL aplicada à Psicanálise	p.75
4.6 Conceitos de auto-organização e co-evolução aplicados à Psicanálise ...	p.79
4.7 A emergência da capacidade de auto-observação.....	p.86





5 A Teoria dos Sistemas Não-Lineares, a Auto-Organização e a área da transicionalidade da Teoria Psicanalítica de Winnicott.....	p.90
5.1 Alguns conceitos da Teoria Psicanalítica de Winnicott	p.91
5.2 Primeiro Nível Hierárquico: emergência da área de ilusão enquanto estrutura da capacidade de ilusão enquanto processo	p.94
5.3 Em direção ao segundo nível hierárquico de auto-organização: emergência do objeto transicional enquanto estrutura de experimentação e da capacidade de simbolização do bebê enquanto processo.....	p.96
5.3.1 A Área da Transicionalidade	p.99
5.4 Terceiro nível hierárquico: emergência do espaço de paradoxo enquanto estrutura e da capacidade de auto-observação enquanto processo.....	p.100
5.5 Winnicott, a partir de Palombo (1999)	p.101
6 Considerações Finais.....	p.106
6.1 A não-linearidade em relação à Biologia e a Psicologia	p.106
6.2 O espaço do paradoxo e o processo de desenvolvimento	p.107
6.3 A não-linearidade, a complexidade e eco-psicologia como possibilidade de uma mudança de visão de mundo.....	p.111
7 Referências Bibliográficas	p.117



**LISTA DE FIGURAS**

- Figura 2.1: Analogia dos ecossistemas Terra e Tierra, segundo Ray, 1996 p.27
- Figura 2.2: Evolução Prebiótica: segundo Morowitz, 1992..... p.29
- Figura 2.3: Analogia dos estados físicos da matéria ao comportamento de uma rede, segundo Langton..... p.34
- Figura 2.4: Fase de Transição de um Sistema à Beira do Caos p.35
- Figura 2.5: Interações entre Expressões de algoritmos químicos p.38
- Figura 3.1: Exemplo de representação da evolução por ramificação, conforme proposto por Darwin: tendência evolucionária do cavalo, *Equus*, a partir do provável ancestral de todos os cavalos, o *Hyracotherium*, representante do Eoceno p.48
- Figura 3.2: Fase de Transição e Auto-Organização de um Sistema p.51
- Figura 3.3: Esquema de uma Rede Boleana p.57
- Figura 3.4: Exemplo de paisagem de aptidão..... p.58
- Figura 3.5: Esquematização da possível trajetória de um atrator em uma Paisagem de Aptidão. p.59
- Figura 3.6: Espaço de estado em 3 dimensões, com duas bases de atração, separados por uma "parede" ou separatriz..... p.60
- Figura 3.7: Esquematização da Lei de Potência..... p.61
- Figura 4.1: Sistema segundo Ashby, 1960..... p.70
- Figura 4.2: Condição Fenomenológica do paciente sentir-se sem saída p.78





Figura 4.3: Esquema da co-evolução do processo psicanalítico, segundo Palombo 1999.	p.80
Figura 4.4: Atrator caótico de Lorenz que modela aspectos do clima.....	p.83
Figura 4.5: [A] Local ótimo de aptidão e [B] Dois elementos químicos, A e B, separados em suas respectivas bases de atração	p.83
Figura 4.6: Evolução do Processo Psicanalítico segundo Palombo.....	p.87
Figura 5.1: Sistema mãe-seio-bebê.....	p.93
Figura 5.2: Representação do primeiro nível hierárquico	p.95
Figura 5.3: Representação do segundo nível hierárquico.....	p.99
Figura 5.4: Representação do terceiro nível hierárquico	p.101
Figura 5.5: Evolução do processo de desenvolvimento emocional do bebê, segundo Winnicott a partir de Palombo, 1999.....	p.103
Figura 5.6: Esquematização do processo de desenvolvimento emocional do bebê, segundo Winnicott a partir de Palombo (1999), com a emergência das propriedades de auto-organização e auto-observação, demonstrando os catalisadores em cada fase	p.105
Figura 6.1: Esquema da emergência de novos conceitos em diversas disciplinas....	p.108
Figura 6.2: Analogia do desenvolvimento emocional do bebê segundo Winnicott e o desenvolvimento histórico da espécie humana.....	p.113





1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA

Quando Charles Darwin (1809-1882) publicou "*On The Origins of the Species*" em 1859, o conceito de **evolução** através da **seleção** natural modificou o curso da Ciência para sempre. Suas idéias emergiram não só a partir de seu meticuloso trabalho de gradual acumulação de uma grande quantidade de material com o qual ele pudesse provar a base da evolução, mas também em um contexto histórico no qual debates sobre a teoria de caracteres adquiridos, de Lamarck, já haviam sido estabelecidos há décadas. Seguindo-se a este fato, o biólogo e filósofo alemão Ernst Haeckel (1834-1919), inspirado nas idéias de Darwin argumentou que "a ontogênese repete a filogênese" (apud Reese, 1980:206), ou seja que o desenvolvimento de um indivíduo se dá através dos mesmos estágios pelos quais ocorre o desenvolvimento evolucionário das espécies. A frase de Haeckel tem sido repetida, pois considera-se verdade que organismos vivos carreguem muito de sua história evolucionária dentro das estruturas de seu corpo. Como exemplo, podemos citar as funções de nosso trato alimentar como similares a criaturas tubulares que habitavam os oceanos de meio bilhão de anos atrás. Assim como nosso trato alimentar, estas criaturas constituíam-se em tubos pelos quais os nutrientes passavam, eram absorvidos e utilizados enquanto alimento. Do mesmo modo, as partes elementares de nosso cérebro não estariam inapropriadas em peixes que nadavam em oceanos há 400 mil anos atrás (Robertson, 1995:10). Cientistas do final do século XIX, incluindo os primeiros psicólogos, se apoiaram em achados da Biologia a fim de encontrar indícios para a compreensão da mente, a partir de ramos da medicina e da filosofia, formando uma ciência em separado.

Em um sentido amplo e original, a Biologia enquanto Ciência abraçava o estudo de todas as formas de vida. Entretanto, com o alargamento do sentido de vida e de **sistemas vivos**, a partir da ciência da vida artificial, a Biologia tem se restringido ao





estudo de uma única instância de forma de vida: aquela definida por sua formação à base de carbono e que habita o planeta Terra. Nesse sentido, como colocado por Ray (Ray, 1996),

“Devido ao fato da Biologia se constituir em uma ciência baseada em um tamanho amostral igual a 1, nós não podemos saber quais as características de vida são aquelas peculiares à Terra e quais são as características gerais, características de toda a vida.” (Ray, 1996:111).

A partir de afirmações como estas, para se estudar as características da vida, hoje, recorre-se ao estudo das características de sistemas vivos. Sistemas naturais, sistemas humanos e sistemas computacionais, incluindo os métodos computacionais pelos quais estes sistemas são gerados, são considerados **sistemas vivos**. Onde quer que encontremos sistemas vivos – organismos, partes de organismos ou comunidades de organismos – que se apresentam como problemáticas em termos filosóficos, encontramos um grupo de propriedades como a **reprodução**, a **evolução**, a **adaptação** e a **auto-organização**. Muitos teóricos concordam com o fato de que um organismo que apresente algumas das propriedades citadas anteriormente seja suficiente para dizer que ele está vivo. Para os cientistas da “vida artificial”, por exemplo, não é necessário que a vida seja algo da natureza, cujas propriedades reais se unificam e se delineiam através de similaridades observadas nos critérios e propriedades referentes a todos os organismos considerados como “vivos” pela Biologia (Boden, 1996:1). Ao invés disso, a vida para estes teóricos, pode ser compreendida pela apresentação de uma variedade de itens, como as propriedades citadas acima, não precisando se constituir em uma unidade fechada fundamental.

De um modo geral, a Psicologia orgulha-se de se apresentar como Ciência tanto quanto suas ciências irmãs mais antigas. Porém, enquanto as outras ciências passaram por várias transformações ao longo do século XX - a Física através da teoria quântica, a Biologia pela descoberta da estrutura do código genético, e a Química, mais lentamente, a partir da descoberta das estruturas dissipativas – a Psicologia atingiu sua maturidade através de mais ou menos o mesmo cientificismo que a baseou quando do início de sua existência no final do século XIX (Robertson, 1995:12). Porém, um dos temas que está





se alargando nas ciências, em geral, tanto na Biologia quanto na ciência Física, é a questão de um modelo matemático que estude o fenômeno da **emergência** – aqui caracterizada simplesmente como a criação espontânea da ordem – e da **adaptação**, em particular, além de uma justificativa para sua dinâmica. Um sistema capaz de produzir uma **emergência** deve ser suficientemente complexo (Scaruffi, 1998). A complexidade pode ser formalmente definida pela característica da não-linearidade. Koestler e Salthe (apud Scaruffi, 1998) têm demonstrado como a **complexidade** envolve a organização em hierarquias. A Teoria Geral dos Sistemas de Von Bertalanfy, o conceito de Sinergia de Haken e a Termodinâmica de Prigogine fazem parte de um conjunto de disciplinas matemáticas que está tentando estender a Física aos Sistemas Dinâmicos. O que estas teorias apresentam em comum é o fato de lidarem com o conceito de **auto-organização**, além de oferecerem uma visão unificada do universo a partir de diferentes níveis de organização, desde organismos vivos a sistemas físicos e sociedades.

Ao mesmo tempo em que compreendemos que os achados de Darwin estavam circunscritos a um contexto da história da Ciência, que ignorava tanto a existência quanto o funcionamento dos sistemas complexos, assim também estava a Psicologia quando **emergiu**, enquanto ciência, em um contexto científico caracterizado pelo determinismo, a partir dos interesses clínicos e experimentais, principalmente através da Biologia. Com esta afirmação não temos a intenção de ignorar o pensamento filosófico que precedeu o estabelecimento da Psicologia como um campo de estudo novo e independente, senão a intenção de nos concentrarmos no contexto histórico que tem relação direta com o estabelecimento da Psicologia enquanto ciência. Nesse sentido, citamos a preocupação de Freud quando apresentou sua obra *Projeto para uma Psicologia Científica* (1950 [1895])" (Strachey, 1990:Voll:346):

"A intenção é prover uma psicologia que seja ciência natural: isto é, representar processos psíquicos como estados quantitativamente determinados de partículas materiais especificáveis, tornando assim esses processos claros e livres de contradição." (Freud, 1950 [1895] apud James, 1990, Voll:346)





Apesar do próprio Freud ter por várias vezes se perguntado sobre a validade de tomar medidas tão complicadas a fim de descrever o funcionamento do aparelho psíquico como um documento neurológico, como afirma Strachey (1990:Voll:342), o editor inglês de sua obra, o *Projeto pra uma Psicologia Científica* apresenta em seu núcleo grande parte das teorias psicológicas que Freud desenvolveria mais tarde e que seriam a base a partir da qual a clínica psicológica se desenvolveria. Nesse sentido, sua descoberta apresenta um valor histórico. Entretanto, além do valor histórico atribuído especificamente a esta obra de Freud, reflexões sobre as características defensivas da mente - que caracterizaram o trabalho de Freud a esta época, ou seja, uma fase pré-id - tendem a nos sugerir um outro importante ponto de interesse em sua obra, distante da psicanálise. O método pelo qual Freud tentou há cento e sete anos descrever os fenômenos mentais em termos fisiológicos pode apresentar semelhanças a métodos mais modernos de descrição do funcionamento da mente como similar, e até mesmo idêntico, a de um computador eletrônico, como nos aponta Strachey (1990,Voll:344):

“... - ambos trabalham para receber, armazenar processar e fornecer informações. Já se assinalou com bastante plausibilidade que, nas complexidades dos eventos neuronais aqui descritos por Freud e nos princípios que o governam, podemos perceber mais do que uma ou duas alusões às hipóteses da teoria da informação e da cibernética em sua aplicação ao sistema nervoso. Para citar exemplos dessa semelhança de abordagem, pode-se, em primeiro lugar notar a insistência de Freud na necessidade primordial de prover a máquina de uma ‘memória’, por outro lado, há o seu sistema de ‘barreiras de contato’, que permite à máquina fazer uma ‘escolha’ adequada, com base na lembrança de acontecimentos anteriores, entre as linhas alternativas de reação ao estímulo externo; e, mais uma vez, há, na descrição feita por Freud do mecanicismo de percepção, a introdução da noção fundamental de realimentação (feedback) como modo de corrigir erros no próprio funcionamento da máquina com o meio.” (Freud, 1950 [1895], apud Strachey, 1990,Voll:345).

Essas são algumas das semelhanças observadas minuciosamente por K. H. Pribram em seu trabalho de 1962, intitulado *The Neurophysiology of Sigmund Freud*, publicado em *Experimental Foundations of Clinical Psychology* (apud Strachey,1990,Voll:344),





que sem dúvida demonstra a originalidade e fertilidade das idéias de Freud. Porém, posteriormente, Freud nos coloca que a "sua maquinaria neurônica" não dispunha de meios para explicar o que ele considerou em seu trabalho *O Ego e o Id*, (Freud [1923b], apud Strachey, 1990, VolXIX:31) como sendo, "em última análise, nosso único facho de luz nas trevas da psicologia profunda", (Freud [1923b], apud Strachey, 1990, VolXIX:31) como sendo a faculdade de estar consciente ou não. Em sua última obra *Esboço de Psicanálise* (1940 [1938] apud Strachey, 1990, VolXXIII:235), ele declara que "o ponto de partida para investigar a estrutura do aparelho psíquico é proporcionado por um fato sem paralelo, que desafia toda explicação ou descrição – o fato da consciência" (Strachey, 1990:345). Desse modo, segundo Strachey, (1990:VolXXIII:345), Freud renegou "*O Projeto*", considerando-o uma obra inacabada. Nesse sentido o psicanalista Stanley R. Palombo (1999:130) advoga que o ponto central do trabalho desenvolvido por Freud era centrado na posição do analista, ou seja, centrado em um único sistema, o analista. Esta situação pode ter dificultado sua visão de processo analítico como produto da co-evolução de um eco-sistema formado pelo sistema analista em interação com o sistema analisando, ao mesmo passo que, a auto-organização e a emergência são produtos de um mesmo processo. Como Palombo nos coloca, após ter absorvido as idéias apontadas por Stuart Kauffman,

"Estamos no segundo século da psicanálise. O mundo está diferente e a psicanálise também está diferente. Quando eu era um psiquiatra residente, eu me espantava com o ilimitado arsenal de energia e brilhantismo da obra de Freud. Mas ainda assim eu sabia que suas idéias precisavam ser atualizadas, assim como todos os conceitos teóricos devem ser a fim de sobreviverem" (Palombo, 1999:xv)... "Quando eu li o original e excitante livro de Kauffman, eu senti como os conceitos chave do processo psicanalítico estavam disponíveis" (Palombo, 1999:xvi)... "A co-evolução é o processo pelo qual sistemas interativos se auto-organizam a fim de se adaptarem um ao outro. A psicanálise é um ecossistema co-evolucionário no qual o auto-conhecimento do paciente é reorganizado através de suas adaptações ao crescente conhecimento do analista sobre o paciente" (Palombo, 1999:xviii)

Durante as últimas décadas, houve uma explosão de interesses no estudo dos sistemas complexos através das ciências sociais e naturais. Na área da Psicologia a





aplicação da Teoria dos Sistemas Não-lineares iniciou-se na década de 80, quando conceitos como os de "atratores", "bifurcação", "caos", "fractais" e "auto-organização" além de outros como os de redes neurais, automata celular, computação evolucionária e outros assuntos relacionados à dinâmica, foram difundidos e passaram a fazer parte do conceitual teórico de vários domínios da Psicologia (Guastello, 2000:2). Os esforços nesse sentido ainda são muito novos e não podemos ignorar a dificuldade de universalização de conceitos frente à existência de uma grande diversidade de escolas de pensamento da Psicologia.

Na escola psicanalítica a contribuição de Donald Woods Winnicott refere-se à apresentação da temática da área da transicionalidade. Winnicott desenvolveu sua teoria a partir da teoria das relações objetais de Melanie Klein. Klein (apud Stacey, 1996:121) argumenta que no processo de desenvolvimento infantil as representações mentais das crianças se desenvolvem através de processos de feedback. Nestes processos a criança se relaciona com o objeto e, vivenciando uma experiência através deste relacionamento, forma uma imagem mental deste objeto que é então projetada ao objeto e introjetada novamente. A partir da teoria de Klein, Winnicott desenvolveu sua teoria cuja importância para nosso estudo está na relação que podemos fazer de seus conceitos com os conceitos da Teoria dos Sistemas Não-lineares, com a propriedade da auto-organização e com a emergência de um sujeito. Neste processo Winnicott nos apresenta sua noção básica de que "não existe um bebê" mas "um bebê e sua mãe", o que nos remonta ao referencial teórico para "sistema" apresentado por Ashby (1960, apud Kauffman, 1993).

Nesse sentido, decidimo-nos por apresentar o sistema psíquico como um sistema adaptativo complexo capaz de auto-organização e a capacidade de auto-observação como uma emergência do processo de auto-organização e a partir do importante papel que a Teoria dos Sistemas não-lineares tem tido, como elo de unificação de várias ciências, particularmente nos estudos dos fenômenos da emergência e da dinâmica da adaptação (Abraham, 1992:28), lançamos nossa questão fundamental: "Quais os conceitos da Teoria dos Sistemas Não-lineares podem nos auxiliar na identificação e na





compreensão das propriedades fundamentais relacionadas aos sistemas vivos sejam eles naturais, artificiais, ou psíquicos? Ou seja, nos auxiliar na compreensão daquilo que as leis dinâmicas da física nos apontam, de que um padrão passível da observação, da conscientização e da vontade, pode afetar e ser afetado por outro padrão que não é observável, não está consciente e aparentemente ocorre ao acaso?" A partir desta hipótese, poderíamos considerar alguns conceitos da Teoria dos Sistemas Não-lineares bem como a propriedade da auto-organização como ferramenta para a interdisciplinaridade na evolução das ciências da vida.

A fim de construirmos esta trajetória, decidimos pela utilização do referencial teórico proposto por Kauffman (1993) no que se refere às propriedades de auto-organização de sistemas complexos como apresentado por este autor no Cap V de sua obra *The Origins of Order: self-organization and Selection in Evolution*. E, no que se refere à construção de um referencial teórico para de leitura dos conceitos aplicados a uma teoria, utilizaremos: (1) para a estrutura de um sistema, o referencial descrito por Ashby (1960 apud Kauffman, 1993) em sua obra *Design for a Brain* e, (2) para o processo de funcionamento do sistema psíquico o referencial teórico como descrito por Palombo (1999). Este material se constituirá em uma base de construção de um exemplo de leitura dos conceitos da Teoria dos Sistemas não-lineares e da propriedade de auto-organização à temática da transicionalidade da Teoria psicanalítica de Donald Woods Winnicott (1896-1971).

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

De que forma conceitos da Teoria dos Sistemas Não-lineares podem nos ajudar na identificação e compreensão de propriedades relativas aos sistemas vivos, particularmente à propriedade de auto-organização e auto-observação?





1.3 OBJETIVO GERAL

Apresentar os sistemas artificiais, naturais e humanos como sistemas vivos, capazes de auto-organização, através do uso dos conceitos da Teoria dos Sistemas não-lineares, particularmente do conceito de fase de transição.

Apresentar como a propriedade de auto-organização dos sistemas vivos pode nos auxiliar no avanço da compreensão da capacidade de auto-observação no processo de desenvolvimento humano.

1.3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar a propriedade de auto-manutenção dos sistemas vivos.
- Apresentar a propriedade de auto-organização dos sistemas vivos.
- Apresentar os sistemas artificiais, naturais e humanos como sistemas vivos capazes de auto-organização, através do uso dos conceitos da Teoria dos Sistemas não-lineares.
- Apresentar a capacidade de auto-observação como uma emergência do processo de auto-organização da psique.
- Apresentar a relação entre os conceitos de auto-manutenção, auto-organização e auto-observação nos diferentes níveis hierárquicos de auto-organização e a emergência com a temática da transicionalidade da teoria psicanalítica de Donald Woods Winnicott, como um exemplo de sistema vivo.
- Apresentar a possibilidade da simplicidade inerente à não-linearidade fazer parte de uma mudança de visão de mundo, de um mundo controlado mecanicamente para um mundo que incorporará a visão ecológica da evolução.





1.4 LIMITAÇÕES

As limitações encontradas para o desenvolvimento deste estudo residem nos seguintes fatos. Em primeiro lugar a dificuldade frente à delimitação do campo de trabalho diante de um amplo tema. Como nos coloca Goertzel em seu trabalho intitulado *Chance and Consciousness*:

"In literature and philosophy, as in mathematics and science, one must struggle with forms and ideas, until one's mind becomes **at home** among them; or in other words, until one's consciousness is able to **perceive them as unified wholes**. Once one's consciousness has perceived an idea as a coherent whole - - then one need no longer consciously mull over that idea. The idea is **strong** enough to withstand the recombinatory, self-organizing dynamics of the unconscious. And it is up to these dynamics to produce the **fragments** of new insights - - fragments which consciousness, once again entering the picture, may unify into **new wholes**." (Ben Goertzel, 1996)

A fim de desenhar a articulação de assuntos pretendida, foi apresentada uma extensa quantidade de material conceitual. Este material poderia ter sido explorado de forma mais aprofundada caso o espaço para a apresentação desta profundidade fosse disponível, o que não era o caso em uma dissertação de mestrado.

Por outro lado, a limitação frente à obtenção da bibliografia pode ser expressa em nossa insatisfação quanto ao serviço disponibilizado pelos agentes tradicionalmente fornecedores de material para pesquisa bibliográfica como as Bibliotecas e o sistema da comutação - Comut que não funcionam tão bem quanto funcionavam em um período anterior à possibilidade de acesso a material bibliográfico, via rede mundial de computadores. Talvez estes meios mais tradicionais estejam perdendo a atenção de seus administradores, o que podemos considerar uma lástima.

1.4.1 POSICIONAMENTO EPISTEMOLÓGICO

De acordo com Rohde (1995:41),





"O século XX produziu eventos extraordinários na teoria do conhecimento e nos paradigmas científicos. Seu início foi marcado pela invasão das desordens nas ciências ditas "duras" (ou ainda, "deterministas", "termodinâmicas" etc) e a inclusão das noções de probabilidade, incerteza e risco em diversas disciplinas. O findar de nosso século assiste ao definhamento do paradigma cartesiano-newtoniano, substituído por uma visão de mundo integradora, sistêmica, conjuntiva e holística. O mundo mecanicista-euclidiano é hoje uma metáfora de museu, uma ideologia que só se sustenta pela força gerada pela tecnociência instrumentalizadora..." (Rohde,1995:41).

Kauffman (1993: 173) nos coloca:

"... a Ciência do século XVIII, seguindo a Revolução Newtoniana, foi caracterizada por desenvolver as ciências da simplicidade organizada, a Ciência do século XIX, através dos métodos estatísticos, desenvolveu-se no foco da complexidade desorganizada e a Ciência dos séculos XX e XXI confrontando a complexidade organizada. Em nenhum campo a confrontação é tão completa como na Biologia" (Kauffman,1993:173).

Esta dissertação, que apresenta o estudo dos sistemas vivos tenta, de certa forma, se espremer aqui e ali nos *gaps* epistemológicos existentes entre as ciências dos sistemas naturais, artificiais e humanos. Devido a este caráter ela está fundamentada à luz do paradigma holístico, que "afirma a inseparatividade de todas as coisas e a procura por eliminar o discurso e a prática dualista" (Rohde,1995:44). O trabalho foi construído não só apresentando como objeto de estudo a propriedade da auto-organização, como propriedade unificadora dos sistemas vivos, naturais e artificiais bem como a área de transicionalidade, como uma emergência, mas também em seu desenvolvimento, observa-se a característica de recursividade, como sinônimo de re-organização permanente através da proposta de articulação de saberes entre os capítulos.

A possibilidade deste tipo de construção deveu-se à extração a partir de recentes avanços nos paradigmas e teorias científicas, dos seguintes princípios: (1) da contingência referindo-se à possibilidade ontológica do novo-não necessário, do diferente-contraditório, contexto filosófico da teoria da auto-organização; (2) do princípio da complexidade, frente à irracionalidade e à racionalidade ao mesmo tempo; (3) do sistemismo, que engloba a perspectiva cibernética, a abordagem holística quanto





à totalidade, a autonomia e a integração, a recursividade e a emergia; (4) do princípio da conjunção, caracterizado pela apresentação do contraponto teórico-prático da disjunção mecânica-causalista anterior e a articulação dos saberes, das abordagens, permeando novos paradigmas; e (5) do princípio da interdisciplinaridade, "como uma espécie de correção para o 'estilhaçamento' da Razão nas diversas racionalidades hoje existentes e, no mínimo, como uma tentativa de minimizar as patologias do saber (Japiassu, 1976 apud Rohde, 1995:50).

A fundamentação desta dissertação baseada nestes princípios concorda com Rohde (1995:48) quanto à possibilidade dos princípios filosófico-científicos emergentes da interdisciplinaridade comporem uma base de construção para a consciência quanto a sustentabilidade.

1.4.2 POSICIONAMENTO METODOLÓGICO

Este trabalho caracteriza-se por ser uma pesquisa exploratória cujo objetivo é o de familiaridade com o problema e construção de hipóteses a partir de seus resultados. A pesquisa bibliográfica foi elaborada a partir de publicações principalmente de livros e de periódicos, além de material disponível na rede mundial de computadores. De acordo com Silva e Menezes (2001:28):

"Na era do caos, do indeterminismo e da incerteza, os métodos científicos andam com seu prestígio abalado. Apesar da sua reconhecida importância, hoje, mais do que nunca, se percebe que a ciência não é fruto de um roteiro de criação totalmente previsível. Portanto, não há apenas uma maneira de raciocínio capaz de dar conta do complexo mundo das investigações científicas. O ideal seria você empregar métodos, e não um método em particular, que ampliem as possibilidades de análise e obtenção de respostas para o problema proposto na pesquisa." (Silva e Menezes, 2001:28)

O método de construção desta pesquisa qualitativa, portanto, baseou-se principalmente na fenomenologia, com a descrição das teorias apresentadas e a





comunicação da interpretação do material a partir de sua articulação. (Gil, 1999; Trivinos, 1992 apud Silva e Menezes, 2001).

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Para atingirmos este objetivo iniciaremos nosso trabalho apresentando algumas características dos sistemas vivos, tanto artificiais quanto naturais de maneira que possamos compreender a relação entre os organismos naturais e os sistemas computacionais pelos quais muitos resultados de pesquisas sobre os organismos naturais são gerados, este será o conteúdo do **Capítulo 2**. Seguindo-se a este tópico, consideramos relevante apresentarmos uma abordagem da Teoria dos Sistemas Não-lineares aplicada à Biologia e de alguns conceitos que fundamentam os estudos da propriedade da auto-organização como um processo da capacidade de adaptação de sistemas vivos, fundamentados, principalmente nos achados de Stuart Kauffman (1993). Este será o conteúdo do **Capítulo 3**. No **Capítulo 4**, apresentaremos a utilização dos conceitos da Teoria dos Sistemas Não-lineares aplicados à Psicologia, particularmente quanto ao processo de auto-organização e auto-observação no processo psicanalítico, fundamentados nos trabalhos de Palombo (1999). No **Capítulo 5**, apresentaremos a relação entre os conceitos de atrator e fase de transição da Teoria dos Sistemas não-lineares e da propriedade da auto-organização e os conceitos da área da transicionalidade da teoria psicanalítica de Winnicott. No **Capítulo 6**, faremos as discussões dos resultados dos capítulos anteriores com sugestões para futuros trabalhos.

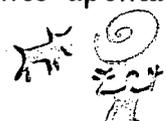




2 ORGANISMOS NATURAIS E ORGANISMOS ARTIFICIAIS

Para estudarmos a história natural de organismos precisamos entender sua biologia, ou seja, devemos entender do que eles são feitos. Organismos naturais apresentam uma biologia distinta dos organismos sintéticos. Para entendermos a biologia dos organismos sintéticos precisamos do conhecimento das propriedades, das instruções e linguagem dos algoritmos. Para estudarmos a biologia das criaturas do mundo do RNA, precisamos entender de química orgânica e as propriedades de macromoléculas (Ray, 1996:114). Entretanto, para compreendermos, a vida, em profundidade, tanto em termos artificiais como a vida da natureza, o conhecimento sobre a evolução e a ecologia dos organismos é fundamental. Em termos gerais, o conhecimento sobre a evolução e a ecologia é de domínio dos biólogos e o conhecimento da linguagem dos computadores é de domínio dos cientistas da computação. A reunião dos conhecimentos da ciência da computação e da biologia se faz importante para o desenvolvimento dos estudos da vida. O estudo da vida artificial, através dos conceitos da teoria da informação e da modelação em computador, tem sido importante para o estudo da vida biológica. Segundo Palombo (1999:75), o objetivo das pesquisas em vida artificial tem sido o de criar um superconjunto de propriedades e de formas de vida que incluam a vida terrestre – referente ao planeta Terra - e a vida artificial, como dois exemplos de outros possíveis sub-conjuntos de vida, membros daquele superconjunto, ao qual se denominaria o termo "Metabiologia". As pesquisas da Metabiologia encontram padrões e processos lógicos da evolução dos organismos que podem nos indicar quais seriam os processos comuns às duas formas de vida artificial e natural e verificar se elas apresentam estruturas similares apesar de serem constituídas de materiais diferentes.

Organismos biológicos apresentam pelo menos quatro capacidades essenciais: (1) auto-manutenção e reparação através da incorporação e metabolização de recursos e fontes de energia a partir do ambiente; (2) adaptação a mudanças ambientais através da evolução a níveis superiores de aptidão, através da capacidade de auto-organização; (3) reprodução da sua informação genética armazenada; (4) evolução ou desenvolvimento de novos indivíduos a partir desta informação. Como nos aponta





Palombo (1999:76), estas capacidades são encontradas em organismos artificiais e podem ser simuladas em um computador.

2.1 OS ECOSISTEMAS TERRA E TIERRA

Para uma melhor compreensão da **evolução** de sistemas naturais e sistemas artificiais podemos seguir a analogia feita por Thomas Ray (1996:111) a partir da construção de seu ecossistema denominado *Tierra*, que simulou a **evolução** de organismos artificiais que se reproduziram e evoluíram através de comportamentos auto-organizadores, auto-similares e, ao mesmo tempo, imprevisíveis às mudanças que ocorreram de um momento para o outro (Figura 2.1). Ray nos coloca (1996:114) que a vida orgânica pode ser vista a partir da utilização de **energia**, primordialmente derivada do Sol, a fim de organizar a matéria. Já a vida digital pode ser vista a partir do uso do tempo de uma CPU, a fim de organizar a memória. A vida orgânica evolui através da seleção natural enquanto os indivíduos competem por **recursos energéticos** como a luz e os alimentos e **recursos espaciais** como o espaço, entre outros, adaptando-se ao meio ambiente, de forma que a frequência dos genótipos que eles deixam na maioria de seus descendentes aumente. A interação entre os indivíduos, para fins de **adaptação**, resulta na emergência de **formas** e de **comportamentos** que podem variar da cooperação à competição e predação, passando pelo mutualismo, comensalismo, parasitismo entre outros tipos de interação. A vida digital evolui pelos mesmos processos, nos quais algoritmos replicantes competem pelo tempo da CPU e pelo espaço de memória e os organismos desenvolvem estratégias de exploração uns dos outros. Por analogia, a CPU pode ser vista como o **recurso energético**, enquanto a memória como o **recurso espacial**. A memória, a CPU e o sistema operacional do computador são vistos como elementos do ambiente "abiótico" (1996:114).





	TERRA	TIERRA
FONTE DE ENERGIA	SISTEMA SOLAR	SISTEMA OPERACIONAL
RECURSO ENERGÉTICO	LUZ/ ALIMENTOS	TEMPO DA CPU
RECURSOS ESPACIAIS	ESPAÇO FÍSICO E CONCEITUAL	ESPAÇO DA MEMÓRIA
REPRODUÇÃO	INTERAÇÃO	INTERAÇÃO
EVOLUÇÃO	SELEÇÃO NATURAL/ MUTAÇÃO	SELEÇÃO NATURAL/ MUTAÇÃO

Figura 2.1: Analogia dos ecossistemas Terra e Tierra, segundo Ray, 1996.

O sucesso do ecossistema *Tierra*, como um todo, foi medido através da eficiência reprodutiva cada vez mais alta para todo o conjunto de espécies que o habitam e que conjuntamente co-evoluíram. Os achados de Ray (1996) demonstraram que a **evolução** através das mutações e da **seleção natural** não estão confinadas ao tipo de vida terrestre como conhecemos, mas são uma característica de todos os sistemas adaptativos complexos, independente do tipo de composição de sua matéria. A partir destes resultados, consideraremos a concepção de vida, em um sentido amplo, baseada nos estudos de Ray (1996), como: "um sistema para ser considerado **vivo**, deve ser capaz de **reproduzir-se** e de **evoluir**". Podemos, então, nos fazer a seguinte pergunta: "O que se faz necessário para a **reprodução** e para a **evolução** de um sistema vivo?"

Ao longo da história da humanidade e das ciências a resposta para esta pergunta tem evoluído a partir da reflexão sobre as origens da vida. Tradicionalmente as teorias darwinianas sugerem ao acaso a formação do primeiro genoma replicante. Até hoje existe a dificuldade de demonstração, através de experimentos, e da comprovação destas teorias.





2.2 EVIDÊNCIAS DO PRIMEIRO GENOMA REPLICANTE

Morowitz (1992 in Palombo, 1999:77) sugere que as evidências bioquímicas para a formação do primeiro genoma replicante exigem a formação de três fases distintas de evolução molecular para que a primeira célula possa se formar. Estas seriam: o desenvolvimento de três tipos moleculares de formas concêntricas, como uma concha, apresentando uma saída estreita em cada uma delas, ligando-a à próxima concha. Na primeira concha que seria composta de compostos orgânicos contendo carbono, hidrogênio, oxigênio, fósforo e sulfato, ocorreria o processo de polimerização, formando carboidratos e lipídios. Estes compostos se auto-organizariam em pequenas vesículas com membranas, nas quais outras reações ocorreriam. Na passagem para a segunda concha, haveria a incorporação de nitrogênio aos açúcares simples do interior destas vesículas, formando os amino-ácidos (Figura 2.2). O processo de polimerização dos amino-ácidos criaria proteínas biologicamente ativas nesta segunda concha. Na passagem para a terceira concha haveria a formação de bases nucleotídicas a partir dos amino-ácidos. Nestas terceiras conchas estes nucleotídeos sofreriam polimerização formando macromoléculas de ácidos nucleicos.

De acordo com Morowitz (apud Palombo, 1999:78) cada uma destas três fases requer um nível de energia superior à anterior e um período de estabilização antes do início da fase seguinte. As funções associadas a cada uma destas conchas - a estruturalização na primeira, a catalise de enzimas na segunda e o armazenamento de informação na terceira - emergiriam uma após a outra durante as três fases de evolução e re-organização das estruturas da célula procariota (alga e bactéria), das células eucariotas e só posteriormente nos organismos multicelulares.



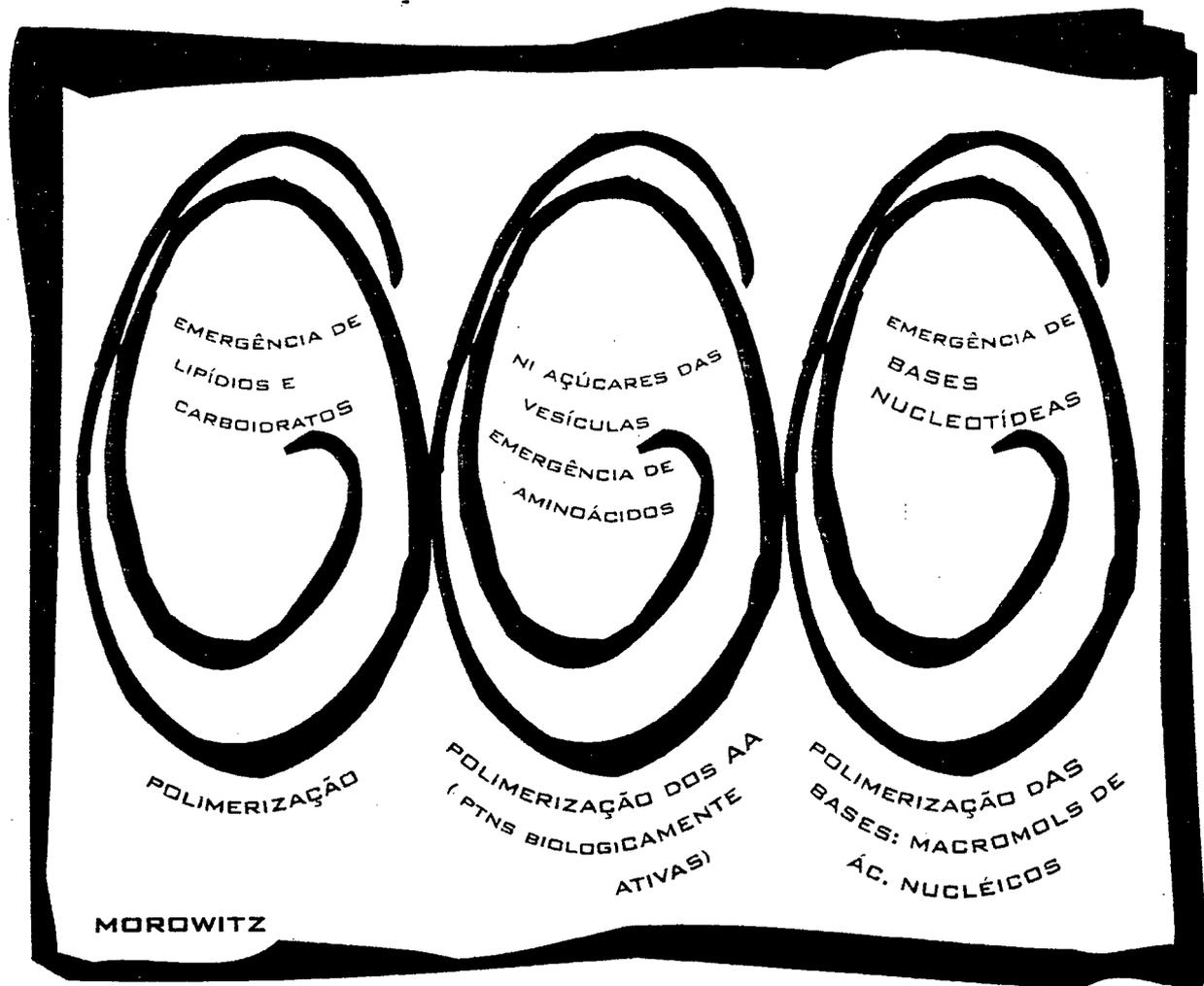


Figura 2.2: Evolução Prebiótica segundo Morowitz, 1992.

2.3 AS PROPRIEDADES DE AUTO-MANUTENÇÃO, AUTO-REPRODUÇÃO E EVOLUÇÃO

Kauffman (1993:298), juntamente com outros colaboradores do *Santa Fé Institute* demonstraram que, para que todo o processo descrito por Morowitz neste sistema pudesse ocorrer, algumas funções relacionadas aos organismos vivos já deveriam estar presentes, como a função de auto-manutenção, por exemplo. Segundo este autor, qualquer sistema capaz de gerar um ácido nucleico deve ser capaz de manutenção de seus próprios nucleotídeos e polinucleotídeos que se constituem nos componentes básicos de seu genoma. Portanto, o genoma só será capaz de evoluir se puder suportar





um período caracterizado por **condições de estabilidade** sobre o qual a seleção pode atuar. Durante este período o sistema teria que ser capaz de recolocar constituintes perdidos ou gastos, através da ação de seus próprios processos internos e externos de desintegração. A única forma que o sistema teria para cumprir toda esta tarefa seria, primeiramente, através da possibilidade do desempenho da capacidade de **auto-manutenção**.

Veremos a seguir dois exemplos de pesquisas que tentam uma nova compreensão sobre a **reprodução** e a **evolução** da vida a partir de estudos de sistemas de natureza diferentes: um natural e outro artificial. Em ambos a propriedade de **auto-organização** está presente. Podemos exemplificar de forma simplificada a teoria geral da **emergência, auto-reprodução** e **evolução** de sistemas formados por polímeros catalíticos, exemplificados por peptídeos ou RNA, dos estudos de Kauffman (1993:340). Esta teoria se baseia nas seqüências combinatórias da química de polímeros de vários tamanhos diferentes com estruturas específicas. Os achados de Kauffman (1993:340) se baseiam na descoberta do funcionamento de **fases de transição** do sistema, como coloca o autor:

"[Esta nova visão] está baseada na descoberta de uma esperada **fase de transição** para um conjunto de polímeros que não se reproduzem até que se atinja uma coleção de polímeros um pouco mais complexa e estes realizam conjuntamente sua própria reprodução. Nesta teoria de origem da vida não é necessário que nenhuma molécula se reproduza. Ao invés disso, uma coleção de moléculas têm a propriedade de, no último estágio de formação de cada molécula, ser catalizada por alguma molécula do sistema. A **fase de transição** ocorre quando um nível crítico de complexidade da diversidade molecular é superado. No nível crítico a proporção de reações entre estes polímeros torna-se superior ao número total dos polímeros do sistema. Uma rede conectada de reações catalizadoras ligando os polímeros é formada e as espécies moleculares do sistema são aumentadas. Esta rede constitui-se as cristalizações de fechamentos catalíticos de modo que o sistema de polímeros torna-se coletivamente auto-reprodutivo." (Kauffman, 1993:285)

De acordo com o observado por Kauffman (1993:285), o número de reações entre polímeros dentro da vesícula cresce mais rapidamente do que o número de polímeros, este é considerado o fator crítico. Uma vez que há um número suficiente de polímeros





acumulado e circunscritos a um espaço físico, seus poderes catalisadores coletivos tornam-se suficientes para a geração de todos os membros de um conjunto. Kauffman calcula que cada reação de acoplamento dos polímeros em um conjunto, é catalisada por pelo menos um outro polímero se o conjunto contém 10^9 ou mais polímeros. Atravessar este limiar resulta numa **fase de transição** na organização do conjunto, que então se torna um conjunto auto-catalítico. No interior do conjunto auto-catalítico a criação de polímeros maiores formam um ciclo de realimentação positivo que leva a criação de polímeros ainda maiores.

Nesse sentido, observamos a importância do papel dos catalisadores no processo de auto-manutenção de um sistema. O químico alemão Manfred Eigen (apud Petree, 2002) foi condecorado com o prêmio Nobel em 1967, demonstrando que pulsos de energia curtos podem acelerar equações químicas. O catalisador é uma substância que favorece uma reação química. Quando uma quantidade de energia suficiente é fornecida, algumas reações catalíticas tendem a se combinar formando redes, e tais redes podem conter ciclos fechados, denominados ciclos catalíticos. Se adicionarmos mais energia, o sistema se move para um estado mais afastado do equilíbrio do que o anterior e os ciclos catalíticos tendem a se combinar a fim de formarem ciclos fechados em um nível superior, ou hiperciclos, nos quais as enzimas produzidas por um ciclo agem como catalisadoras de um próximo ciclo. Assim, cada ligação de um ciclo é um ciclo catalítico por si mesmo. Eigen demonstrou que os hiperciclos são capazes de **auto-replicação**, e de **evolução** através da complexidade de cada estágio e estão sujeitos à seleção natural, pois competem por recursos no ambiente. Devido ao fato de não apresentarem fronteiras os hiperciclos não podem ser considerados organismos vivos, porém devem ter sido uma propriedade na natureza, anterior à propriedade das fronteiras dos primeiros organismos vivos.

Os conjuntos auto-catalíticos descritos por Kauffman (1993:285) não se reproduzem da mesma forma que organismos vivos se reproduzem. Eles se mantêm através da regeneração dos componentes que são perdidos. Devido à formação do ciclo de realimentação positivo da autocatálise, eles aumentam sua complexidade. A associação





dos componentes, e dos subconjuntos de conjuntos auto-catalíticos, tornam-se estáveis por si mesmos. Estas associações apresentam suas próprias estruturas emergentes. Após algum tempo e de uma maneira ainda não bem compreendida, as macromoléculas produzidas pelos conjuntos auto-catalíticos de peptídeos e polinucleotídeos tornam-se associadas sistematicamente sob a forma do código genético. A evolução do código genético pode ser descrita ao se dizer que o código fica **cristalizado**, com suas propriedades emergentes em uma **fase de transição** a partir da sopa pré-biótica primordial. A fase de transição seria uma modificação abrupta do estado de um grau de organização a outro. Uma pista para a evolução do código é que os mais comuns amino-ácidos estão associados aos mais simples códons de nucleotídeos formados a partir das mais comuns bases de nucleotídeos C e G (Elgen, 1992, in Polombo, 1999:81). Kauffman e outros biólogos (Palombo, 1999:81) se utilizam da idéia de **fase de transição** para se referirem a mudanças abruptas de organização com a emergência de novas propriedades em sistemas complexos.

2.4 A TEORIA DOS SISTEMAS NÃO-LINEARES E A COMPUTAÇÃO

Em virtude da inexistência, de uma teoria matemática de sistemas dinâmicos complexos adaptativos, o principal meio de pesquisa teórica sobre esses sistemas é a modelagem e simulação computacional (Nussenzveig, 1999:24). Na década de 40, estudos matemáticos de Von Neumann e Steve Wolfran, sobre a fase de transição, lideraram um novo ramo no campo da Matemática, denominado "automata celular". Automata celular seria um tipo de sistema dinâmico cujo comportamento é completamente especificado em termos de uma relação local. Na prática, um "automata celular" estaria para um cientista da computação do mesmo modo que o conceito de "campo" para um físico. O espaço é representado por uma grade uniforme e o tempo avança em paços discretos. Cada célula de espaço contém bits de informação baseada nos bits de informação da célula vizinha. O que impressiona neste sistema que





apresenta leis locais uniformes é que as estruturas simples podem dar origem a estruturas bastante complexas e estas estruturas periodicamente são recursivas, o que sugere uma estabilidade (Waldrop, 1996:97). As pesquisas de Von Newman revelam que o local onde se maximiza o processo de paralelismo de todo o sistema está nas vizinhanças da fase de transição, entre a ordem e o caos deste sistema (Petree, 2002). Da mesma forma, Christopher Langton, um cientista computacional de *Los Alamos National Laboratory*, demonstrou que sistemas físicos atingem os pré-requisitos da computação emergente (transmissão, armazenamento, modificação) nas vizinhanças da fase de transição, "à beira do caos". Especificamente nesta fase, a informação se torna um fator importante na dinâmica do automata celular. A idéia de que o sistema sofre transformações, da ordem para o caos e de volta, de forma constante, é similar à fase de transição pela qual um sistema físico passa. Langton introduziu uma analogia que ajuda no pensamento sobre a mudança entre a ordem e a desordem em diferentes conjuntos de redes (Figura 2.3). Ele relacionou o comportamento de uma rede a fases da matéria: redes ordenadas seriam análogas ao estado sólido de matéria, redes caóticas aos estados gasosos e redes em um estado intermediário aos estados líquidos. Por exemplo, quando o gelo se transforma em água, os átomos não se modificam, é o sistema como um todo que passa por uma fase de transição. Microscopicamente isto significa que os átomos estão se comportando de forma diferente. Esta analogia não deve ser interpretada tão literalmente visto que verdadeiros líquidos estão em fases distintas de matéria e não somente em um regime de transição entre gases e sólidos. O estado entre a ordem e o caos muitas vezes é informativo, pois as partes não estão agrupadas de forma tão rígida como no caso da ordem e não estão tão soltas como no caso do caos. O sistema está estável o suficiente para reter a informação e instável o suficiente para dissipá-la. Neste estágio, o sistema está ao mesmo tempo, armazenando e transmitindo informação. Esta informação pode se propagar por longas distâncias sem se degenerar, permitindo, portanto, uma correlação de comportamento de longo prazo. Enquanto no estado de ordem as configurações não permitem esta propagação, no caos, por outro lado, o resultado é uma rápida perda da informação sob a forma de ruído. Portanto, é "à beira





do caos" que o sistema pode realizar computações, metabolizar, adaptar-se, evoluir, ou seja, estar vivo.

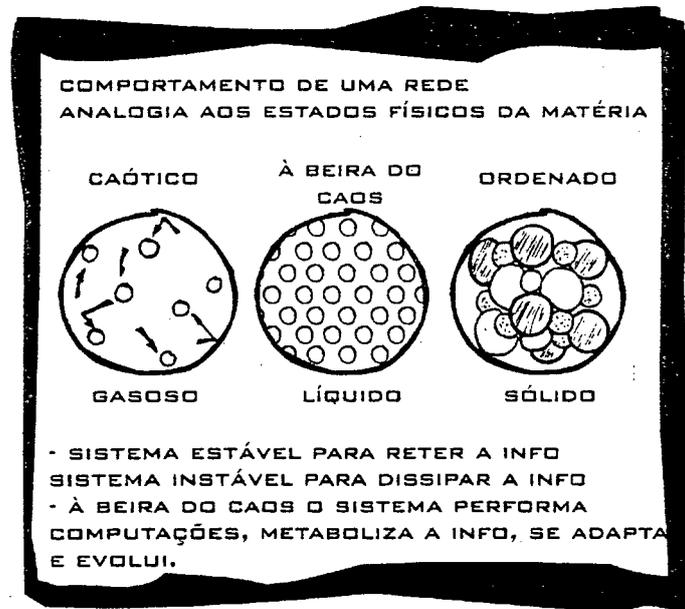


Figura 2.3: Analogia dos estados físicos da matéria ao comportamento de uma rede, segundo Langton.

Estas conclusões são consistentes com os achados de Von Neumann. Existe uma conexão fundamental entre a computação e a fase de transição. É "à beira do caos" que o sistema se encontra em um estágio denominado de bifurcação. O conceito de **bifurcação**, uma vez, significou a divisão em duas ou mais vias. Na teoria do caos significa que um sistema caótico complexo-se torna instável em seu ambiente devido a perturbações, distúrbios ou stress. Um atrator desenha a trajetória do stress e, no ponto da fase de transição, o sistema bifurca e é propenso ou a se integrar sob uma nova ordem ou a desintegração (Figura 2.4). Uma bifurcação pode ser entendida como uma área virtual onde as escolhas são feitas, uma dimensão entre dois estados. Nesta fase, o sistema performa em seu mais alto potencial, é capaz de desempenhar as mais complexas computações, inclusive "decidindo" como pode agir para se adaptar melhor ao ambiente. Dentre as várias soluções, estão a sua própria base de atração, ou seja, a continuação de suas computações históricas e recursivas ou partir para outra base de atração. (Petree, 2002). O fato de uma solução ocorrer, dentre muitas, dá ao sistema





uma dimensão histórica, um tipo de memória de um evento do passado que ocorreu em um momento crítico e que afetará sua futura evolução. Esta é a **fase de transição** do sistema na qual o sistema está isotrópico, ou seja, ele não tem uma direção de preferência a seguir. O que existem são as possibilidades de continuar com as soluções antigas ou seguir em direção às futuras soluções. Não há observação de transiliência (pular de um estado a outro), mas uma fase de transição que ocorre "à beira do caos", antes de uma real **auto-organização** em um outro estado. Neste ponto, portanto, o sistema se auto-organiza a si próprio em um nível mais elevado de complexidade ou se desorganiza (Petree, 2002).

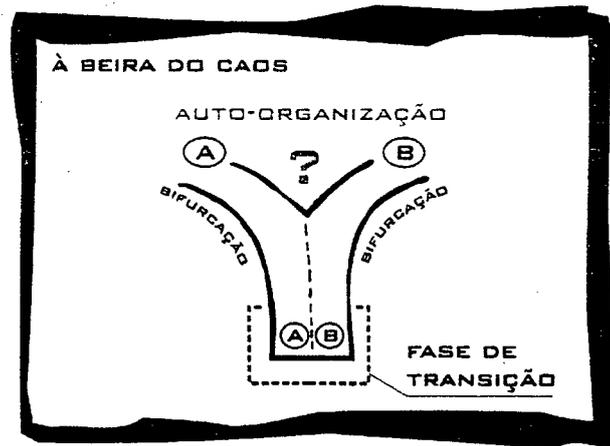


Figura 2.4: Fase de Transição de um Sistema à Beira do Caos.

Basicamente, Langton (apud Petree, 2002) provou que a Física pode dar suporte à vida somente em uma fronteira muito estreita entre o caos e a ordem. Neste local é possível construir organismos artificiais que irão se ajustar em padrões recorrentes, conduzidos a uma ordenada transmissão de informação. Langton associou a **fase de transição**, a computação e a vida construindo uma ponte entre a Termodinâmica, a Teoria da Informação e a Biologia.





2.5 OS SISTEMAS NÃO-LINEARES E A CAPACIDADE DE AUTO-ORGANIZAÇÃO

Os sistemas afastados do equilíbrio se auto-organizam. A maneira que eles fazem isso é tal que há criação de sistemas de nível superior que por sua vez se organizam a si mesmos. Voltando à analogia proposta por Langton, mudanças de estado nos sistemas físicos que nos rodeiam são fases de transição, como as mudanças de estado da água do sólido para o gasoso, passando para o líquido, nos quais a estrutura organizacional constituinte das unidades físicas do sistema, ou seja, as moléculas permanecem as mesmas apesar da mudança de estado. Nesse sentido, Kauffman (1993) nos coloca que o termo "fase de transição" é considerado um termo inadequado, por ser "fraco", para o grau de auto-organização de sistemas biológicos, em que novos componentes e entidades surgem junto com a nova organização. Quando os conjuntos auto-catalíticos se cristalizam, por exemplo, tipos diferenciados de macromoléculas surgem. Assim, a visão que este autor apresenta é a de que, átomos se organizam em moléculas que se organizam em conjuntos auto-catalíticos, que se organizam em organismos e em ecossistemas. O Universo pode ser dirigido pelo mesmo princípio similar à auto-catálise. Assim pode-se dizer que o Universo é um conjunto de hierarquias auto-catalíticas. "Um Universo ecológico evoluindo a partir do fluxo de energia move-se para níveis cada vez mais altos de complexidade. É ativo, criativo, segue uma direção e é capaz de produzir tanto a ordem quanto a desordem." (Goerner, 1995:22)

Exemplificamos um sistema químico natural demonstrando suas capacidades de auto-reprodução, auto-organização e evolução. Passaremos agora a exemplificar um sistema químico artificial demonstrando as mesmas capacidades.





2.6 ALGORITMO QUÍMICO

Fontana e Buss (apud, Palombo: 1999:82) utilizando-se de computadores para o estudo da auto-organização em comportamentos de formas simples, construíram um sistema similar ao de um reator de fluxo químico cujas unidades de interação eram constituídas por expressões algébricas da memória de um computador, ao invés de íons e moléculas. Este sistema foi denominado por Fontana de "algoritmo químico" e ilustra a evolução espontânea de conjuntos auto-catalíticos de expressões algébricas, em níveis de organização superiores (Figura 2.5). Cada uma das expressões algébricas é uma função que age sobre uma outra expressão formando uma nova expressão como produto. Uma expressão pode ser aplicada a uma expressão idêntica a si mesma ou a uma expressão diferente. Enquanto cada expressão age como uma função, ela também se constitui em um substrato para a ação de uma outra expressão funcional que pode lhe ser aplicada. Neste sistema, são produzidas mil ou mais expressões, todas diferentes umas das outras e geradas ao acaso a fim de interagirem entre si, no reator de fluxo computacional. A interação ocorre quando as expressões colidem umas com as outras no movimento ao acaso do reator. Quando uma nova expressão é formada, uma já existente é eliminada do reator, aleatoriamente, resultando num nível populacional constante. Devido a esta mistura estável, os conteúdos do reator tornam-se repletos de expressões auto-copiadores e de aglomerados de funções pareadas hipercíclicamente. Um hiperciclo é uma associação de pares auto-copiadores mutuamente catalíticos (Ver Eigen e Schuster, 1977 apud Palombo, 1999:84). Fontana se refere a este nível de interação como nível 0 e ao hiperciclo como nível estrutural 0.

Uma organização de nível 1 é formada quando as auto-replicações são seletivamente filtradas para fora do reator e as interações no reator produzem novas expressões. Entretanto, não encontramos descrição sobre este processo de seleção. Organizações de nível 1 se auto-mantém. Cada expressão do nível 1 é produzida por pelo menos uma interação dentro de um conjunto de reações que ocorrem entre os outros membros do conjunto. Se um membro é perdido através da eliminação ao acaso, ele é gerado por outros. As organizações de nível 1 são de auto-manutenção porque possuem esta





propriedade. Elas são propriedades auto-catalíticas como aquelas descritas por Kauffman (apud Palombo, 1999). Este nível é de **auto-manutenção** mas não de **auto-reprodução**. Uma vez que tiverem sido estabelecidos, eles se mantêm até mesmo quando a regra contra a auto-cópia de expressões únicas é relaxada. Elas também são mais fortes quando expressões estrangeiras (não-membros do conjunto de auto-manutenção) são introduzidas no reator.

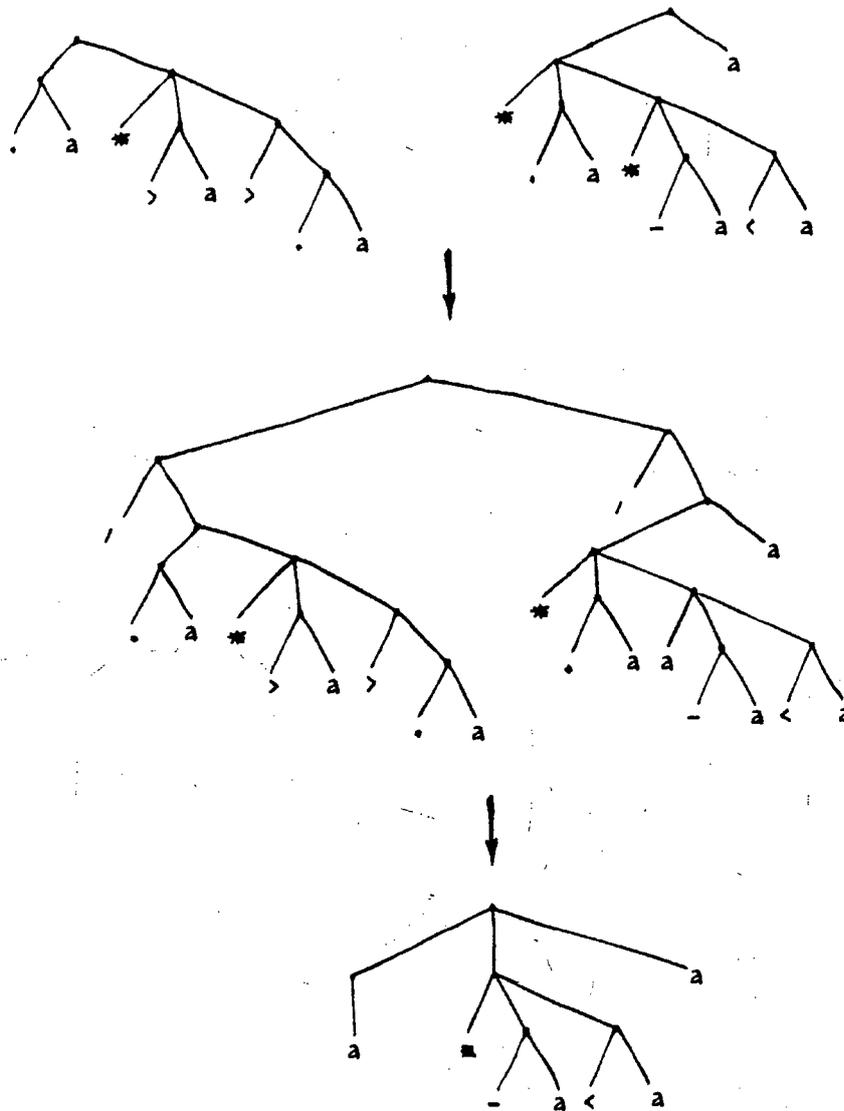


Figura 2.5: Interações entre expressões de algoritmos químicos.
Fonte: Adaptado de Palombo 1999:83.

As organizações são abertas a futuras interações entre si, de modo que novas organizações são produzidas freqüentemente a partir de antigas. As organizações de





nível 1 também formam famílias. Uma família é um conjunto de organizações distintas que se auto-mantém geradas por qualquer organização simples do reator. Uma família isolada é fechada a interação, porém expressões individuais em um grupo multi-familiar interagem.

Dois grupos de organizações do nível 1 não relacionados (não membros da mesma família) podem interagir também. Quando o fazem, produzem expressões cujos tipos são membros de cada pai do nível 1 de organização. Geralmente, mas nem sempre, elas também produzem expressões que não são membros de nenhuma organização parental. Os produtos das interações seguintes às organizações de pais originais com aqueles que não são membros levam a uma segunda fase de transição, produzindo um novo tipo de meta-organização, desta vez de nível 2. Produtos não-membros são chamados por Fontana, de "cola" e funcionam como um catalisador para as transformações entre o nível 1 e 2 de organização, que não são passíveis de ocorrerem entre si. A "cola" é, portanto, essencial à formação de estruturas de nível 2, apesar de não se manter por si mesma, necessitando da presença de um pai da organização do nível 1 para supri-la.

Continuando, as progressões do nível 0 ao 1 e do 1 ao 2 são progressões evolucionárias, possíveis a partir tanto da reprodução quanto da seleção do mais apto. O processo que leva às interações entre os níveis de organização 0 para o 1 são processos de co-evolução. O nível de organização 1 co-evolui na formação do nível de organização 2. A evolução no sistema de Fontana é muito similar aos estágios pré-bióticos de evolução descritos por Kauffman e Morowitz. O algoritmo químico de Morowitz surge com um status formal ao insight de Kauffman sobre o papel dos conjuntos auto-catalíticos. Com este experimento, Fontana e Buss (apud Palombo, 1999) comprovam que a auto-manutenção é essencial para as estruturas e organizações que surgem durante o processo evolucionário porém quando os organismos evoluem, a auto-manutenção é suplementada pelo processo reprodutivo. Apesar da evolução neste reator ser similar aos estágios de pré-bióticos de evolução descritos por Kauffman, a evolução demonstrada neste reator difere da Darwiniana que é baseada na reprodução e seleção.





2.7 ORGANISMOS VIVOS

De acordo com Kauffman (1993:173), todos os **organismos vivos** constituem-se em sistemas altamente ordenados que possuem estruturas intrincadas que são mantidas (**manutenção**) e duplicadas (**reprodução**) através de precisas atividades químicas e comportamentais. Nestes sistemas mudanças que ocorrem com frequência, tanto sua forma superficial como sua estrutura de desenvolvimento se modificam contínua e espontaneamente, através de sua interação com o ambiente, com a finalidade de manutenção de sua ordem e de sua complexidade. Na maior parte do tempo o sistema apresenta sintonia nesta inter-relação caracterizando uma situação de estabilidade. Porém, quando ocorrem perturbações além de um certo limite suportável, o sistema se estressa resultando em uma situação de instabilidade, caracterizada por um comportamento complexo, que nos parece imprevisível e cujas medições podem fornecer a impressão de que foram "ao acaso". A importação desta nova ordem funciona como "um ruído" que tem sua origem em seu próprio interior a partir de um grau menor. Este ruído integrado à matéria rica em energia provoca uma modificação em sua ordem interna. Este processo de re-organização de um organismo ou sistema, que tem origem e fim no ambiente, modifica suas estruturas fundadoras, a partir de uma fase de transição, produzindo novas estruturas, espontaneamente, inaugurando uma nova ordem diferente do padrão anterior de organização deste sistema, tornando-o mais **adaptado**, (Kauffman, 1993:178) é denominado "**auto-organização**".

Muitos físicos se sentem confortáveis ao estenderem a idéia de **fase de transição** a sistemas mais complexos como nos exemplos de mudanças sociais e nas fases de desenvolvimento de uma criança, como as descritas por Piaget e Erickson. Estas podem ser denominadas de "super fases de transição". Turchin (apud Palombo, 1999:81) sugere o termo transição de meta-sistema para quando um novo sistema é criado em um nível de organização superior ao do sistema que originalmente entrou na fase de transição. Porém aqui continuaremos a utilizar o termo sistema.





Segundo Palombo (1999:81), a idéia que uma fase de transição seja um momento crítico na evolução de uma organização faz com que a origem da vida seja um momento integrado à evolução da vida, tornando o desenvolvimento de estruturas desenvolvidas dotadas de inteligência como um processo "normal" do mundo natural. Disto resulta que qualquer processo de mudança e de re-organização possa ser compreendido como um processo da natureza, incluindo as mudanças de comportamento individuais e sociais. Nesse sentido, passamos a utilizar a Teoria dos Sistemas Não-Lineares como ferramenta na compreensão dos processos relacionados à vida, como veremos nos próximos capítulos. Porém, antes, veremos um exemplo de como as propriedades dos organismos naturais foram aplicadas a organismos artificiais, gerando um conjunto de informações sobre as características dos organismos vivos.

2.8 ALGORITMOS GENÉTICOS

Nos anos 70, o cientista da computação John Holland, teve a intuição de que a melhor maneira de se resolver um problema seria mimetizar o que os organismos biológicos fazem para resolver os seus problemas de sobrevivência, ou seja, **evoluir** através da seleção natural e **reproduzir-se** através da recombinação genética. Neste contexto, Holland desenvolveu o estudo computacional de sistemas adaptativos através dos algoritmos genéticos. Algoritmos genéticos se constituem em um método refinado de busca dentro de problemas de espaços através do qual uma série de operações computacionais, análogas à adaptação biológica, direcionadas pela mutação, recombinação e seleção, são aplicadas recursivamente a uma população de soluções potenciais de um dado problema. Cada aplicação de uma operação gera uma nova população de soluções que deveria, cada vez melhor, se aproximar da melhor solução. Assim, o que evolui não é um indivíduo sozinho, mas a população como um todo (Holland, 1999:214).

Uma série de operações computacionais, inspiradas na Biologia, são aplicadas recursivamente a uma população de soluções potenciais de um dado problema. Cada





aplicação de uma operação gera uma nova população de soluções que deveria, cada vez melhor, se aproximar da melhor solução. Assim, o que evolui não é um indivíduo sozinho, mas a população como um todo (Holland, 1999:214).

Os algoritmos genéticos aperfeiçoam a busca ao incorporarem o critério de "competição". Portanto, o algoritmo genético pode ser visto como uma busca baseada nos mecanismos de seleção natural e genética. Ao contrário de todos os métodos de otimização que trabalham a partir de um único ponto na decisão do espaço, e emprega um método de transição para determinar o próximo ponto, os algoritmos genéticos trabalham simultaneamente, de vários pontos, com a população inteira, tentando muitas direções e empregando uma combinação de diversos métodos, para determinar a próxima população de pontos, inspirados geneticamente.

Os algoritmos podem se reproduzir através de métodos diferentes: os simples copiam cromossomas de acordo com uma função de aptidão (*fitness*); os denominados de *crossover*, trocam segmentos de dois cromossomas, pode haver a mutação, além de outras maneiras como a dominância, (um mapeamento de genótipo a fenótipo) e a inversão (troca de dois pontos de um cromossomo), entre outros. O "classificador" de Holland foi o primeiro algoritmo genético de aplicação prática. Um sistema classificatório consiste em uma máquina que aprende regras sintáticas ou classificadores, a fim de guiar sua performance no ambiente. Este sistema é constituído de três componentes principais: um sistema produtivo, um sistema de atribuição crédito e um algoritmo genético para gerar regras. (Holland, 1999:214). Sua ênfase na competição e cooperação, no feedback e reforço ao invés de em regras pré-programadas o diferenciam de modelos já conhecidos da Inteligência Artificial.

O funcionamento do algoritmo genético se dá da seguinte forma: (1) o processo de seleção se inicia a partir de uma população qualquer de indivíduos (2) a adaptação do indivíduo é computada através de uma função de quantificação. Para cada indivíduo da população a função de adaptação determina um valor numérico referente ao quanto a solução resposta está longe da solução ideal. A probabilidade de seleção de um indivíduo é proporcional ao seu valor de adaptação. Com a base neste valor um





subconjunto da população é selecionado. Ao subconjunto fica permitida a reprodução através de operadores inspirados biologicamente como o *crossover*, a mutação e inversão. Cada indivíduo, ou seja, cada ponto do espaço de soluções, é representado por um conjunto de símbolos. Cada operador genético performa a operação na seqüência ou conteúdo dos símbolos. O sistema opera da seguinte forma: quando uma mensagem do ambiente combina com a regra antecedente, a mensagem especificada na regra sub-sequente é produzida. Algumas mensagens produzidas pelas regras circulam de volta ao sistema classificatório, outras geram ações no ambiente. Uma mensagem é um conjunto de caracteres de um alfabeto específico. As regras não são escritas na "*first-order predicate logic of expert systems*", mas em uma linguagem que não possui poder descritivo e é limitada a simples expressões conjuntivas.

O processo de "atribuição de créditos" é o que avalia a efetividade das regras do sistema, atribuindo crédito elevado às regras que funcionam bem e crédito baixo às outras. O sistema de desempenho é o conjunto de regras que ditam como o sistema deve se comportar em um determinado instante. O sistema de desempenho corresponde a tudo aquilo que o agente seria capaz de fazer, caso parasse de aprender naquele instante (Holland, 1999:215). Um algoritmo atribui uma força referente a uma medida de utilidade de seu passado a cada regra que, então, faz uma oferta proporcional à sua força e à sua relevância diante da situação e somente é permitido passar adiante, a mensagem contida na regra cuja oferta é mais alta. As forças das regras são modificadas de acordo com a analogia econômica: toda vez que uma regra faz oferta, sua força é reduzida a um valor da oferta, enquanto a força daquele que a fornece é aumentada. A força dos fornecedores irá aumentar, por sua vez, se seus consumidores tornarem-se fornecedores. Isto leva a uma cadeia de fornecedores/consumidores cujo sucesso depende, ao final, do sucesso das regras que agem diretamente no ambiente. Então, o sistema dispensa a regra mais fraca, ou menos útil com novas regras geradas que são baseadas na experiência acumulada do sistema, ou seja, a combinação dos blocos selecionados (regras fortes) de acordo com alguns algoritmos genéticos.





Algoritmos genéticos são, portanto, compostos de agentes que agem em paralelo e interagem; o comportamento do sistema surge a partir de competições e cooperações dos agentes de dentro do sistema. Cada um destes sistemas apresenta muitos níveis de organização, com agentes em cada nível servindo de "blocos de construção" (*building blocks*) para agentes em um nível superior. Estes sistemas são capazes de re-arranjar suas estruturas baseados nas suas experiências e antecipar o futuro através de seus modelos inatos então novas oportunidades para novos tipos de agentes estão constantemente sendo criadas dentro do sistema.

A partir deste ponto, Holland (1999) nos coloca as características comuns aos sistemas adaptativos complexos. Um sistema adaptativo complexo se estabelece e opera através de um ciclo que envolve (1) vários esquemas, (2) o acaso, (3) consequências fenotípicas e (4) feedback a partir das forças da seleção sobre a competição entre os esquemas. São sistemas que apresentam as propriedades de agregação, não-linearidade, fluxo, e diversidade; e três mecanismos categorizados pelos rótulos, antecipação através de seus modelos internos e decomposição em "building blocks" (ver Holland, 1991). Cada agente de um sistema adaptativo pode ser representado por uma estrutura que consiste de (1) um sistema de performance, a fim de descrever as habilidades do sistema; (2) um algoritmo atribuidor de crédito, a fim de recompensar as regras mais aptas; e (3) um algoritmo de descoberta de regra a fim de gerar hipóteses plausíveis. Segundo Holland, Sistemas Adaptativos Complexos são de natureza onipresente pois guardam informação sobre o mundo, acham regularidades, comprimem-nas em esquemas de representação do mundo, predizem a evolução do mundo e prescrevem comportamentos para si mesmos. Os esquemas sofrem variações competindo uns com outros. Esta competição é regulada pelo feedback do mundo real sob a forma de força da seleção. A desordem é útil no desenvolvimento de um novo comportamento que permite o organismo a lidar com um ambiente em mudança.

Portanto, o processo de **auto-organização** caracteriza organismos vivos como sistemas complexos que exibem uma condição de adaptação. Exemplos destes sistemas são cérebros, ecossistemas e a economia. Dentre os exemplos deste tipo de sistema está





o ser humano, como um sistema aberto que, em sua contínua necessidade de adaptação para se manter vivo troca energia e informação com o ambiente (Palombo, 1999:76).

A fim de compreendermos como a **auto-organização** pode ser uma propriedade da **adaptação** e uma força na **evolução**, necessário se faz uma passagem pela teoria dos sistemas dinâmicos não-lineares cujos modelos nos propiciam uma linguagem adequada à descrição do "comportamento integrado" de sistemas que coordenam as ações de vários elementos (Kauffman, 1993:174), como veremos no próximo capítulo.





3 A TEORIA DOS SISTEMAS NÃO-LINEARES E A BIOLOGIA

No capítulo anterior vimos que os sistemas considerados vivos, ou sejam aqueles que apresentam as propriedades de auto-manutenção, reprodução, auto-organização e evolução, constituem-se em um tipo especial de sistema, aqueles que evoluem através da interação não-linear dos componentes que dele fazem parte. A Teoria dos Sistemas Não-lineares ou Teoria Matemática do Caos é a teoria matemática que busca leis e padrões aparentemente escondidos e imprevisíveis que regem os comportamentos dos sistemas complexos. Conceitos da matemática dos sistemas não-lineares como atratores, bifurcação, fase de transição, paisagem de aptidão entre outros, foram incorporados mais recentemente à Biologia (Kauffman, 1991:64).

De acordo com Goerner (1995:24), a Teoria do Caos está baseada no conceito da não-linearidade. Segundo Goldstein (1995:46), vários tem sido os conceitos utilizados na descrição e compreensão do fenômeno da não-linearidade. Aqui utilizaremos o conceito básico de não-linearidade que refere-se aos sistemas cujos *inputs* não correspondem aos *outputs*, ou seja, um aumento na função de x não significa um aumento ou diminuição proporcional a y . Isto significa que o gráfico da não-linearidade não produz uma reta. Um simples exemplo da característica da não-linearidade pode ser entendido através da descrição da posologia de um medicamento para eliminar uma dor de cabeça. Se você toma um comprimido para a dor de cabeça, ela poderá ser eliminada ou diminuir. Se a dor persistir e você tomar o segundo comprimido ela poderá diminuir ainda mais. Porém se você tomar 64 comprimidos, o resultado da diminuição desta dor não terá significado uma diminuição 64 vezes proporcional ao resultado de diminuição, caso você tivesse tomado somente um comprimido, ou seja, o resultado não será 64 vezes mais potente do que o de 1 comprimido. Portanto, a partir desta simples definição podemos dizer que o fenômeno da dor de cabeça constitui-se em um exemplo de não-linearidade. Nesse sentido, notamos que as aplicações e as implicações da não-linearidade podem ser muitas ou, segundo Goerner (1995:21) "parte de uma mudança completa de nossa visão de mundo, de um mundo controlado mecanicamente, a um mundo que incorporará a visão ecológica da evolução" (Goerner, 1995:21).





3.1 A LINEARIDADE E A TEORIA EVOLUCIONÁRIA

Antes do advento da Teoria da evolução de Charles Darwin, havia um conceito de origem grega e medieval, sobre a evolução ocorrer de forma linear. Acreditava-se que os organismos eram constituídos de formas fixas que não se modificavam e formavam uma "Cadeia de Seres" (*Chain of Being*) ou "Escala da Natureza" (*Scala Naturae*) que ligava linearmente formas inferiores a superiores e, portanto, sob uma visão a-histórica (Lovejoy, 1936 apud Kauffman, 1993:4). Cuvier, um anti-evolucionista, (Stanley, 1979 apud Kauffman, 1995:4) reforçou a idéia da escala unidimensional quando reconheceu quatro ondas de criação, correspondentes aos períodos geológicos pré-cambriano, paleozóico, mezozóico e cenozóico, durante os quais teria havido um aumento na complexidade das formas das criaturas, porém elas ainda eram consideradas formas fixas. Leibniz e Geoffroy, antes de Darwin, consideravam a evolução sob a forma de ramificações, mas só com Darwin, a partir da influência da obra de Malthus sobre limitação populacional, esta idéia tomou um foco, e passou a circular nas rodas intelectuais (Kauffman, 1993:7). Darwin se apoiou nestas várias dimensões geológicas para propor a novidade de que a Biologia pudesse ter abraçado leis universais a-históricas, diferentes daquelas da necessidade e do acaso (Figura 3.1). Como nos coloca Kauffman (1993:4) sobre os achados de Darwin: "As espécies evoluíram umas em relação a outras, então membros de uma espécie deveriam dar lugar a membros de outra espécie. Membros desta segunda espécie deveriam ser 'variantes' dos membros da primeira espécie" (Kauffman, 1993:4). Assim teria emergido um foco na variação. Kauffman continua:

"a especiação deve se apoiar na conversa entre a variação dentre uma espécie, entre espécies, dentre a população e entre as populações. A seleção natural seria então, uma força que calça os abismos da economia da natureza, dando lugar a 'variações bem marcadas', que seriam para Darwin, as espécies. Sucessivamente, sem parar, os calços naturais produziriam mais ramificações e formariam a árvore da vida. E agora, seria a especiação que produziria as modificações nos descendentes, que teriam a sistemática para organizar suas classes em padrões de ramos: espécie, gênero, família, ordem, classe e etc" (Kauffman, 1993:6)





3.2 A NÃO-LINEARIDADE E A TEORIA EVOLUCIONÁRIA

A visão contemporânea sobre a Teoria da Evolução inclui as idéias de Mendell sobre a transmissão genética de caracteres. Segundo as observações de Mendell, assim como átomos químicos, a mistura de gens pode dar resultado a muitas combinações. Seu pensamento era de que cada organismos possui 2 pais, 4 avós e 2 elevado a "n" ancestrais na enésima geração anterior. Deste modo, se os átomos de hereditariedade passam através das gerações, decorrem duas possibilidades: (1) todos os átomos acumulados da geração passada passam para cada geração, o que leva a uma super abundância de átomos, ou (2) Há a formação de um estado estável de átomos no qual cada organismo apresenta um número constante e esperado de átomos de hereditariedade. Esta teoria foi mais tarde revisitada para a formação da teoria dos cromossomas como transmissores de informações genéticas. Esta idéia nos leva ao desenvolvimento de organismos como controlados por um programa genético que, ao contrário do que se pensava sobre seu funcionamento ser análogo ao programa algoritmo serial, como os sistemas de computação universal que capacitam qualquer computação algorítmica específica, nos leva a pensar no programa genético como uma rede regulatória de distribuição em paralelo, que exibem auto-organização como veremos mais adiante.

3.3 O CONCEITO DE AUTO-ORGANIZAÇÃO INCORPORADO

À TEORIA EVOLUCIONÁRIA

O propósito de Kauffman em seu trabalho foi, de um lado analisar os caminhos da evolução ramificada e suas causas e, de outro, embaralhar os vários detalhes da visão reducionista de máquina sobre os organismos (Kauffman, 1993:5). Desde Darwin biólogos tem encarado a seleção natural como a única fonte de ordem dos organismos vivos. Darwin nos deixou a noção de que o processo de adaptação ocorre através da gradual acumulação de variações ao acaso, consideradas úteis, ou seja, como resultado





somente da mutação e da seleção. Naturalmente, à sua época, Darwin não suspeitava que a propriedade de auto-organização, descoberta recente, principalmente pelo trabalho de Prigogine, pudesse ser o próprio processo de adaptação. Porém, as concepções que biólogos possuem sobre as origens da ordem na evolução têm se modificado devido a descobertas matemáticas (Kauffman, 1991:64), particularmente através da Teoria dos Sistemas Não-lineares. Hoje, o referencial teórico proposto por Kauffman (1993), biólogo evolucionista que incorpora o conceito da auto-organização à teoria evolucionária, propõe a adaptação, como resultado tanto da seleção natural como da ordem natural do organismo, "sobre a qual a seleção teve o privilégio de atuar" (Kauffman, 1993:173).

3.4 O CONCEITO DE AUTO-ORGANIZAÇÃO

Os estudos que suportam estas conclusões iniciaram-se com modelos matemáticos para sistemas biológicos que exibem auto-organização, a partir dos quais pode-se fazer previsões consistentes com propriedades observáveis dos organismos. Porém, como veremos a seguir, muito antes do desenvolvimento destes estudos através de modelos computacionais, esta propriedade foi descrita com detalhes por Ilya Prigogine, ganhador de um prêmio Nobel em Química, cujos trabalhos resultaram na apresentação dos conceitos de "em equilíbrio" e "fora de equilíbrio" para categorizarem os estados de um sistema. Prigogine demonstrou que as condições de um sistema categorizado como "fora do equilíbrio" levavam a um comportamento diferente do que era esperado através da interpretação da "Segunda lei da Termodinâmica" que descreve o mundo como evoluindo da ordem à desordem. (Prigogine, 1988:180). De acordo com suas observações, os átomos de um sistema não estariam livres da influência de um fluxo de energia e de material, vindos de fora do sistema. Esta energia, sendo suficiente, poderia desenvolver espontaneamente uma nova organização interna do sistema, apesar do aumento da entropia, expelindo matéria e energia ao ambiente externo. Isto equivaleria a reversão parcial da degradação imposta pela Segunda Lei da Termodinâmica. Através de seus experimentos, Prigogine (apud Petree, 2002) observou





que há no sistema, uma região limitada, na qual pode ocorrer uma reorganização do sistema em uma série de novas estruturas. O exemplo mais familiar para o entendimento deste fenômeno é o de um recipiente de sopa descansando sobre a boca de fogão (Figura 3.2), como descrito por Waldropp (1992:33):

"Se o gás está desligado, nada acontece. Exatamente como a segunda lei da termodinâmica prevê, a sopa está à temperatura ambiente, em equilíbrio com o ambiente. Se o gás é ligado em uma chama bem fraca, então, ainda nada acontece. O sistema não está mais em equilíbrio – a energia do calor está aumentando a partir do fundo do recipiente, mas a diferença não é grande o suficiente para perturbar o sistema. Porém, aumentando-se a chama um pouco mais, o sistema se modifica para um pouco além de seu equilíbrio. De repente, o aumento do fluxo de energia de calor torna a sopa instável. As moléculas da sopa não mais exibem uma média de movimento próxima do zero; alguns movimentos começam a aumentar. Porções do fluido começam a subir. Outras porções a descer. Muito rapidamente, a sopa começa a organizar seus movimentos em uma escala maior: olhando-se para baixo da superfície pode-se ver um padrão hexagonal de células convexas, com fluidos subindo no meio de cada célula e descendo pelos lados. A sopa adquiriu ordem e estrutura. Em uma palavra, ela começou a ferver." (Waldrop. 1992:33)

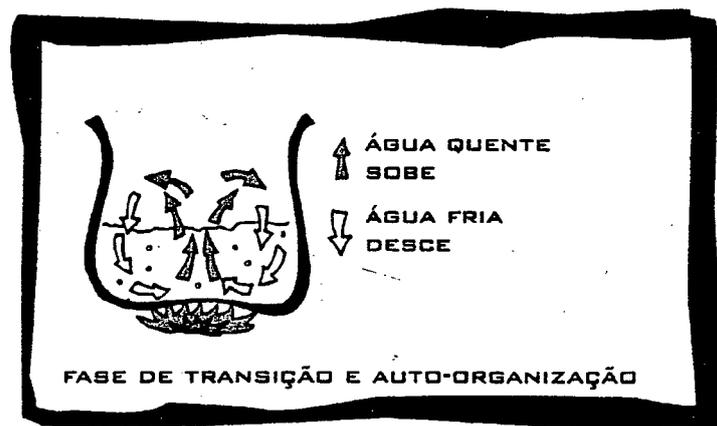


Figura 3.2: Fase de Transição e Auto-Organização de um Sistema.

Priogogine (apud Petree,2002) referia-se aos sistemas governados pelas leis de conservação de energia como "conservativos" e aqueles sustentados por um constante fluxo de energia e/ou matéria como os sistemas dissipativos, que poderiam evoluir "do estar sendo ao tornar-se" (*from being to becoming*). A ordem, portanto, pode surgir tanto a partir de sistemas "em equilíbrio" como de sistemas "fora do equilíbrio". Um





sistema, formado por uma combinação de fatores que são exatamente aqueles encontrados nos sistemas vivos, ou seja, um grande número de componentes organizados em unidades independentes que interagem umas com as outras, um fluxo de energia que flui através do sistema e dirige o sistema para um estado afastado do equilíbrio, seria, portanto, o tipo de sistema criador da ordem. Assim sendo, a visão de Darwin sobre a seleção natural como criadora da ordem não era mais suficiente para explicar toda a ordem espontânea exibida tanto nos organismos vivos como na matéria morta. Todos os organismos vivos, incluindo sistemas como a biosfera, são sistemas "fora do equilíbrio". Nesse sentido, a teoria de sistemas dissipativos contribuiu para uma redefinição na abordagem dos fenômenos naturais por parte dos cientistas. De acordo com Kauffman (1993:178) muito da ordem apresentada nos organismos emerge espontaneamente de sistemas que operam à beira do caos, ou seja, que funcionam propositalmente de forma instável. Porém existem alguns sistemas que se apresentam à princípio, com uma desordem generalizada e que, com o passar do tempo, podem gerar um alto grau de ordem. De acordo com Kauffman, este seria o anti-caos, ou seja o mesmo processo, porém, na mão contrária ao que a Teoria do Caos nos apresenta. Nas palavras do autor: "o anti-caos, me parece, tem um importante papel no desenvolvimento biológico e na evolução" (Kauffman,1991:64). Neste processo, sistemas altamente desordenados se cristalizam em um grau superior de ordem, denominado de auto-organização, no qual novas estruturas emergem a partir da interação de várias unidades independentes. Estes seriam os sistemas sobre os quais a adaptação pode ocorrer através da seleção.

3.5 A AUTO-ORGANIZAÇÃO E O PROGRAMA GENÉTICO

A primeira descoberta de Kauffman foi a de que células se comportam como redes matemáticas. Nos anos 60, Manod (apud Kauffman, 1993) descobriu que os gens se comportam como circuitos genéticos ao invés de como uma linha. Existem gens regulatórios dentro das células cujo trabalho é ligar ou desligar gens. Portanto, os gens não são simples instruções a serem carregadas, porém eles participam de uma rede





complexa de mensagens. Um gen regulatório pode disparar outro gen regulatório que pode disparar outro gen regulatório e assim por diante. Cada gen é tipicamente controlado por um número de dois a dez gens. Ao ligarmos só um gen, uma avalanche de efeitos pode ser disparada.

O programa genético não seria então, uma seqüência de instruções, mas uma rede regulatória que se comporta como um sistema auto-organizado, no qual gens regulam as atividades uns dos outros, diretamente ou através de seus produtos. O comportamento coordenado deste sistema serve para a base de diferenciação celular (Kauffman, 1991:65). Através da simulação por computador de processamento paralelo complexo, semelhante à de uma célula, Kauffman provou que em muitos organismos, o número de tipos celulares pode ser de aproximadamente a raiz quadrada do número de gens. De acordo com Kauffman (1993:67) modelos matemáticos podem auxiliar na compreensão sobre as questões de tais sistemas de processamento paralelo da seguinte forma. Cada sistema complexo apresenta o que pode ser denominado de chamado de "questões locais". Estas, constituem-se em características que descrevem como elementos individuais do sistema estão conectados e como eles podem influenciar uns aos outros. Por exemplo, num genoma os elementos são gens. A atividade de qualquer gen é diretamente regulada por alguns gens ou produtos genéticos e certas regras governam suas interações. A partir de um conjunto de questões locais, pode-se construir um grande conjunto ou classe, de todos os sistemas complexos diferentes, constituintes a estes. Um novo tipo de mecanismo estatístico pode identificar as características médias de diferentes sistemas do conjunto, diferentemente dos mecanismos tradicionais de estatística que produzem a média de todos os estados possíveis de um único sistema. Dentro de um conjunto, os sistemas individuais podem ser bastante diferentes apesar de exibirem estruturas e comportamentos estatisticamente típicos. Por esta razão Kauffman (1991:67) advoga que estes sistemas em paralelo, constituem-se na melhor hipótese para previsão de propriedades de um sistema como um todo.

Esta abordagem inicia-se com a **idealização** do comportamento de cada elemento do sistema – cada gen, no caso do genoma – como uma variável binária simples (ligado





ou desligado). Para estudar o comportamento de milhares de elementos quando eles estão agrupados em par, Kauffman (1991:67) utilizou uma classe de sistemas denominada rede booleana aleatória. Estes sistemas são assim denominados em homenagem a George Boole, o inventor inglês de uma abordagem algébrica para a lógica matemática.

3.6 REDES BOLEANAS

Redes Booleanas são sistemas de variáveis binárias, cada uma com dois estados de possibilidades de atividade (ligado e desligado), pareado um com outro tal que a atividade de cada elemento é governada pela atividade de alguns elementos anteriores de acordo com a função de mudança booleana. De acordo com Kauffman (1993:182), várias são as razões para considerar que redes de mudança Booleana são de central importância para a construção de mecanismo estatísticos sobre conjuntos de sistemas e para uma adequada teoria de sistemas complexos e ordenados. Porém apesar de seus argumentos serem bastante interessantes, não os traremos para o desenvolvimento de nosso ponto.

Em uma rede booleana, cada variável é regulada por outras que servem como *inputs*. O comportamento dinâmico de cada variável – ou seja, se ele será ligado ou desligado no momento seguinte é governado por uma regra lógica de acionamento denominada função booleana. A função especifica a atividade de uma variável em resposta a todas as possíveis combinações de atividades nas variáveis de *input*. Uma regra pode ser "OU", determinando se a variável ficará ativa se qualquer de suas variáveis de *input* estiver ativa. Ou a regra poderá ser "E", se uma variável ficará ativa somente se todas os *inputs* estiverem ativos.

Há um tipo de cálculo que determina quantas funções booleanas poderiam ser aplicadas a qualquer elemento binário de uma rede. Se um elemento binário possui um no. K de *inputs*, então, existe um número de combinações possíveis que ele poderia receber, igual a 2^K . Para cada combinação o resultado especificado será ou ligado ou





desligado. Portanto, existem 2 possíveis regras de ativação booleana para a potência 2 elevado a K referente àquele elemento. As versões de sistemas biológicos idealizadas matematicamente que Kauffman (1993:183) discutiu são denominadas redes Booleanas ao acaso do tipo NK. Estas redes consistem de N elementos ligados por K *inputs* por elemento. Os elementos são considerados autônomos, pois nenhum dos *inputs* são provenientes de fora do sistema. Os *inputs* bem como a função booleana, uma delas, são distribuídos ao acaso, a cada elemento. Ao se atribuir valores a N e K, pode-se definir conjuntos de redes com as mesmas características locais. Uma rede ao acaso constitui-se em uma amostra ao acaso, deste conjunto.

Cada combinação de atividades de elementos binários constituem um "estado" da rede. Em cada estado, todos os elementos acessam os valores de seus *inputs* regulatórios naquele momento. No momento seguinte, os elementos ligam ou desligam de acordo com suas funções individuais. De acordo com Kauffman (1991:67), devido ao fato de todos os elementos agirem simultaneamente, diz-se que o sistema é sincrônico. Um sistema passa de um estado único a outro. A sucessão de estados é denominada a trajetória da rede.

Uma característica crítica de uma rede booleana é que elas possuem um número finito de estados. Um sistema deve, portanto, eventualmente re-entrar num estado já encontrado anteriormente. Como seu comportamento é determinado precisamente, o sistema procede ao mesmo estado sucessório como o fez antes, repetindo-se através dos mesmos estados. A repetição cíclica destes estados denomina-se "atratores da rede": uma vez que uma trajetória da rede o carrega a um ciclo de estado, ele fica lá. O conjunto de estados que fluem em direção a um ciclo ou que caem em um ciclo já conhecido constitui-se em sua "base de atração" de um ciclo de estado (Figura 3.3). Se não há perturbações, uma rede irá eventualmente se ajustar em alguns destes atratores de ciclos de estado e permanecerá lá. Porém, se a rede for perturbada de alguma forma, sua trajetória pode se modificar. Deve-se destacar aqui, dois tipos de perturbação: perturbações mínimas e perturbações estruturais.





Uma perturbação mínima se constitui em um movimento rápido de um elemento binário a seu estado de atividade oposto. Se esta mudança não é capaz de levar a rede para fora de sua base de atração, a rede irá eventualmente retornar a seu estado de ciclo inicial. Mas, se a mudança empurrar a rede para uma base de atração diferente, a trajetória da rede irá mudar, fluindo para um novo estado de ciclo e para um novo padrão recorrente de comportamento da rede. A estabilidade de atratores sujeitas a perturbações mínimas pode variar. Alguns podem se recobrar de qualquer perturbação mínima, outros apenas de algumas enquanto outros ainda ficam desestabilizados por qualquer perturbação.

Já as perturbações estruturais constituem-se em mutações permanentes nas conexões ou nas funções booleanas de uma rede. Tais perturbações podem incluir a troca de *inputs* de dois elementos ou a troca de um elemento de função OU para a função E. Assim como nas perturbações mínimas, as perturbações estruturais podem causar estragos e as redes podem variar em sua estabilidade, contra elas mesmas. A modificação de atividade de apenas um elemento pode desencadear uma avalanche de mudanças dos padrões que poderiam ter ocorrido. Estas mudanças podem se propagar a extensões variadas através da rede provocando grandes "estragos".



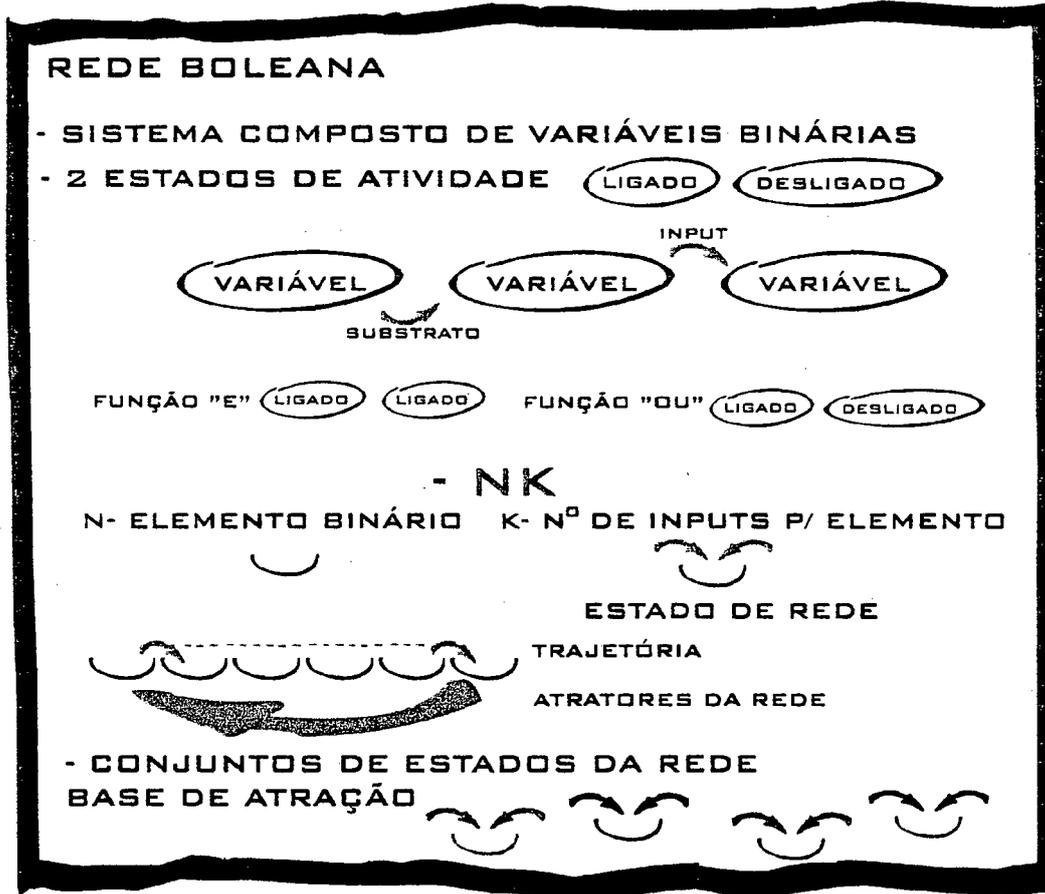


Figura 3.3: Esquema de uma Rede Boelana.

3.7 A ADAPTAÇÃO, A AUTO-ORGANIZAÇÃO E AS PAISAGENS DE APTIDÃO

O modelo matemático para o estudo destas perturbações, proposto por Kauffman (1991:67) está baseado no conceito de "*fitness landscape*", originalmente introduzido por Sewall Wright. Uma *fitness landscape*, ou "paisagem de aptidão", é uma distribuição de valores sobre o espaço de genótipos (Figura 3.4). A idéia da base de atração e do ponto estável é essencialmente a mesma idéia de uma cadeia de montanha com vales, picos, lagos, planaltos e sistemas de drenagem de água. Os lagos correspondem a pontos atratores, as bases de drenagem à base de atração. Assim como a região da montanha pode ter muitos lagos e bases de drenagem, os sistemas





podem também apresentar muitos espaços de estado como sendo partidos em bases de atração desconexas. Quando liberados do **estado inicial**, o sistema dinâmico está em uma trajetória de uma única base e o sistema flui na base daquele atrator. Esta restrição significa que cada base desconexa leva somente a um atrator e então que diferentes atratores constituem o no. total de alternativas para comportamentos do sistema a longo prazo. Em um dado tempo, o sistema se enrolará em um ou outro de seus finitos números de atratores. Desde que os atratores são tipicamente bem menores do que o volume de estados em suas bases, o sistema se torna encaixado em um dos atratores até que perturbado por uma força externa (Kauffman, 193:176).

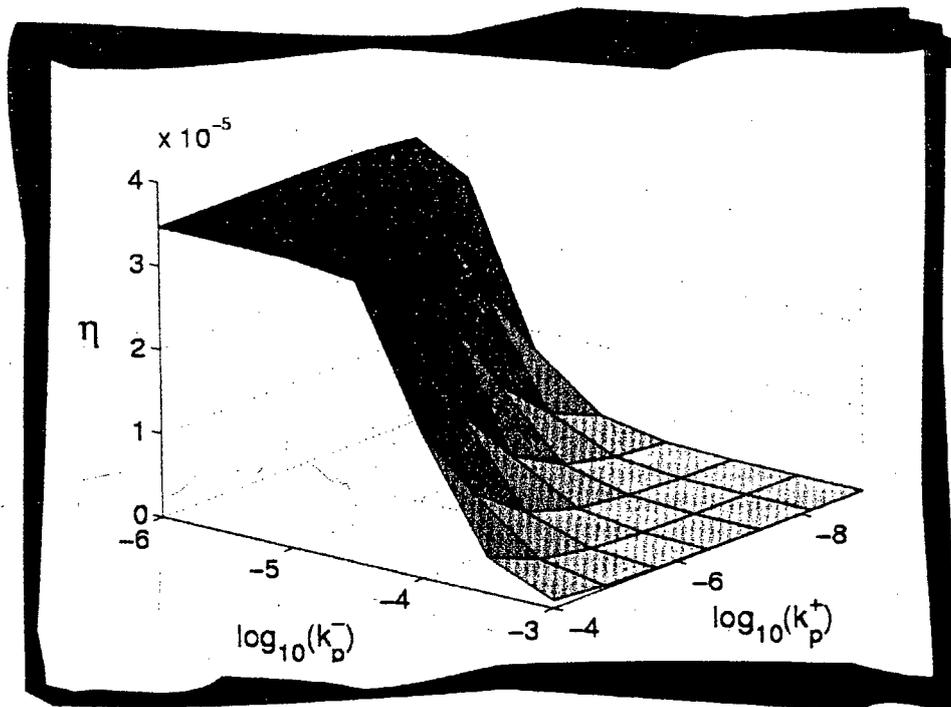


Figura 3.4: Exemplo de paisagem de aptidão.
Fonte: Kauffman 2000:70.

Os atratores podem ou não ser estáveis a pequenas perturbações externas. A imagem de uma região montanhosa ajuda imediatamente a caracterizar a estabilidade de diferentes tipos de atratores. Um **estado estável estável** é representado por um lago no fundo de um vale. Uma gota de água colocada devagarzinho em qualquer lugar do sistema irá para o fundo do lago assim que ela puder se mover. Em um **estado estável não estável**, representado por picos de montanhas e por selas entre vales. Uma gota de





água irá permanecer em um pico se deixada imóvel, mas irá fluir para longe do pico se perturbada em qualquer direção (Figura 3.5). Em outras palavras, um estado instável não é um atrator desde que o único estado de sua própria base seja o estado estável por si mesmo.

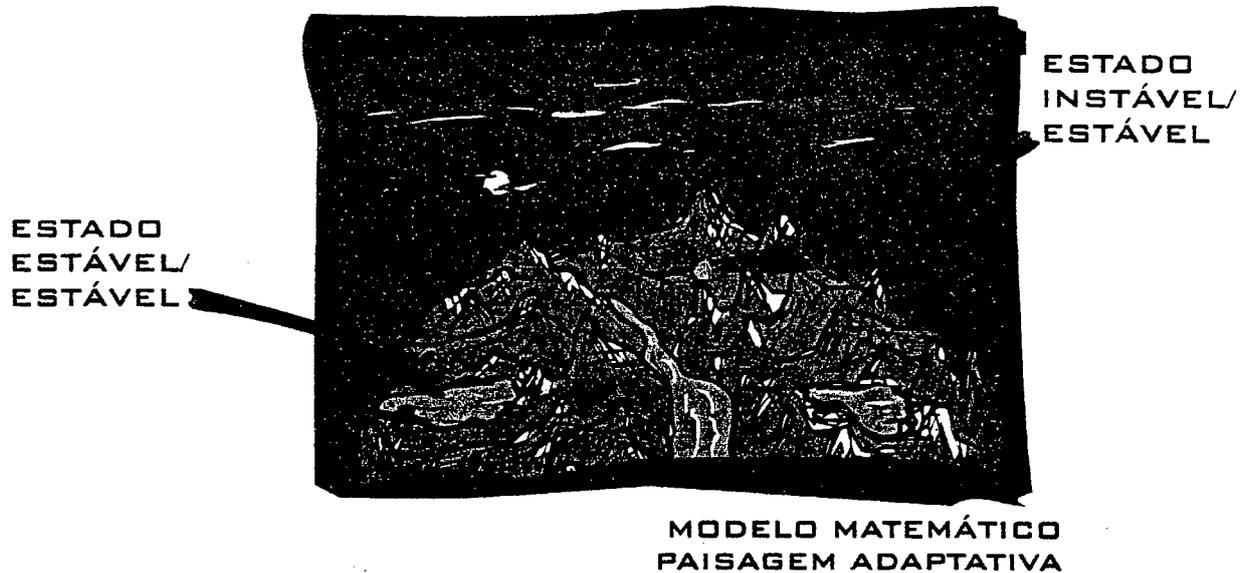


Figura: 3.5: Esquematização da possível trajetória de um atrator em uma Paisagem de Aptidão.

Uma gota de água numa sela, por exemplo, irá correr para baixo se colocada em qualquer ponto-alto da sela, mas irá seguir adiante se colocada no ponto do vale. Em outras palavras, **espaços estáveis do tipo sela são estáveis em relação a perturbações**. A existência de selas reflete o fato de que duas bases de atração estáveis devem se tocar e a crista na qual elas estão deve ser a base de atração tendo uma dimensão menor o que o n° de variáveis do sistema e é chamada de **separatriz** (Figura 3.6). Em duas dimensões a crista é uma linha separatrix. Se o sistema for deixado nesta linha de crista, ele flui da crista para o estado estável da sela. Se perturbado o sistema flui para o vale correspondente. Além destas propriedades fundamentais da estabilidade, as trajetórias também devem abordar um estado estável espiralando em volta dele ou espiralando em direção a ele. Similarmente, o sistema pode sair de um estado estável instável sem espiralar ao redor dele ou ao espiralar sem parar. Estas descrições qualitativas apresentam formulações matemáticas precisas (Hirsch e Smale, 1974 apud Kauffman, 1993:177).



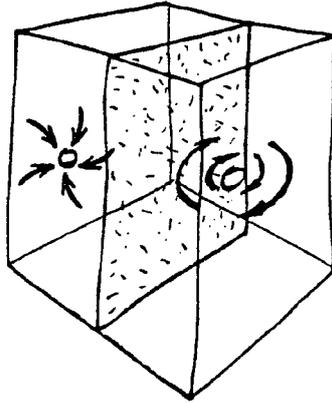


Figura 3.6: Espaço de estado em 3 dimensões, com duas bases de atração, separados por uma "parede" ou separatriz.

Fonte: Adaptado de Kauffman 1993:176.

A evolução consiste no atravessar esta paisagem. Os picos representam a aptidão ótima. As populações vagueiam direcionadas pela mutação, seleção e deriva através da paisagem em uma procura por picos. Ocorre que a melhor estratégia na procura de picos se dá na **fase de transição** entre a ordem e a desordem, ou novamente, no limite do caos. O mesmo modelo se aplica a outros fenômenos biológicos e até não-biológicos e podem, portanto, representar uma lei universal da natureza.

A evolução adaptativa, portanto, pode ser representada como uma escalada na procura de um local ótimo que convergem através de mutantes aptos em direção a algum local global ótimo. A evolução adaptativa ocorre em paisagens de aptidão que são **rugosas** ou com multi-picos. A estrutura destas paisagens implica que a radiação e *stasis* são características inerentes da adaptação. Kauffman apresenta a explosão Cambriana e a extinção Permiana, famosos paradoxos de registros fósseis, como exemplos de consequência natural de propriedades inerentes de paisagens rugosas. (Ver diferenciação de paisagens rugosas e lisas no capítulo 3 de Kauffman, 1993). Kauffman também notou que sistemas não-lineares que interagem com o mundo externo classificam e sabem sobre o mundo através de seus atratores.

Kauffman começa a partir do ponto onde Langton parou. Seu "princípio candidato" afirma que os organismos modificam suas interações de uma forma a atingir a fronteira entre a ordem e o caos. Por exemplo, o físico Per Bak estudou uma pilha de areia cujo





colapso devido ao peso de um novo grão é imprevisível: a pilha se re-organiza. Nenhuma força externa está moldando a pilha de areia. É ela que se organiza a si própria. Per Bak (1988, apud Scaruffi, 2002) refere-se às perturbações relacionadas ao caos como "**criticamente auto-organizadas**". Em seus estudos, ele utiliza a metáfora de um "monte de areia" na qual alguém está continuamente deixando cair novos grãos de areia sobre este monte. Como o monte de areia se constitui em um sistema tão interligado e interdependente, ele aumenta, cresce até o ponto que vem a acontecer uma avalanche ou que uma pequena cascata de areia começa a cair. Estes pesquisadores denominaram este fenômeno na natureza como "lei de potência" (*power law*) (Figura 3.7). A lei de potência seria equivalente à frequência média de um dado tamanho de avalanche inversamente proporcional a alguma potência de seu tamanho. Como exemplos temos os terremotos, a atividade do Sol, o fluxo de água de um rio. Esta metáfora permite que se perceba como as perturbações do meio externo podem afetar um sistema à beira do caos e posteriormente apresentar um efeito cascata em uma nova ordem. As pequenas mudanças e os grandes resultados, ou cascatas e avalanches, no caso de monte de areia, constituem-se em métodos de sinalização de que um sistema está operando à beira do caos.

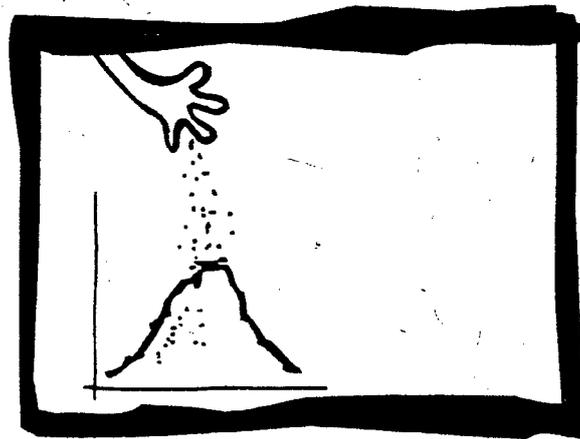


Figura 3.7: Esquemática da Lei de Potência.

Assim como os parâmetros de descrição de um sistema Boleano complexo se modifica, o comportamento físico e biológico do sistema também se altera: um sistema pode se modificar de um comportamento caótico para um comportamento ordenado. Um tipo de sistema que talvez seja surpreendentemente simples de ser compreendido é





aquele no qual o número de inputs de cada elemento equivale ao número total de elementos – em outras palavras, tudo está conectado a tudo o mais. Este sistema é denominado de rede $K=N$. Devido ao fato de uma rede $K=N$ ser maximamente desordenada, o sucessor de cada estado é uma escolha completamente ao acaso e a rede se comporta caoticamente. Um sinal da desordem de um sistema $K=N$ pode ser observado à medida que o número de elementos aumenta, pois o comprimento dos ciclos de estado cresce exponencialmente. Por exemplo, uma rede $K=N$ consistindo de 200 elementos pode ter 2.200 estados diferentes, cerca de 1.060. O comprimento médio de um estado de ciclo é grosseiramente a raiz quadrada daquele número, ou seja, cerca de 1.030 estados. Em relação à origem da vida, até mesmo se cada estado de transição tomasse somente um micro-segundo, levaria bilhões de vezes a mais do que a idade do universo para que a rede pudesse atravessar seu atrator completamente.

Redes $K=N$ também exibem sensibilidade máxima às condições iniciais. Devido ao fato do sucessor de qualquer estado ser essencialmente o acaso, quase qualquer perturbação que modifique um elemento iria modificar bruscamente a trajetória subsequente da rede. Portanto, mudanças mínimas, tipicamente, causam danos extensivos, como alterações nos padrões de atividade, quase imediatamente. Como estes sistemas demonstram extrema sensibilidade às suas condições iniciais e por seus estados e ciclo aumentarem exponencialmente em comprimento, Kauffman (1991:68) caracteriza este sistema como caótico.

Apesar destes comportamentos caóticos, entretanto, sistemas $K=N$ demonstram um sinal inicial de ordem, pois o número de ciclos de estados possíveis e de bases de atração é muito pequeno. O número de ciclos de estado esperado equivale ao número de elementos dividido pela constante logarítmica e . Um sistema de 200 elementos e 2 elevado a 200, por exemplo, teria somente 74 padrões diferentes de comportamento. Além disso, cerca de 2/3 de todas as possibilidades de estados caem dentro de bases de somente alguns atratores, algumas vezes somente de uma. A maioria dos atratores reivindica poucos estados. Sendo a estabilidade de um atrator proporcional a seu tamanho de base, que é o número de estados nas trajetórias que drenam para o atrator,





grandes atratores são estáveis a muitas perturbações e pequenos são geralmente instáveis. Os comportamentos caóticos e estruturais não são únicos de redes $K=N$. Eles persistem enquanto K (o número de *inputs* por elemento) decresce para cerca de três. Quando K cai para dois, entretanto, as propriedades de redes booleanas ao acaso mudam abruptamente: as redes exibem espontaneamente e inesperadamente ordem coletiva.

De acordo com Kauffman (1991:68), em redes de $k=2$, portanto, ambos, o número e os esperados comprimentos de ciclos de estados alternativos caem até somente a raiz quadrada do número de elementos. Os ciclos de estado de $k=2$ permanecem estáveis diante de quase todas as mínimas perturbações e perturbações estruturais alteram pouco de seu comportamento dinâmico. (Redes com um único *input* por elemento constitui uma classe ordenada especial. Sua estrutura degenera em *loops* de feedback isolados que não interagem. Kauffman nos coloca a riqueza destas descobertas da seguinte forma:

Faz mais de 20 anos desde que eu descobri estas questões de redes aleatórias e elas ainda me surpreendem. Se alguém tivesse que examinar uma rede de 100.000 elementos, cada uma recebendo dois *inputs*, seu diagrama de fios seria um emaranhado selvagem e complexo. O sistema poderia assumir tanto quanto 210.000 (cerca de $10^{30.000}$) estados diferentes. Ainda assim a ordem emergiria espontaneamente: o sistema se acalmaria em um dos 370 diferentes estados de ciclos. Em um microsegundo por transição, aquela rede de $K=2$ atravessaria seu estreito atrator de estado de ciclo em somente 370 microsegundos – muito menos do que os bilhões de vezes a idade do universo que a caótica rede $K=N$ requer.

Nas redes de regime ordenado com dois ou poucos *inputs* por elemento, existe pouca sensibilidade a condições iniciais: a borboleta dorme. No regime caótico, as redes divergem após o início de estados muito similares mas no regime ordenado, estados similares tendem a convergir para o mesmo estado sucessor um pouco depois.

Conseqüentemente, em redes aleatórias, com só dois *inputs* por elemento, cada atrator está estável às mais mínimas perturbações. Similarmente, a maioria das mutações em tais redes alteram os atratores somente um pouco. O regime da rede ordenada é portanto, caracterizado por um estado de qualidade homeostática: redes tipicamente retornam ao seus atratores originais após perturbações. E





homeostase,..., é uma propriedade de todas as coisas vivas.
(Kauffman,1991:68)

Kauffman continua seu trabalho desenvolvendo sobre o ordenamento resultante de redes aleatórias com dois *inputs* por elemento, relacionado-as ao desenvolvimento de "núcleos congelados" e à suas funções canalizantes. Apesar de extremamente interessantes, por tratarem-se estados de baixa e alta conectividade do sistema, este assunto não será apresentado neste estudo, pois não é nosso objetivo relacioná-lo aos nossos próximos tópicos. Podemos brevemente citar que seus achados indicam que perturbações mínimas causam numerosas pequenas avalanches e poucas avalanches grandes. Então, lugares dentro de uma rede podem se comunicar uns com outros – ou seja, afetar o comportamento de uns com outros – de acordo com uma lei de distribuição de potencia: locais próximos se comunicam freqüentemente através de pequenas avalanches de danos; locais distantes se comunicam menos freqüentemente através de grandes avalanches raras.

Estas características inspiraram Langton a sugerir que as redes de processamento em paralelo localizadas à beira do caos podem ser capazes de computações extremamente complexas, ao contrário tanto de redes altamente caóticas que seriam tão desordenadas que o controle de comportamento complexos seria difícil de manutenção, quanto de redes altamente ordenadas que estariam muito congeladas para coordenar comportamentos complexos. Como Darwin nos ensinou, as mutações e a seleção natural podem desenvolver um sistema biológico através da acumulação de pequenas variantes sucessivas. Ainda assim nem todos os sistemas possuem a capacidade de se adaptar e se desenvolver desta maneira. Um programa complexo em um computador padrão, por exemplo, não pode evoluir através de mutações randômicas: quase qualquer mudança em seu código alteraria catastroficamente a computação. Quanto mais comprimido o código, menor a capacidade que ele tem de evoluir. Redes na fronteira entre a ordem e o caos podem ter flexibilidade para se adaptar rapidamente e com sucesso através da acumulação de variações úteis. Em tais sistemas, a maioria das mutações apresenta conseqüências pequenas por causa da natureza homeostática do sistema. Poucas mutações, entretanto, causam grandes cascatas de mudança. Sistemas





suspensos irão se adaptar gradualmente às mudanças do ambiente, podendo mudar rapidamente se isso for necessário. Estas propriedades também são observáveis nos organismos.

Se **redes booleanas de processamento-paralelo** estão suspensas entre a ordem e o caos, e podem se adaptar bem rapidamente, então elas devem ser o alvo inevitável da seleção natural. A habilidade de tomar vantagem da seleção natural é um dos primeiros traços selecionados. O físico Norman H. Packard da Universidade de Illinois encontrou tal evolução ocorrendo em uma população de simples redes booleanas denominadas automatas celulares, que foram selecionadas por sua habilidade de performar computações simples específicas. Mais recentemente Kauffman e Sonke Johnsen da *University of Pennsylvania*, encontraram mais evidências da evolução seguir em direção ao caos a partir de estudos nos quais redes booleanas interagem umas com as outras. Seus resultados sugeriram que a transição entre o caos e a ordem pode ser um atrator para a dinâmica da evolução das redes, performando uma série de tarefas complexas e simples. Todas as populações da rede se desenvolveram mais rápido através do jogo implementado no estudo do que se fossem deixadas ao acaso simplesmente. A organização de redes de sucesso também envolve o fato de seus comportamentos convergirem em direção à fronteira entre a ordem e o caos.

Segundo Kauffman,

"uma interpretação do significado do anti-caos em sistemas complexos tem particular relevância para a biologia: um tipo celular pode corresponder a um atrator na dinâmica genômica. Se um tipo celular é um atrator, deveria ser possível prever quantos tipos celulares aparecem em um organismo. O número de atratores é de cerca do no. de raiz quadrada do no. de gens. Se nós assumirmos que o no. de gens é proporcional a quantidade de DNA em uma célula, então os humanos deveriam ter cerca de 100.000 gens e 370 tipos celulares. Mas na conta mais recente, os humanos tem 254 tipos distintos de células, então a previsão também está no limite certo" (Kauffman, 1991:69)

Outra previsão diz respeito à estabilidade de tipos celulares, como o autor aponta:





"Se um tipo celular é um atrator, então ele não pode ser alterado por perturbações máximas: sua estabilidade é uma propriedade emergente do sistema regulatório genético. De acordo com este modelo, a diferenciação, seria uma resposta a perturbações que levaram a célula à base de atração por um outro tipo celular. O paralelismo suporta a hipótese de que a evolução acionou o sistema regulatório genético adaptativo para a região ordenada e talvez para a fronteira próxima entre a ordem e o caos. Se esta hipótese se mantém, biólogos podem ter o começo de uma compreensão da teoria da organização genômica, do comportamento e da capacidade de evoluir. O modelo atrator para tipos celulares também prevê que a mutação de um único gen usualmente possua efeitos limitados. Os danos de avalanches, ou mudanças de atividade, causadas por mutações não deveriam propagar a vasta maioria dos gens na rede regulatória. Mudanças na atividade deveriam ser restritas a pequenas ilhas isoladas de gens. Estas expectativas são encontradas em sistemas genéticos reais". (Kauffman, 1991:70)

Os estudos de Kauffman procuram os princípios de adaptação dos sistemas complexos tentando encontrar o balanço entre a sua ordem interna e a sua capacidade de **auto-organização** frente ao ambiente que os cercam. Para isso Kauffman explorou dois componentes destes princípios de adaptação: a **auto-organização** e a **seleção**. De acordo com Kauffman (1993:178), Darwin não poderia ter suspeitado a existência da **auto-organização**, uma descoberta recente, que se constitui em uma propriedade inerente ao processo de adaptação e de evolução dos **sistemas complexos**, seja em sistemas naturais ou artificiais. De acordo com este autor, teria faltado a Darwin nos dizer que os **sistemas capazes de evolução adaptativa**, ou seja, aqueles capazes de serem atingidos e obterem sucesso, através da ação da força da seleção, são aqueles considerados de "**complexidade organizada**". Em sistemas complexos ou sistemas vivos, a **seleção natural** e a **auto-organização** complementam-se uma a outra: elas criam sistemas complexos localizados na fronteira entre a ordem e o caos, onde estão aptos a evoluírem. Em todos os níveis de organização, tanto para organismos quanto para ecossistemas, o alvo da seleção é o tipo de sistema adaptativo entre a ordem e o caos.

Nesse sentido, Kauffman (1991:65) nos coloca a possibilidade da ordem biológica refletir, em parte, a ordem espontânea sobre a qual a seleção tem agido. Assim a seleção teria moldado, mas não produzido, a coerência do desenvolvimento biológico,





que seria inata. Desse modo, pode-se considerar a substância da evolução como a capacidade de um sistema se adaptar, através da mutação e da seleção natural. Estes são processos que governam, tanto os comportamentos humanos quanto aqueles que agem nos organismos mais simples, até mesmo sobre alguns sistemas artificiais, são recursivos em vários níveis desde a morfologia até o comportamento.

A visão de Kauffman sobre a vida pode ser resumida como se segue: redes catalíticas ou redes que se alimentam a si mesmas surgem espontaneamente; a seleção natural as levam ao limite do caos; um mecanismo genético regulador dá conta do metabolismo e do crescimento; **atratores fornecem a fundação para a cognição.** Desta forma, os requerimentos para a ordem emergir seriam mais fáceis do que os imaginados. O tema principal da pesquisa de Kauffman (1993) é a tendência onipresente em direção à auto-organização. Segundo este autor: "Esta tendência causa o aparecimento das propriedades emergentes dos sistemas complexos. Uma destas propriedades é a vida. A ordem vem de graça" (Kauffman, 1993).





4 A TEORIA DOS SISTEMAS NÃO-LINEARES E A PSICOLOGIA

O paradigma Newtoniano da mecânica linear, contexto no qual a Psicologia emergiu enquanto Ciência considera um organismo como uma máquina, não revelando as ramificações que afetam um evento ou uma pessoa. As expectativas Newtonianas propõem transformações que podem ser plotadas através de ações e reações lineares, estruturadas, cujas partes estão sempre controladas de maneira que a ordem possa ser produzida. Porém, através do estudo do caos e da complexidade o pesquisador pode enxergar as interações simbólicas de uma pessoa ou de um evento em relação ao seu ambiente e perceber que através de privações e flutuações de energia, a ordem surge (Goerner, 1995:30).

A Psicologia, enquanto uma disciplina científica distinta, apresenta a peculiaridade de encontrar-se em uma fase pré-paradigmática. O estágio paradigmático de uma ciência, segundo Kuhn (1970:222), é caracterizado por um consenso acerca das questões teóricas e metodológicas por parte da maioria dos membros desta disciplina. Segundo Schultz & Schultz (1992:30), a Psicologia enquanto ciência não atingiu este estágio denominado de maturidade, tendo buscado, acolhido e rejeitado, diferentes definições sem que nenhum sistema metodológico tenha conseguido unificar as várias posições. Nesse sentido, é utilizado o termo "escola de pensamento" para cada novo conjunto de pensamento que assinala o que considera serem as limitações e falhas da escola antiga, oferecendo novas definições, conceitos e estratégias de pesquisa, em uma tentativa de complementar as falhas percebidas.





4.1 EM BUSCA DE UM REFERENCIAL TEÓRICO PARA "NOSSO" SISTEMA PSÍQUICO

Freud, em seu trabalho intitulado *Esboço de Psicanálise* de 1938, descreve a dificuldade no estabelecimento do objeto de estudo da Psicologia, a partir do paradigma científico de sua época, como se segue:

"Toda ciência se baseia em observações e experiências a que se chegou através do veículo de nosso aparelho psíquico. Mas visto que a *nossa* ciência tem por assunto esse próprio aparelho, a analogia acaba aqui. Efetuamos nossas observações através do mesmo aparelho perceptivo, precisamente com o auxílio das rupturas na seqüência de ocorrências "psíquicas": preenchemos o que é omitido fazendo deduções plausíveis e traduzindo-as em material consciente. Desta maneira construímos, por assim dizer, uma seqüência de ocorrências conscientes que é complementar aos processos psíquicos inconscientes. A relativa certeza de nossa ciência psíquica baseia-se na força aglutinante dessas deduções. Quem quer que se aprofunde em nosso trabalho descobrirá que nossa técnica tem fundamentos para defender-se contra qualquer crítica" (Freud, 1990 [1938] *Esboço de Psicanálise* Vol XXIII Cap.IV:184).

Na tentativa de buscarmos um referencial teórico de consenso para nosso estudo, procuramos no trabalho de Ross Ashby (1960), intitulado *Design for a Brain* para uma definição de sistema. A escolha por este autor deve-se ao fato do objetivo de seus estudos estar relacionado a capturar o problema central de **adaptação** em um sistema, no qual muitas partes interagem. Ashby introduz a idéia fisiológica e neurológica de **adaptação** a um sistema, considerando o conceito de **atrator** da Teoria dos sistemas Não-lineares, que estava disponível à época do desenvolvimento de seus estudos. Seu referencial teórico também foi utilizado por Kaufman no que se referiu a suas pesquisas sobre **auto-organização**.

Para Ashby (1960), um sistema se constitui em um conjunto de variáveis definidos por um observador. No sistema observado três distinções devem ser feitas: (1) um objeto observado, (2) a percepção de um objeto observado, o que será diferente para dois observadores e (3) um modelo ou representação do objeto percebido. Um único





observador pode construir mais do que um modelo ou representação de um único objeto (Figura 4.1). Algumas pessoas assumem que 1 e 2 se constituem na mesma coisa o que leva a dificuldades na comunicação. Em geral, o termo "sistema" é utilizado para nos referirmos ao objeto observado ou ao objeto percebido, enquanto que o termo "modelo" é utilizado para a representação do objeto percebido.

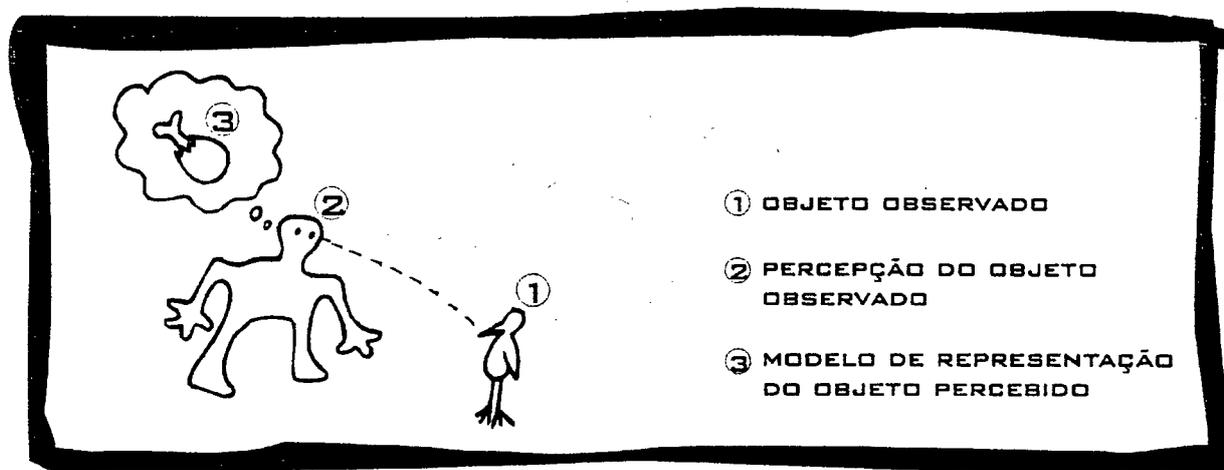


Figura 4.1: Sistema segundo Ashby, 1960.

Em um modelo dinâmico geral, observamos algumas dificuldades iniciais ao considerar o sistema psíquico como modelo de um sistema, pois este seria talvez o único objeto que, ao mesmo tempo, é sujeito e objeto, ou pelo menos, acabou de ser sujeito, um pouco antes desta reflexão. Como diriam Tschacher e Rössler (1995:2): "Quem sou eu quando eu penso sobre mim mesmo? A minha identidade é representada pelo "self" como eu senti no instante anterior? Ou pelo "eu", o sujeito que "foi" no momento em que eu cogitei sobre o *self*?" Momentos como este, denominados de metacognição, quando o "self" está dividido entre sujeito e objeto, encontra problemas de regressão infinita (Kampis, 1994 apud Vandervert, 1996). Ao terminar esta dissociação, a unidade sujeito-objeto é uma vez mais estabelecida.

Voltando a Ashby (apud Kaufman, 1993:210), este autor considera um sistema - o organismo - e seu ambiente como um acoplamento mútuo. Ele propõem que o "sistema-com-ambiente" é inicialmente determinístico e, quando liberado a partir de um estado inicial, flui para um atrator permanecendo ali. Sua idéia propõe que um





subconjunto de variáveis internas do sistema, que constituem-se em suas "variáveis essenciais", devem ser mantidas dentro de certos limites. Por exemplo, podem ser variáveis fisiológicas como nível de temperatura, ou de glicose. Para um sistema formado por um piloto-nave-ar, as variáveis essenciais seriam aquelas caracterizadas pelo nível e direção de vôo (Kauffman, 1993:210). Ashby sugere que, após atingir e se manter sob a influencia de um atrator, suas variáveis internas possam sofrer modificações que alterarão ou não a manutenção deste sistema no mesmo atrator. Assim, se o sistema mantiver suas variáveis essenciais sob os mesmos limites, nada se modifica. Porém se as variáveis essenciais do sistema não forem mantidas nos limites, ocorre uma "mudança em salto" em um dos parâmetros do organismo. Quando isso acontece, o estado no qual o organismo se encontrava antes do salto pode se modificar para uma recém formada **base de atração** e o sistema poderá fluir para um **outro atrator** que proporcionará a manutenção de suas variáveis essenciais dentro dos limites. Se o novo **atrator** for capaz de enquadrar as variáveis essenciais dentro dos limites desejados, os parâmetros não se modificam. Porém, se isso não ocorrer, outros saltos aleatórios irão ocorrer, até que um conjunto de parâmetros que possa manter as variáveis essenciais do sistema seja encontrado. No caso do sistema piloto-nave-ar, as variáveis essenciais, bem como o **atrator**, estarão relacionadas à nave, quando está no solo, funciona em uma base de atração diferente da que funcionaria quando estivesse no ar. Ashby (1960) fundamenta-se na idéia de "mudança em saltos" referindo-se ao que mais tarde seria descrito como **bifurcação**, corresponde às caminhadas nos espaços de parâmetros das paisagens de aptidão, introduzindo a idéia de **adaptação** como uma caminhada nos espaços de parâmetros em busca de **atratores** adequados. Em seus estudos Ashby tentou a compreensão das condições nas quais as redes de processamento em paralelo poderiam se adaptar. Nesse sentido ele introduziu a idéia de componentes congelados percolados que surgiram mais tarde com as redes booleanas (Kauffman, 1993:210), como vimos no capítulo 3.





4.2 PROPRIEDADES CONSTITUINTES DE UM SISTEMA

A partir do modelo estrutural de sistema exposto por Ashby, bem como do processo de funcionamento deste sistema, podemos observar a presença das três principais propriedades da concepção de auto-organização de um sistema apresentadas por Capra (1996:80): a primeira referente à variedade das estruturas constituintes do sistema; a segunda pela caracterização do sistema em aberto e afastado de equilíbrio e a terceira referente ao processo de interconexão não-linear entre os componentes do sistema. A variedade inicial dos sistemas que operam afastados do equilíbrio permite que o intenso fluxo de energia e de matéria resultem na maior troca de informação, no sentido de maiores possibilidades de recombinações e, portanto, na emergência de novas estruturas e de novas formas de comportamento, a marca registrada da auto-organização.

De acordo com Abraham (1992:28), os conceitos que se apoiam na Teoria dos Sistemas Não-lineares ou dinâmicos contribuem para a unificação de várias ciências, de duas maneiras: primeiro em fornecer uma linguagem baseada na abordagem matemática que se constitui relativamente competente, tanto para lidar com a complexidade das mudanças interativas, quanto para uma comunicação relativamente fácil, especialmente se utilizarmos as formas visuais geométricas produzidas pelas simulações em computadores, como os fractais; o segundo ponto de importância está em oferecer um fórum para a evolução de um ponto de equilíbrio entre os benefícios do paradoxo da "diversidade" e da "uniformidade" como uma perspectiva. Devido a seu amplo caráter de aplicação, a propriedade da auto-organização, enquanto teoria, parece ser algo que os físicos há tempos procuravam (Drodge, 1999).





4.3 A CAPACIDADE DE AUTO-ORGANIZAÇÃO COMO PROCESSO DE UM SISTEMA

Nesse sentido, optamos por apresentar como referencial teórico de consenso para nosso estudo, a propriedade da auto-organização como um processo - ao invés de apresentarmos um modelo estrutural de sistema - pois a referida propriedade nos oferece um exemplo de compreensão mecânica para um processo dinâmico. Sob esta perspectiva, apresentaremos alguns conceitos do processo de auto-organização oferecidos através da Teoria dos Sistemas Não-lineares aplicados à Psicologia.

O trabalho de Kauffman (1995) e de seus colegas do *Santa Fé Institute* foi o de aplicar suas pesquisas a uma variedade de disciplinas, sugerindo que a evolução do universo adere aos mesmos princípios da auto-organização. Kauffman, em suas pesquisas que utilizam redes booleanas, descreve seus esforços em distinguir como moléculas biológicas básicas podem se auto-catalizar e criar tanto mais de si mesmas, quanto outros tipos de moléculas mais complexas que eventualmente se aglutinam em um organismo vivo. Ele também oferece descrições elaboradas de grandiosos esforços de pesquisadores através da economia, ciência política, físicos, matemáticos e biólogos, todos se afunilando na central noção de auto-organização. Kauffman cunhou a expressão "ordem de graça" (*order for free*), a fim de sugerir que a evolução parece ser uma combinação da seleção e da auto-organização, degradando o papel que a mutação, ao acaso, possa desempenhar na biosfera e no cosmos.

4.4 BREVE HISTÓRICO DA UTILIZAÇÃO DA TSNL À PSICOLOGIA

Enquanto o trabalho de Kauffman sobre a auto-organização não havia enfatizado especificamente as áreas de psicoterapia, psicanálise e aconselhamento, pesquisas

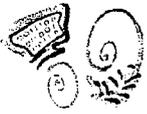




relacionadas aos conceitos de teoria do caos e da complexidade chegaram a pesquisadores desta área (Abraham & Gilden, 1995; Butz, 1997, Kiel & Elliott, 1996; Merry, 1996 apud Drodge, 1999). Durante os anos da década de 80, conceitos como os de "atratores", "bifurcação", "caos", "fractais" e "auto-organização" passaram a fazer parte do conceitual teórico de vários domínios da Psicologia, a partir da publicação em 1990 do trabalho intitulado "*A visual introduction to dynamical systems theory for psychology*" do psicólogo Frederick Abraham, do matemático, A. Abraham e o artista gráfico Shaw. Com a fundação da *Society for Chaos Theory in Psychology and Life Sciences*, em 1991, em São Francisco, estes conceitos, além de outros como os de redes neurais, automatas celulares, computação evolucionária e outros assuntos relacionados à dinâmica, foram difundidos. Butz e outros autores foram importantes pesquisadores que realizaram as conexões entre a teoria do caos e a prática psicológica através de grande números de reuniões e conferências durante os anos de 1990. Guastello (2000), em sua resenha apresentando um histórico da utilização da Teoria dos Sistemas Não-lineares, aplicada à Psicologia, nos apresenta que a primeira publicação sobre a aplicação dos conceitos desta teoria à Psicologia data de 1978, na revista *Behavioral Science* e organizou este histórico sob três temas distintos: nas ciências cognitivas, na psicologia social e organizacional e na psicologia clínica e da personalidade. Guastello nos apresenta a utilização dos conceitos da Teoria dos Sistemas Não-lineares aplicados à Psicologia Clínica e da Personalidade de acordo com as várias escolas de pensamento psicológico.

A área da Psicologia humanista, produziu os conceitos do ego, auto-estima, e *ego-actualization*. Embora o conceito de ego fosse conhecido anteriormente, a pesquisa era finalmente centrada no sujeito. A importância para os humanistas da aplicação da Teoria dos Sistemas Não-lineares está no conceito de que para um sujeito apresentar saúde mental e desenvolvimento psíquico adequado é necessário considerá-lo um sujeito como um todo, tanto por parte do cliente como por parte do terapeuta. Recentemente, após uma década ou duas de pouca ênfase na psicologia humanista, a ênfase na pessoa como um todo evoluiu para um conceito da pessoa como um sistema complexo, segundo a Teoria dos Sistemas Não-lineares, através dos seguintes autores citados em





Guastello (2000:17): Boutz, (1998, apud Guastello, 2000); Chamberlain e Boutz, (1998, apud Guastello, 2000); Orsucci, (1998, apud Guastello, 2000); Massimini e Delle Fave, (2000, apud Guastello), 2000; Schiepek, (1999, apud Guastello, 2000).

Na área das Psicopatologias, muitos teóricos aplicaram a Teoria dos Sistemas Não-lineares para seus estudos de psicopatologias severas como Hornero, Alonso, N. Jimeno, UM. Jimeno e Lopez de L, (1999, apud Guastello, 2000) na esquizofrenia, Abraham al de et., (1990, apud Guastello, 2000); Scott, (1985, apud Guastello, 2000); Thomasson, Pezard, Allilaire, Renault e Arruina-tinerie, (em imprensa, apud Guastello, 2000) para a desordem bipolar e desvios de personalidade psicótica por Lange (1999, apud Guastello, 2000). Outros como Clair, (1998, apud Guastello, 2000); Guastello, (1982, apud Guastello, 2000); Byrne, Mazanov e Gregson, (em imprensa, apud Guastello, 2000) consideraram a estabilidade nos tratamentos de seus pacientes e ainda Tschacher, Scheier e Grawe (1998, apud Guastello, 2000) consideraram a complexidade de sintoma. Já na área de terapia de família, Butz, Chamberlain e McCown, (1996 apud Guastello, 2000); Koopmans, (1998, apud Guastello, 2000); estudam os padrões temporais de interações entre seus membros, pois a família é conceitualizada como um sistema adaptativo complexo (Guastello,2000:18).

4.5 A TSNL APLICADA À PSICANÁLISE

Na área da Psicanálise, Guastello (2000:20) nos apresenta as bases da teoria de funcionamento do aparelho psíquico de Jung – teórico da psicanálise e discípulo de Freud até seguir suas próprias idéias – em tipos psicológicos e quatro variáveis: a energia psíquica apresentando uma quantidade ilimitada em um **sistema dissipativo aberto**; a suposição que uma força de vida era central à existência psíquica; e os conceitos de arquétipos, como símbolos que apresentam uma base genética e a existência de uma memória racial no inconsciente denominado inconsciente coletivo. Como arquétipos, pode-se imaginar imagens simbólicas que representam alguns temas importantes que são achados nos principais sistemas mitológicos de todas as civilizações e transferidos de





geração em geração como a estrutura de memória racial ou o inconsciente coletivo. Por exemplo, podemos observar símbolos com padrões em semelhanças conceituais e visuais em culturas separadas no tempo e no espaço, como o mito de Herói, presente na fase do desenvolvimento humano de diversas culturas. Podemos considerar os arquétipos como casos específicos de protótipos cognitivos. Como objetos simbólicos, eles são considerados memes, ou seja, elementos ideais, profundamente investidos de significados que flutuam por sobre e ao redor de uma cultura através de artefatos e estruturas sociais que possuem o interesse de manter os seus conteúdos. Através de seu conceito de arquétipo, Jung encontrou uma ponte entre a psique individual humana e manifestações da experiência cultural. O conceito de memes é bastante interessante para teóricos da psicologia clínica que os aproximam da Teoria dos Sistemas Não-lineares como Boutz, (1998, apud Guastello, 2000:16), Chamberlain e Boutz, (1998, apud Guastello, 2000:16), assim como para aqueles que se dedicam ao estudo de criatividade e cultura como Pentes e Holanda, (1996, apud Guastello, 2000:16); Anyi de Cs, (1989, apud Guastello, 2000:16); Feldman et al., (1994, apud Guastello, 2000:16) citados em Guastello (2000:16). Outros teóricos ainda, como Robertson (1995, apud Guastello, 2000:16), traçaram um paralelo entre os elementos representando os principais arquétipos junguianos e idéias matemáticas fundamentais.

Guastello nos apresenta ainda os trabalhos de Stein (1999 apud Guastello, 2000:15) - que focam sua atenção para o re-direcionamento de pensamento através das repetições das conversas nos tratamento psicoterapêutico, relacionando-os à dinâmica que rege as mudanças de comportamento e àquelas relacionadas à motivação, como as mesmas das regras matemáticas das fases de transição de sistemas físicos.

Em relação à Psicanálise Clássica, Guastello (2000:15) nos coloca que teóricos como Goldstein (1995:243), estão revisitando os conceitos freudianos a fim de os reciclarem através de uma leitura à luz da teoria dos SNL. De acordo com Goldstein (1995:243), a psicanálise clássica, desenvolvida por Sigmund Freud, inclui proposições referentes a instintos de vida e de morte, a primazia da sexualidade, conceitos de fluxo de energia psíquica e de estruturas psíquicas, mecanismos de defesa, a teoria psicosexual de





desenvolvimento e o método para o diagnóstico e tratamento mais popular e difundido da clínica psicológica. Freud invocou o conceito de energia psíquica e dos princípios ligados ao movimento desta energia. Em sua visão, a energia psíquica se apresentava em uma quantidade limitada e movendo-se em um sistema psíquico fechado de acordo com as regras da termodinâmica (Guastello, 2000:15).

De acordo com Goldstein (1995:244) Freud baseou-se no conceito de **equilíbrio** de energia a fim de explicar a dinâmica básica do sistema nervoso e do funcionamento psicológico. Este conceito pode ser visto em vários aspectos de sua teoria como na inércia neuronal, nos princípios de constância e de estabilidade, no princípio do prazer, nos processos primário e secundário, na natureza dos instintos e no instinto de morte e na resistência. Seguindo a tradição psicológica, Freud interpretou a necessidade do sistema nervoso manter constante o fluxo de energia psíquica como "a condição fundamental do mecanismo psíquico" (Freud em Strachey, 1990 Vol1:221). Como argumenta Goldstein (1995:244), Freud estava à procura de uma construção teórica que pudesse simultaneamente abarcar vários alvos neuropsicológicos, como: (1) explicar a dinâmica da neurose; (2) demonstrar porque sua terapia e a de Breuer funcionava; (3) expor porque a tensão e o relaxamento da energia sexual estavam tão ligadas ao funcionamento psicológico e neurológico; (4) dar conta do motivo, força, propósito e estabilidade do sistema nervoso; e (5) demonstrar os quatro pontos anteriores dentro de um contexto de um **modelo de mente fisicalístico e mecanicista** que pudesse ser congruente com a ciência aceita em sua época.

Freud, e mais tarde outros psicanalistas aceitaram o conceito de equilíbrio psíquico como a forma, então disponível, para a compreensão da dinâmica do aparelho psíquico. Porém, Goldstein (1995:245) aponta vários teóricos que, tendo encontrado problemas com o modelo de economia de energia psíquica construído por Freud, tentaram diversas maneiras de manutenção deste sistema através da procura de algum tipo de novidade teórica adaptada, como veremos através dos conceitos da teoria psicanalítica de Donald Woods Winnicott no **Capítulo 5**. Porém, como foi apontado por Horowitz, (1977:577 apud Goldstein, 1995:246), existe um ponto no qual o conceito de busca de equilíbrio





pelo sistema psíquico se faz importante. Este ponto está relacionado à condição fenomenológica que o paciente apresenta no início de terapia, como o de se sentir "sem saída" (Figura 4.2) sugerindo que o conceito de equilíbrio psíquico encontra-se no papel originalmente desenvolvido por Freud, ou seja, de fluxo de energia dentro de um sistema fechado.

"...para este analisando não há no futuro, mudança concebível, simplesmente porque não existe nenhuma consideração sobre uma variação em sua experiência, portanto só o que existe é um eterno viver em um mundo caracteristicamente fechado". Schafer (1976:258 apud Goldstein, 1995:246)

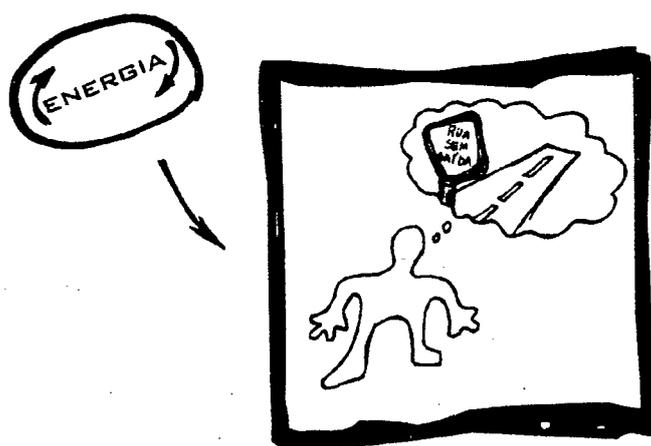


Figura 4.2: Condição Fenomenológica do paciente sentir-se sem saída.

Nesse sentido, Goldstein (1995:245) nos sugere que o conceito de equilíbrio psíquico deva voltar a ter seu papel original, qual seja, o de ponto de partida sobre o qual uma terapia possa se desenvolver. Ou seja, ao invés de considerarmos o conceito de equilíbrio psíquico como determinístico fazendo parte de uma história, ele deve ser considerado como uma "fase inicial", a partir da qual uma história pode se desenvolver. Esta maneira de olhar para o conceito de equilíbrio psíquico como limitado a uma fase inicial de desenvolvimento de um sistema é encontrada na Teoria dos Sistemas Não-lineares, que dá conta da compreensão de como um sistema que se apresenta em condições de não-equilíbrio passa através de diferentes regimes de atratores tendo sido a dominância de equilíbrio apenas o seu atrator inicial (MayerKress, 1991 apud Goldstein, 1995:246). Desta forma o conceito freudiano de equilíbrio psíquico não necessita ser desconsiderado como um todo e pode ser visto como um ponto inicial, ou





local, de uma teoria mais ampla sobre sistemas complexos. Assim, a condição clínica fenomenológica do paciente de se sentir "sem saída", pode ser compreendida como a fase inicial da evolução de uma trajetória e, deste modo, tanto o processo psicanalítico como a experiência trazida pelo paciente, podem ser considerados de forma mais positiva.

4.6 CONCEITOS DE AUTO-ORGANIZAÇÃO E CO-EVOLUÇÃO APLICADOS À PSICANÁLISE

Sob o olhar da Teoria dos Sistemas Não-lineares, através da teoria da complexidade e dos modelos propostos por Kauffman (1993), Palombo (1999), estudou como pacientes podem se beneficiar da prolongada interação terapêutica característica do processo psicanalítico. Este autor relacionou o processo psicanalítico ao processo de co-evolução de sistemas considerando o paciente como um sistema e o analista como outro sistema que co-evoluem ao longo do processo psicanalítico (Figura 4.3). Palombo, em seus estudos utilizou os estudos de Kauffman (1993) sobre auto-organização em seus estudos e formulou o conceito de "atrator infantil inconsciente" como um sistema de sentimentos e crenças que se fecha em si mesmo sustentado por estímulos sujeitos à falhas de conexão de conteúdo mental do paciente. Igualmente, de acordo com este autor (1999:154) e em concordância com a recém descrita proposição de Goldstein (1995:245), podemos considerar que no início de um processo de análise o paciente está sob a influencia de um atrator inicial, tendo a possibilidade de passar por várias fases de transição e bifurcações, mudando ou não para outro atrator.



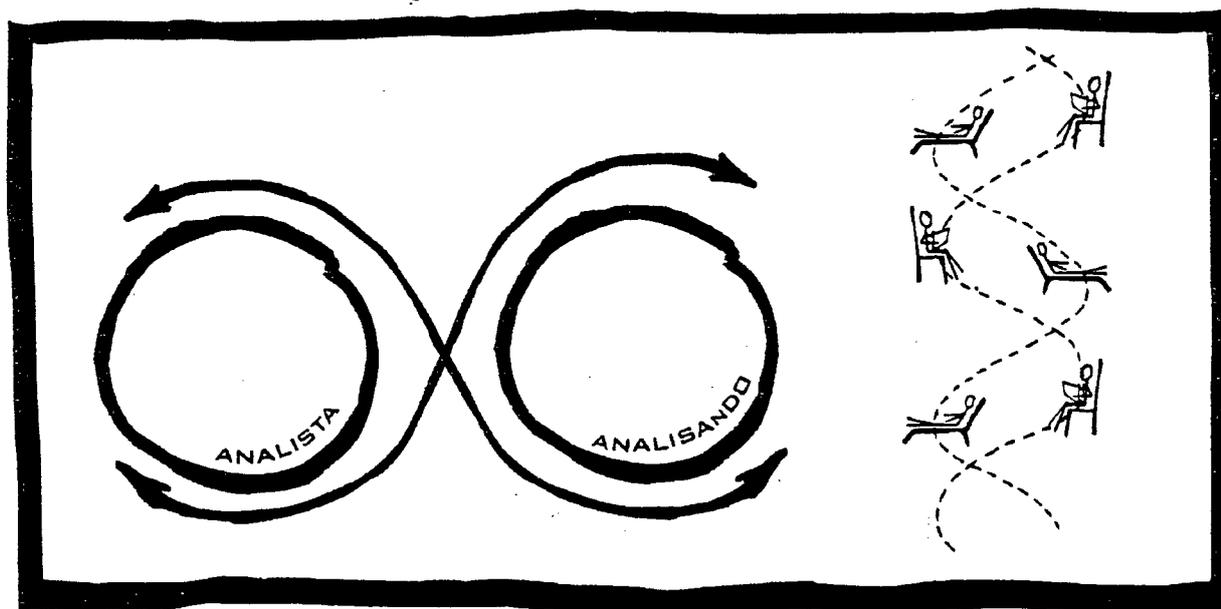


Figura 4.3: Esquema da co-evolução do processo psicanalítico, segundo Palombo, 1999.

Palombo nos coloca que o paciente inicia um processo de análise em busca de uma mudança frente a um conflito. Conflitos surgem quando desejos que competem entre si levam a um estado interno vivenciado como contraditório. Segundo Palombo (1999:154), durante a evolução humana, conflitos surgiram a partir da necessidade de se escolher entre objetivos de curto e de longo prazo. Por um lado nosso sistema nervoso está capacitado para resolver um conflito, reagindo em tempo real a uma mudança de estímulo do ambiente. Por outro lado, nossa capacidade de lidar com os objetivos conflitantes não se desenvolveu na mesma proporção como podemos notar através da evolução dos processos de resolução de conflito.

As formas mais primitivas de lidarmos com conflitos se davam através do isolamento daqueles desejos que não nos eram tão urgentes. Dessa forma podemos satisfazer o desejo mais imediato, porém eliminamos a oportunidade de satisfazer o outro. Uma estratégia mais efetiva ocorre quando podemos estabelecer prioridades de ação. Assim, o impulso mais urgente é atendido e os outros ficam para depois. Desse modo também há satisfação do desejo secundário. A terceira e mais efetiva estratégia diz respeito a encontrar uma maneira nova de conceitualização do conflito, de forma que comportamentos não-contraditórios possam ser escolhidos para se atingir cada um dos





desejos conflitantes. Esta forma de resolução de conflito requer que novas conexões em níveis superiores de organização possam ser realizadas. Dessa forma, os conflitos opostos são re-organizados em estruturas mais novas e mais complexas nas quais cada conflito pode servir de fonte para o outro. De acordo com Palombo (1999:155) este modo de resolução de conflitos ocorre através da passagem por uma **fase de transição** que ocorre a partir de uma reação a um evento externo em direção a uma reorganização interna.

A mudança desejada pelo paciente através de um processo psicanalítico passa por uma fase de transição da mesma forma que nos sistemas físicos e computacionais descritos anteriormente. De acordo com Palombo (1999:207) no limite do caos da atividade mental humana várias fases de transição podem ocorrer em diferentes níveis hierárquicos. Uma **fase de transição** pode re-organizar parte ou todos os conteúdos mentais de uma região da psique do paciente que torna-se capaz de se olhar de forma diferente da anterior. Em um processo psicanalítico uma seqüência de **fases de transição** ocorre, traçando uma trajetória entre vários espaços de possíveis estados mentais. Podem ocorrer várias fases de transição em diversos níveis hierárquicos de organização formando uma fase de transição super-imposta. Este processo, segundo Palombo (1999:131), é análogo ao que ocorre na extinção de espécies quando mudanças climáticas e geológicas deformam as **paisagens adaptativas** de todas as espécies e os genótipos de algumas.

A mudança na organização dos estados mentais anteriores constitui-se em uma **emergência** que cria uma **bifurcação** nesta trajetória, como uma ramificação de uma nova espécie em evolução. De acordo com Palombo (1999:130), o estado de organização anterior não é imediatamente transformado em outro, porém co-existe com o novo estado de organização durante um tempo, dividindo seus territórios até que, após um período de consolidação, as novas estruturas da nova organização levam vantagem e dominam a outra, da mesma forma que nos sistemas físicos e computacionais descritos anteriormente. Durante o **período de consolidação**, as estruturas novas e as antigas funcionam como **atratores** que competem pela auto-





representação do paciente. Isso ocorre, pois as estruturas defensivas que exerciam o controle repressivo, agora, mal adaptadas, seguem um **padrão de lei de potência** como apresentado por Kauffman e referido anteriormente no Capítulo 3. O material reprimido aparece aqui e ali no discurso do paciente em livre associação. Os *insights* são então trabalhados em conjunto pelo paciente e analista com a possibilidade de novos inputs modificarem o paciente de um atrator a outro. Nesse sentido, a consistência das intervenções do analista é o principal fator de estabilização de uma nova e mais complexa organização que **emerge para a auto-observação**.

De acordo com Palombo (1999:149) a psicanálise é mais eficiente em pacientes cujas experiências os levaram a conflitos ou confusões sobre suas estratégias ou objetivos adaptativos. Estes são pacientes cujas conexões estão faltando ao **nível de programação** por isso a informação que eles obtém do ambiente não é utilizada adequadamente. Uma importante parte do processo psicanalítico é superar os efeitos patológicos das conexões entre os conteúdos mentais da vida do paciente. Estas conexões podem causar curtos-circuito nos sistemas.

De acordo com a teoria psicanalítica, quando uma experiência dolorosa é reprimida ela é selada da consciência por uma **conexão patológica fantasiosa**. Uma conexão patológica é constituída por um conjunto de eventos ligados uns aos outros. Constitui-se na representação condensada de um relacionamento ocorrido quando criança que está, agora, fusionada à representação de relacionamentos encorajados pela vida adulta. Uma condensação patológica forma um círculo vicioso de condensações primitivas que permanecem como um **atrator de ponto fixo** para o qual outros valores do sistema convergem quando o sistema é estressado. Pode ser também um **atrator caótico** que nunca se repete exatamente, mas que circula sem parar, como demonstrado por Kauffman (1993:179) (Figura 4.4).



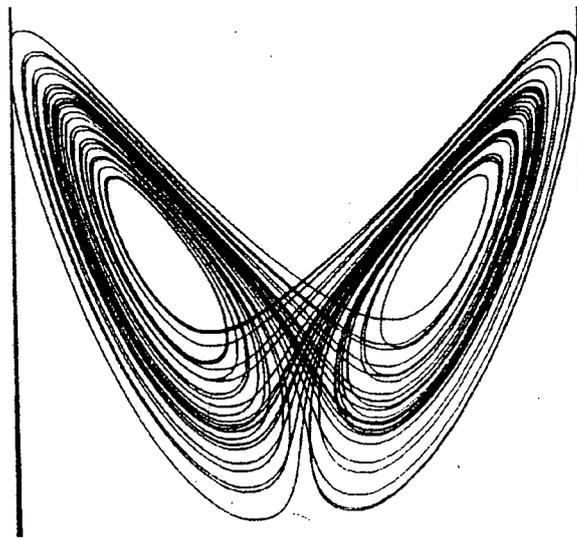


Figura 4.4: Atrator caótico de Lorenz que modela aspectos do clima
Fonte: Kauffman 1993:179.

Assim, um atrator está envolto por sua base de atração, ou seja, a área de drenagem da força de atração. Uma base de atração é como um local ótimo da paisagem de aptidão, só que de cabeça para baixo (Figura 4.5). Ou seja, ao invés de subir a um nível superior de adaptação, o objeto é levado para baixo por uma força que age como uma força da natureza.

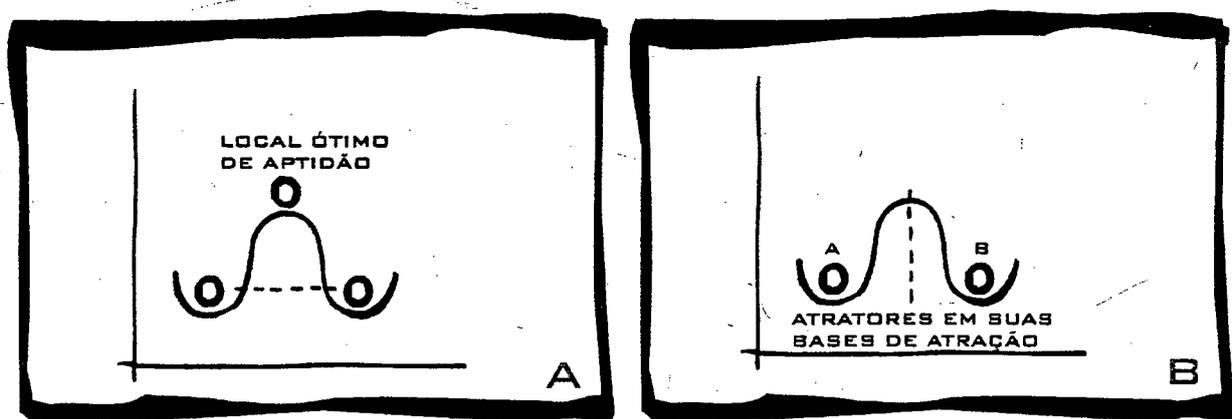


Figura 4.5: [A] Local ótimo de aptidão e [B] Dois elementos químicos, A e B, separados em suas respectivas bases de atração.
Fonte: Adaptado de Kauffman 2000:41

O paciente em análise é levado a um estado de regressão no qual experiências infantis são revividas através da relação transferencial. Este processo ativa as

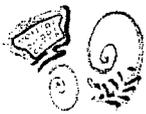




condensações primitivas que influenciam sua vida emocional mesmo quando ela permanece reprimida. A base de atração aqui é uma reunião da experiência de adulto do paciente cujo valor emocional se refere à sua fantasia infantil sob a forma daquele atrator. Vários fluxos de informações novas alimentam este atrator infantil. Porém, uma vez drenados para sua base de atração, eles perdem sua individualidade e, neste momento, apresentam a possibilidade de serem respondidos com uma nova discriminação. A conexão através da qual novas informações são levados ao atrator infantil operam somente na direção do atrator, como as veias movendo-se em direção ao grande atrator que é o coração. As informações sobre os atratores infantis não se movem na direção à consciência. O que emana do atrator não é informação, mas um sentimento infantil, não-modificado pela experiência e reconstituído repetidamente quando acionado por eventos atualizados. Através das intervenções do analista, o processo psicanalítico proporciona a possibilidade do estabelecimento de novas conexões a partir do atrator infantil em direção à experiência consciente do momento atual do paciente. Nesse sentido, Freud cunhou a expressão "onde está o id que esteja o ego", ou seja, que haja consciência sobre os conteúdos da base de atração do inconsciente.

De acordo com Palombo (1999:207) é no limite do caos que a atividade mental humana opera em condições ótimas da mesma forma que nos sistemas físicos e computacionais descritos anteriormente. Os estados patológicos podem ser caracterizados por sua localização em regimes caóticos congelados, distantes do nível ótimo de atividade que ocorre na fronteira entre a ordem e o caos. Pelo fato das interações entre conexões mentais serem de natureza não-linear, os atratores das organizações patológicas são atratores estranhos. Os atratores estranhos são determinísticos, mas não previsíveis. As trajetórias de dois pontos inicialmente colocados juntos em um atrator estranho pode divergir rapidamente. Quando um paciente faz uso da associação livre em análise ele performa o padrão de trajetórias divergentes. Os atratores patológicos infantis são mais primitivos do que isso. Estes atratores não são tão altamente estruturados matematicamente quanto os atratores psicológicos de nossa vida cotidiana. Na verdade, o atrator de ponto fixo de uma idéia fixa e o atrator de ciclo





fechado de uma obsessão são clinicamente bastante patológicos apesar de matematicamente bastante simples. Em um processo psicanalítico caracterizado por ser sucessivo, pode-se encontrar um aumento na estranheza dos atratores do inconsciente do paciente.

A maioria dos pacientes em análise completa bem a fase de transição de coerência interna da infância. Porém, um atrator infantil pode tornar-se um atrator patológico quando uma tarefa relativa à fase de desenvolvimento de um indivíduo falha. Associaremos o novo conceito formulado por Palombo (1999) a teoria psicanalítica de Winnicott que defende as representações mentais formadas a partir das relações objetivas dos primeiros meses de vida do bebê, através de uma "mãe suficientemente boa", como indispensáveis para o desenvolvimento de saúde mental do ser humano. Este material será apresentado no Capítulo 5. O resultado de um atrator patológico em desordens psicossomáticas ou conversões histéricas pode ser uma falha no processo de contenção corporal ou de partes fisiológicas do corpo. Como apontado por Abraham (1995) o modelo de funcionamento corporal ineficaz é facilmente transferido ao funcionamento mental, como colocado por Palombo (1999:193). "Alguém que caracteristicamente come mais do que mastiga ou que não pode decidir se defeca ou sai da frente do prato está preso em uma armadilha de estratégia mal-adaptada construída ao redor de um atrator patológico" (Palombo, 1999:193).

Em um exemplo típico de desordens bipolares, a atividade mental se alterna em estados caóticos e cristalizados. Personalidades estriônicas também funcionam no lado caótico, porém mais próximos à fronteira. Obsessivos compulsivos estão localizados na cristalização, mas não tão cristalizados como pacientes com depressão severa. Pacientes esquizofrênicos podem estar no exemplo oposto. A psicose pode ser um estado de pensamento que está fixo a uma distância do limite do caos por períodos relativamente longos. Pacientes *borderline* são facilmente levados para longe do limite, mas tendem a se recolocar mais facilmente. Em pacientes neuróticos, áreas circunscritas da estrutura mental são seqüestradas da atividade mental normal, próxima à beira do caos.



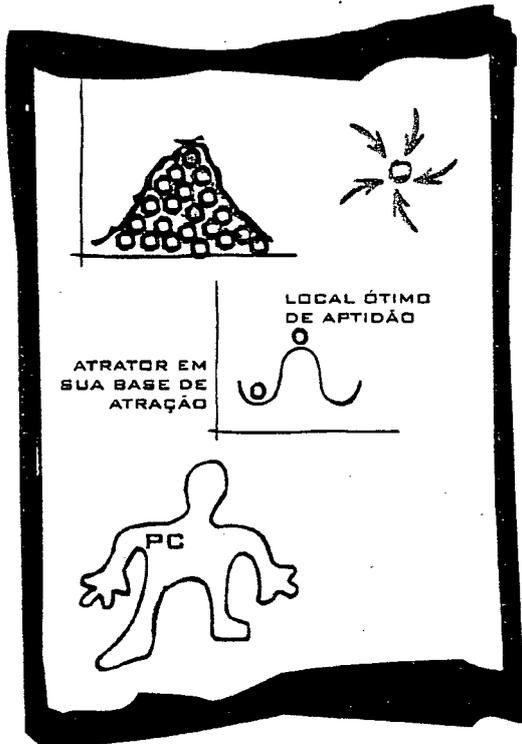


No início de uma análise o funcionamento mental de um paciente *borderline* ou psicótico se parece com um sistema auto-organizado em falência. Seus componentes não estão se comunicando uns com os outros ou colaborando efetivamente, ficando abaixo do nível crítico de conexões internas no ponto em que os componentes formam um todo coerente. O paciente nestas condições não possui vantagem em se olhar como uma pessoa inteira (Esta seria a posição esquizo-paranoide descrita por Klein, 1946 apud Palombo:1999,208). O trabalho analítico adiciona estas conexões e vai organizando os conteúdos da vida mental do paciente até atingirem um nível crítico. A forma de um componente conectado dentro de um sistema que é grande e coerente o suficiente para lhe oferecer o poder de **auto-observação**.

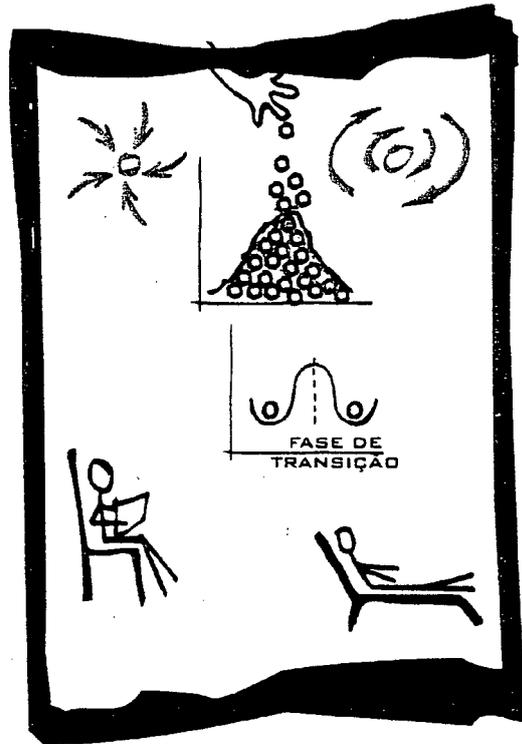
4.7 A EMERGÊNCIA DA CAPACIDADE DE AUTO-OBSERVAÇÃO

De acordo com Palombo (1999:208) a **auto-observação** é uma **propriedade emergente** de sistemas suficientemente bem **conectados** para apresentar, pelo menos, um componente que se comunica com outro em estruturas hierárquicas do sistema. Para o paciente isto quer dizer, no mínimo, que ele está consciente de que desejos e fantasias inconscientes apresentam poder suficiente para influenciar em seus sentimentos e comportamentos. Segundo Palombo, um paciente em início de análise apresenta sua capacidade de **auto-observação** limitada a uma porção do sistema psíquico denominado por Freud de pré-consciente. Nesta fase há conteúdos mentais desconectados que não estão acessíveis à consciência do paciente. Durante o processo psicanalítico esses conteúdos são reunidos e resultam em um aumento da capacidade do paciente ter acesso aos conteúdos reprimidos. Neste processo o psicanalista atua como um **catalizador** para o movimento de atividade mental do paciente, na busca de um estado mental como um local **ótimo adaptativo** (Palombo, 1999:209), (Figura 4.6).

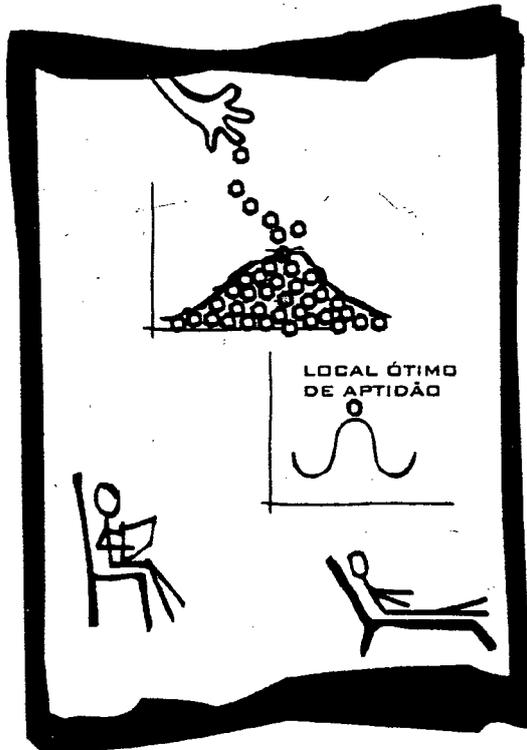




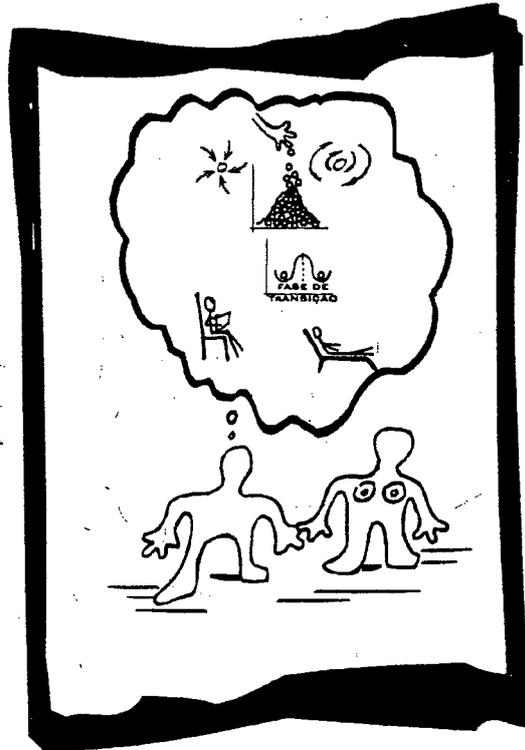
CONEXÃO PATOLÓGICA FANTASIOSA



INSIGHTS



AUTO-ORGANIZAÇÃO



EMERGÊNCIA DA AUTO-OBSERVAÇÃO

Figura 4.6: Evolução do Processo Psicanalítico segundo Palombo, 1999.





De acordo com Palombo (1999:210), a auto-organização leva a auto-observação. Quanto mais alto o nível psíquico do paciente, mais ampla é sua perspectiva quando ele olha para si e para dentro de si mesmo. O analista não deve interferir neste processo. O paciente deve seguir um curso através da progressiva re-organização construída a partir da **fase de transição** no início de cada nível anterior de conectividade. Entretanto, quando um nível superior de fase de transição estiver ocorrendo, o analista pode identificá-lo, nomeando que a mudança está sendo útil para o paciente. Neste momento, o analista tem a possibilidade de ligar a mudança em si aos eventos que levaram a ela. Estes eventos são neste momento parte do discurso do analista.

A **emergência** da capacidade de **auto-observação** é, em linguagem psicanalítica, considerada como a capacidade de introjeção de uma parte da função do analista. De acordo com este modelo durante o processo psicanalítico há a incorporação, assimilação e identificação com a função do analista. Explicações sobre o processo de introjeção da função do analista podem ser encontrados em Palombo (1999:209).

Piaget e seus seguidores de desenvolvimento psicológico descreveram em detalhes como a **auto-observação** emerge nos primeiros anos de vida (Piaget, 1937 apud Palombo,208). A relação entre estrutura e caos está sempre se modificando enquanto a criança se desenvolve, experimenta o mundo e o poder de seus processos internos aumenta em taxas diferentes. Nestas condições, novas estruturas **emergem** em uma série de fases de transição descontínuas. Como veremos com mais detalhes no próximo capítulo, estudos sobre o desenvolvimento infantil elaborados por Winnicott também nos apresentam um conceito de **fase de transição**, denominado por este autor de "espaço transicional".

Em sua apresentação de conceitos da Teoria da Complexidade aplicada às Organizações, Stacey (1996:127) utiliza a explicação psicanalítica de desenvolvimento da criatividade de Winnicott, relacionando conceitos desenvolvidos na psicanálise com as características de sistemas adaptativos complexos como de (1) fase de transição; (2) estado de paradoxo; (3) atualização de arquétipos; (4) destruição criativa e (5) um ponto crítico para controle de parâmetros. Entretanto, apesar deste assunto ser





interessante, não será considerado com detalhes aqui e seguiremos a apresentação da utilização dos conceitos da Teoria dos Sistemas Não-lineares aplicados à Clínica Psicanalítica, ao examinar a contribuição do conceito de objeto e espaço transicional da clínica winnicotiana à luz dos conceitos de atrator, fase de transição, e da propriedade de **auto-organização**, no próximo capítulo.





5 A TEORIA DOS SISTEMAS NÃO-LINEARES, A AUTO-ORGANIZAÇÃO E A ÁREA DA TRANSICIONALIDADE DA TEORIA PSICANALÍTICA DE WINNICOTT

Neste capítulo apresentamos uma leitura dos conceitos de atrator e fase de transição da Teoria dos Sistemas Não-lineares e à propriedade da auto-organização, ao tema principal desenvolvido pelo psicanalista Donald Woods Winnicott (1896-1971): a área da transicionalidade. Consideraremos, em nossa leitura à luz da Teoria dos Sistemas não-lineares, dois aspectos no desenvolvimento da teoria de Winnicott: aquele relacionado ao processo de auto-organização e aquele relacionado à estrutura emergente, em cada nível hierárquico do desenvolvimento da relação mãe-bebê.

De acordo com Mello Filho, (1995:3), a temática mais desenvolvida da obra de Winnicott tem sido aquela referente à relação mãe-filho, presente nas expressões "mãe boa o suficiente" e "*holding*". Porém, a temática mais original de sua obra, que lhe proporcionou destaque e notoriedade científica, é aquela referente à área da transicionalidade através dos conceitos de objeto e fenômeno transicionais. Correa (1999:24), enumerando os conceitos da obra deste autor nos cita os conceitos de: *holding and handling*; a preocupação materna primária e a mãe suficientemente boa; a face da mãe como espelho; o falso e o verdadeiro *self*; a presença realística da mãe ou substituta; o jogo dos rabiscos; o *setting* analítico para pacientes limítrofes e o objeto transicional. De acordo com esta autora, o conceito de objeto transicional é aquele através do qual torna-se possível um recorte em sua obra. Neste sentido, nossa abordagem se dará através deste conceito. Para tal, necessário se faz a apresentação da teoria das relações objetais a partir da qual o conceito de objeto transicional e da obra de Winnicott se originou.





5.1 ALGUNS CONCEITOS DA TEORIA PSICANALÍTICA DE WINNICOTT

A Teoria Psicanalítica de Winnicott constitui-se em uma das teorias psicanalíticas de relações objetais e foi desenvolvida a partir de seu extenso trabalho de observação clínica, primeiro como pediatra e posteriormente como psicanalista infantil. Observamos, nas publicações referentes a esta teoria, consultadas neste estudo, que os autores mencionam dados da história pessoal de Winnicott no sentido da compreensão de um contexto através do qual, o fato de Winnicott tendo vivenciado uma infância feliz, pudesse ter contribuído para o desenvolvimento desta teoria. Por este motivo decidimos também por incluir estes dados.

Donald Woods Winnicott nasceu em uma pequena cidade da Inglaterra em 1896. Era o terceiro filho, o primeiro filho homem, de uma próspera família de classe média. Em sua adolescência teve uma perna quebrada e, durante o recebimento de cuidados médicos, decidiu que se tornaria um deles. Ingressou na faculdade de medicina tendo interrompido seus estudos por um ano, quando trabalhou como aprendiz de cirurgião em um *destroyer* inglês durante a primeira guerra mundial. Antes disso, porém, ele estudou biologia com especial interesse pelo tema da evolução desenvolvido por Charles Darwin. Winnicott completou seus estudos em 1923 e integrou a equipe de pediatras do Paddington Hospital, em Londres. Iniciou sua análise pessoal neste mesmo ano, com James Strachey, o então tradutor para a língua inglesa, da obra de Freud. Em 1927 Winnicott foi aceito como estagiário na Sociedade Inglesa de Psicanálise, completou sua formação como analista de adultos em 1934 e um ano depois, como analista infantil. Sobre esta fase de sua vida Winnicott se coloca: "Naquela época, nenhum analista era também um médico pediatra. Portanto, eu fui por duas a três décadas, um fenômeno isolado" (Lins, 1997:18).

Em algum momento do ano de 1926, a analista infantil Melanie Klein, que analisava crianças consideradas "inanalizáveis" por Freud, havia se mudado para Londres. A teoria





kleiniana diferia da teoria freudiana fundamentalmente em dois aspectos: Melanie Klein pressupunha a formação do superego da criança em torno de seus primeiros seis meses de vida, e, por conseguinte a existência de um ego desde então, enquanto Freud considerava que esta formação ocorresse em torno dos 5 anos de idade. Além disso, ela pressupunha sobre a primazia da pulsão agressiva, enquanto Freud, a primazia da pulsão sexual. Klein (1975 apud Stacey 1996:121) argumentou que no processo de desenvolvimento infantil as representações mentais das crianças se desenvolveriam através de processos de projeção e introjeção que podem ser entendidos como processos de feedback. Nestes processos a criança se relacionaria com o objeto através de uma ligação amorosa ou agressiva e, vivenciando uma experiência através deste relacionamento, formaria uma imagem mental deste objeto que, então, seria projetada ao objeto e introjetada novamente. Estes seriam os conceitos de projeção e introjeção, da **teoria das relações objetais**. Winnicott desenvolveu sua teoria a partir deste ponto.

Winnicott concordava com a teorização de Melanie Klein quanto à importância dos primeiros estágios de vida física do bebê para a sua formação psíquica, em direção ao desenvolvimento saudável. Este autor aceitou a importância dos mecanismos de projeção e introjeção postulados por Klein, como uma maneira que a criança submetida ao stress em seus primeiros meses de vida, tinha como recurso para lidar com o ambiente externo. Porém, Winnicott não concordava com o paradigma dentro/fora, externo/interno e propôs a existência de um espaço de realidade intermediária entre a realidade psíquica interna e a realidade objetiva externa, através da fantasia (Correa, 1999:26). Posicionando-se, desse modo, ele próprio também ocupou uma posição denominada intermediária entre as duas correntes psicanalíticas da época: a dos seguidores de Ana Freud e a dos seguidores de Melanie Klein, denominada de "*The Middle Group*".

A obra de Winnicott está baseada em suas observações através de extenso trabalho como pediatra em um hospital infantil. Sua teoria partiu da seguinte frase "Não existe essa coisa chamada 'bebê'. O que existe é o bebê e sua mãe". Nesse sentido ele transmitiu a idéia de uma unidade básica a partir da tríade "mãe-seio-bebê" (Silva,





1996:54), o que nos remonta ao referencial teórico para "sistema" apresentado por Ashby (1960) e por nós discutido no Capítulo IV (Figura 5.1).

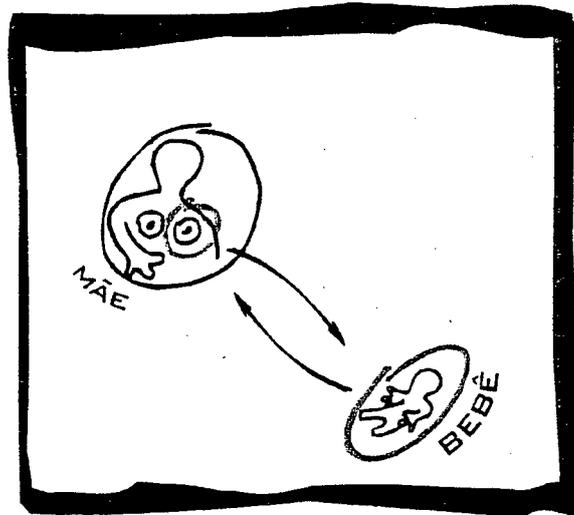


Figura 5.1: Sistema mãe-seio-bebê

De acordo com Winnicott (apud Correa, 1996:30) "o observador poderia identificar dois seres se relacionando mas nada garantiria, do ponto de vista do bebê, a percepção de sua diferenciação, ou a separação do sujeito-objeto". De acordo com Winnicott (apud Correa, 1996:30):

"No começo me parece impossível falar a respeito do indivíduo sem falar da mãe porque, em minha opinião, a mãe, ou a pessoa que se encontra no lugar dela, é um objeto-subjetivo, em outras palavras, não foi objetivamente percebido e, portanto, o modo como a mãe se comporta faz realmente parte do bebê" (Winnicott, apud Correa, 1996:30)

Continuando ele destaca:

"Mas, não me satisfaço em apenas tomar o conceito de *simbiose* porque esta palavra para mim é fácil demais. É como se, tal como acontece na Biologia, apenas aconteça que duas coisas estejam vivendo juntas. Isso deixaria de fora a capacidade intrínseca da mãe de identificar-se com o seu bebê e de cada vez, de forma diferente com cada bebê. (Winnicott apud Correa:1996:30).

De acordo com Winnicott, a partir da constituição de um objeto-subjetivo, o bebê teria a capacidade de perceber o objeto de fora. Para que isso pudesse acontecer, o





bebê precisaria distinguir aquilo que está dentro dele do que está fora dele. Winnicott coloca que este processo é mediado através dos cuidados de uma mãe ou cuidadora, "boa-o-suficiente" (*good-enough-mother*), como aquela que tem o papel de realizar uma adaptação ativa às necessidades do bebê, proporcionando um ambiente facilitador do processo de estruturação da mente humana. Esta mãe ou cuidadora o alimentaria com seu cuidado intuitivo, e "quase adivinharia" os desejos de seu bebê, permitindo e incentivando, dentro de suas possibilidades, um controle de onipotência sobre o objeto por parte do bebê. Através deste processo que descreveremos a seguir, o bebê passa de um sentimento de indiferenciação para o sentimento de diferenciação, quando poderia sentir-se, através da frase "Eu sou".

5.2 PRIMEIRO NÍVEL HIERÁRQUICO: EMERGÊNCIA DA ÁREA DE ILUSÃO ENQUANTO ESTRUTURA E DA CAPACIDADE DE ILUSÃO ENQUANTO PROCESSO

No início, ainda na fase de indiferenciação, o bebê sente fome e lhe é apresentado um seio que irá satisfazer sua necessidade física além de reduzir a níveis baixos a ansiedade vivenciada enquanto estava com fome. Num segundo momento, quando o bebê está com fome, sua mente irá produzir uma alucinação ou fantasia de que aquele objeto que o saciou deva ser apresentado. A mãe-boa-suficiente percebendo as necessidades do bebê apresenta-lhe o seio novamente. O bebê passa então a imaginar que aquilo que lhe é apresentado foi produzido por sua mente criadora. É como se ele dissesse: "Você pensa naquilo e... BINGO! É real!". Este processo é continuado e outras necessidades físicas e psíquicas são satisfeitas pela mãe ou cuidadora. Assim, o bebê experimenta e vivencia o que é chamado de experiência de **ilusão de onipotência**. Ilusão na qual tudo aquilo que é imaginado na realidade psíquica se concretiza na realidade externa. A adaptação da mãe às necessidades do bebê, quando suficientemente boa, fornece ao bebê a ilusão de que existe uma realidade externa





correspondente à sua própria capacidade de criar. Assim Winnicott descreveu uma área intermediária de experiência denominada de "espaço transicional". Esta é, para ele, a terceira área do ser humano, que vem se agregar ao interno e ao externo ao qual poderíamos fazer uma analogia à emergência de uma estrutura no sistema psíquico. Esta estrutura, como veremos mais adiante, com a continuidade do processo de maturação psíquica constitui-se em vários níveis hierárquicos. Quanto ao processo que ocorre nesta área ele coloca: "estou estudando a importância da ilusão". (...) É a jornada do bebê entre o subjetivo e a objetividade" (...) "pode-se supor que o pensar e o fantasiar se relacionam com todas estas experiências" (apud Mello Filho, 1995:55). Para nós, esta fantasia de onipotência seria uma emergência, resultado de um primeiro nível hierárquico do processo de auto-organização (Figura 5.2)

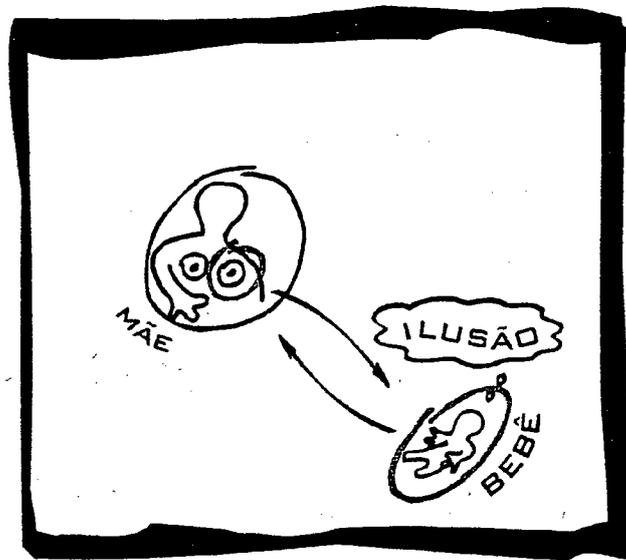


Figura 5.2: Representação do primeiro nível hierárquico.





5.3 EM DIREÇÃO AO SEGUNDO NÍVEL HIERÁRQUICO DE AUTO-ORGANIZAÇÃO: EMERGÊNCIA DO OBJETO TRANSICIONAL ENQUANTO ESTRUTURA DE EXPERIMENTAÇÃO E DA CAPACIDADE DE SIMBOLIZAÇÃO DO BEBÊ ENQUANTO PROCESSO

O processo de suporte descrito, oferecido pela mãe, no qual há o fornecimento ao bebê da sensação de uma membrana tanto física quanto psíquica, de um contorno através do contato com a mãe e da continuidade de sua presença, foi denominado por Winnicott de "*holding*". Esta membrana vai fornecendo ao bebê a sensação de **diferenciação**. Porém este processo é lento e a demanda de sua continuidade é análoga a necessidade de um período de estabilização como nos sistemas físicos descritos por Kauffman, conforme vimos no Capítulo III. Para que a criança possa ter a capacidade de desenvolvimento psíquico saudável e passar do sentimento de **indiferenciação** para o sentimento de **diferenciação** no sistema mãe-bebê, ela necessita de uma fase de estabilidade na qual o investimento de uma mãe, ou cuidadora suficientemente boa, é indispensável. Este é o processo de *holding*. Como nesta fase o bebê ainda não está psiquicamente totalmente indiferenciado, podemos considerar a energia fornecida pelo *holding* como interna ao sistema "mãe-seio-bebê" funcionando como "cola" ou catalizador e o processo de utilização desta energia análogo ao processo de **auto-manutenção** como descrito por Kauffman (1993:285). Lá a "cola" constitui-se nos polímeros e aqui no investimento de energia da mãe boa o suficiente.

Na continuidade deste processo ao longo do tempo, a mãe-boa-o-suficiente, começa a falhar em sua presença constante, pois ela precisa voltar às suas atividades normais as quais estava envolvida antes do nascimento do bebê. Portanto, para o bebê, as desilusões vão começar a se apresentar. Nesse momento, é fundamental que a mãe-





boa-o-suficiente possa ajudar o bebê a aceitar as restrições que a realidade está impondo. A mãe boa o suficiente,

"é aquela que efetua uma adaptação ativa às necessidades do bebê, uma adaptação que diminui gradativamente, segundo a crescente capacidade deste em aquilatar o fracasso da adaptação e em tolerar os resultados da frustração." (Winnicott, 1975:25)

Desse modo, "o bebê pode vir a lucrar com a experiência de frustração, já que a adaptação incompleta à necessidade torna reais os objetos, o que equivale a dizer, tão odiados quanto amados" (Winnicott, 1975:25). Se isso não ocorre, as recompensas pela realização das experiências de ilusão estarão perdidas. Para que o bebê possa progredir "do princípio do prazer para o princípio da realidade" (Freud, 1923), da ilusão para a desilusão, Winnicott reivindica a continuidade de uma mãe-suficientemente-boá.

Portanto, neste processo de continuidade, a principal tarefa da mãe, após ter proporcionado a experiência de ilusão, é a de proporcionar a gradativa experiência de desilusão. Winnicott observou que na área da ilusão aparece algum objeto que adquire destacada importância para o bebê, importância reconhecida e aceita pelos pais. A mãe deixa de estar presente todo o tempo que o bebê precisa dela. O bebê, para suprir a necessidade de estar com a mãe, ou com o objeto (seio) que ele alucinou, passa a se relacionar com o que Winnicott chamou de "objeto transicional". Através dos mecanismos de identificação, projeção e introjeção, o bebê utiliza um objeto no qual ele investe sua capacidade de ilusão. Winnicott percebeu que os bebês se relacionam com o polegar, com ursinhos e fronhas. Ele advoga que este objeto com o qual o bebê se relaciona está no lugar de outra coisa e, portanto, seria ao mesmo tempo, **subjetivo e objetivamente percebido**. Através do uso do objeto, o bebê lidaria com suas ansiedades, especialmente com a ansiedade do tipo depressiva. Este seria a primeira "possessão não-eu do bebê" ao qual estaria relacionada uma manipulação acompanhada de uma atividade de fantasia. Como nos coloca Winnicott: "É interessante diferenciar o objeto transicional do objeto interno de Melanie Klein. O objeto interno é um conceito mental e o objeto transicional é uma possessão. Tampouco é (para o bebê) um objeto externo" (Winnicott, 1975:24). Através do uso do objeto





transicional o bebê passaria do estágio de **dependência absoluta** para um estágio de **dependência relativa**. Ao conjunto destas experiências ele denominou "**fenômenos transicionais**" (Abadi, 1998:39).

Podemos entender o conjunto dos fenômenos transicionais como a reunião da **estrutura, sistema psíquico com o processo psíquico**. Poderíamos considerar que nesta **fase de transição**, é a partir da capacidade de fantasiar, através do uso e da manipulação do **objeto transicional**, que o bebê vai retirar seus recursos de energia psíquica para uma re-organização, desta vez, em um nível hierárquico superior ao anterior. As sucessivas etapas de **auto-organização** deste sistema proporciona ao bebê a capacidade de diferenciação e adaptação.

Para que o bebê passe de um estágio a outro, é importante a permanência por algum tempo da significação do **objeto transicional**. O objeto transicional representa a presença da mãe quando ela não está, elaborando sua ausência. Para que a relação com o objeto transicional se constitua e se mantenha é preciso tanto a presença real como a presença concreta da mãe como uma representação interna dela firmemente estabelecido no seu interior. Assim ele funciona para a criança como um registro em que este objeto acompanha a criança na ausência de sua mãe, mas não é sua mãe. É um **registro simbólico** sobre o qual a base do pensamento simbólico se dá (Abadi, 1975:40). O **objeto transicional**, nesse sentido, é aquele que **ocupa uma terceira posição**, de conexão entre o real e o simbólico. E é nesta condição que ele se constitui em importância (Figura 5.3). Através do conceito de objeto transicional, Winnicott nos traz a noção da existência de uma terceira área, a área da **transicionalidade**. Com o desenvolvimento gradual do bebê e de sua capacidade de simbolismo, o bebê passa da fase de uso do objeto transicional para a fase de relacionamento com o objeto até que o objeto transicional perde esta capacidade de significação e a criança perde o interesse por ele. Porém o bebê adquiriu a capacidade de relacionar-se com objetos externos em espaços transicionais, o que lhe permite diferenciação, adaptação e maturação. Todo este processo nos remete a Kauffman que sugere que, de acordo com o modelo de redes booleanas aleatórias do tipo $K=N$, quando o número de elementos é igual a 2, "a





diferenciação, seria uma resposta a perturbações que levaram a célula à base de atração por um outro tipo celular" (Kauffman, 1993,70). No caso do bebê, a diferenciação seria uma resposta às falhas que levaram o bebê à fase de transição do atrator da ilusão para o atrator da desilusão.

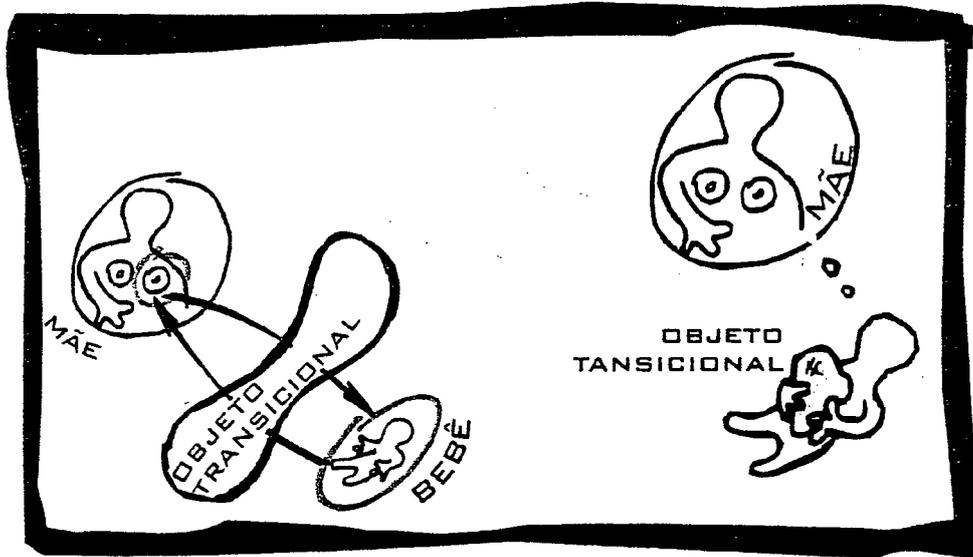


Figura 5.3: Representação do Segundo nível hierárquico.

5.3.1 A ÁREA DA TRANSICIONALIDADE

A importância de uma terceira área como área da ilusão, do espaço de paradoxo dentro/fora do limite entre/dois, é que se constitui para Winnicott no espaço da transicionalidade no qual há a experimentação para a qual tanto a realidade interna quanto a externa contribuem. A área da ilusão para o bebê é aquela que através de sua maturação, vai se tornar a área inerente às experiências sociais - através do desenvolvimento de papéis - religiosas, culturais e artísticas.





5.4 TERCEIRO NÍVEL HIERÁRQUICO: EMERGÊNCIA DO ESPAÇO DE PARADOXO ENQUANTO ESTRUTURA E DA CAPACIDADE DE AUTO-OBSERVAÇÃO ENQUANTO PROCESSO

A terceira área, denominada de espaço transicional é o espaço do paradoxo, no qual está presente a noção de que não há a necessidade de se escolher entre um e outro, pois os dois acontecem ao mesmo tempo. Para Winnicott a experiência do paradoxo necessita ser permitida ao invés de resolvida, pois como nos coloca Borges (1996:48) "... o preço a pagar pela tentativa de resolução é a perda do valor do próprio paradoxo, ao qual ele denominou 'período de hesitação', que favorece a emergência de uma criação, uma invenção, um pensamento ", (Borges, 1996:48). A noção que Winnicott nos traz a respeito da terceira área, é aquela na qual a criatividade se dá. Com a capacidade de lidar com simbolismos adquirida através dos fenômenos transicionais, o bebê, posteriormente a criança e o adulto, se relacionam com objetos (ao invés de usá-los), lhes permitindo a maturação e a adaptação. Nesse sentido, podemos dizer que esta maturação corresponde à obtenção de uma medida de sucesso em sua escalada adaptativa.

Esta foi, portanto, a contribuição da teoria psicanalítica de Winnicott para a compreensão do espaço da criatividade na mente humana (Stacey, 1996:122). Nesse sentido podemos sugerir que a **permissão de permanência do paradoxo** - ao invés de sua resolução - seria uma nova emergência, caracterizando mais um nível hierárquico de processo de auto-organização, desta vez com a emergência da **auto-observação** (Figura 5.4). É sempre suposto que nos primeiros estágios de desenvolvimento, um bebê não está apto a distinguir entre as pessoas que fornecem este suprimento e o suprimento por si mesmo. Mas a partir do desenvolvimento de um processo de maturação saudável a possibilidade de emergência da auto-observação pode se dar.



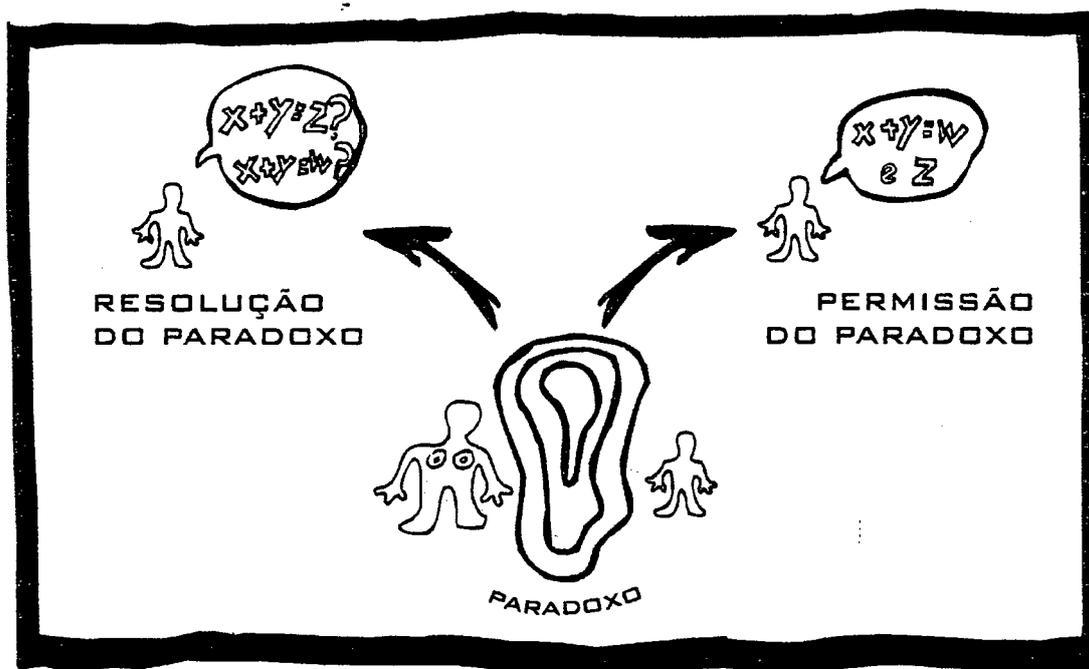


Figura 5.4: Representação do Terceiro nível hierárquico.

5.5 WINNICOTT, A PARTIR DE PALOMBO (1999)

Para definir as patologias infantis, Winnicott partiu do conceito de normalidade. Podemos relacionar a teoria de desenvolvimento psíquico saudável de Winnicott com algumas observações do trabalho de Palombo (1999). De acordo com Palombo a maioria dos pacientes em análise completam bem a fase de transição de coerência interna da infância. Porém, um atrator patológico pode se instalar quando uma tarefa relativa à fase de desenvolvimento de um indivíduo falha. Poderíamos relacionar um input de energia em direção a um atrator na fase inicial de um sistema ao investimento de energia da mãe ao bebê no sistema "mãe-seio-bebê". Quando este *input* se dá de forma continuada, o sistema processa as informações produzidas em seu interior com a energia investida produzindo novas conexões ou emergências, espontaneamente, inaugurando uma nova ordem diferente do padrão anterior de organização deste sistema, tornando-o cada vez mais adaptado. Cabe aqui notar que o discurso psicanalítico considera pejorativo o termo adaptação, pois um indivíduo adaptado seria aquele que rendeu as suas necessidades e desejos a fim de se adaptar de forma imediata





as demandas do ambiente. (Palombo: 1999:29) Nesse sentido, o sentido da palavra adaptação para a psicanálise refere-se mais a um "assujeitamento" ao outro, ou seja no cerceamento da capacidade de um se tornar sujeito. Em nossa leitura de Winnocott entendemos o termo "adaptação" como referindo-se ao processo contínuo de tornar-se sujeito.

Quanto ao processo de adaptação, Winnicott nos coloca a importância do conceito de "mãe boa o suficiente" como aquela que supre ativamente as necessidades do bebê, inclusive as necessidades de vivenciar momentos de sua falta. Winnicott nos coloca que a mãe que atende a todas as necessidades do bebê não permite que ele entre em contato com a realidade e por outro lado, aquela que interfere na experimentação da vivência de onipotência do bebê também não. Estes seriam os dois extremos de mães que não seriam a que ele denomina de "boa o suficiente". Esta última estaria no **espaço intermediário** entre as duas posturas extremas. Porém, se há uma falha na continuidade do fornecimento desta energia, de acordo com Palombo (1999:186), o atrator, tenta inutilmente desempenhar a tarefa através de repetitivas tentativas. Kauffman (apud Palombo:1999,185) sugere que um atrator infantil produz um conjunto auto-catalítico fechado. A necessidade do atrator em consumir novas informações para a partir delas obter a formação de continuidade, de certeza, acerca das informações, formadas pela subjetividade do bebê, é motivada pela falta de fechamento, ou seja pela falta de continuidade. Nesse sentido, um atrator infantil pode tornar-se um atrator patológico quando uma tarefa relativa à fase de desenvolvimento de um indivíduo falha. As **fantasias infantis** são responsáveis pela **manutenção e reprodução** do padrão infantil através do consumo do que é produzido por ele mesmo na reação **auto-catalítica**. A fase de transição deste sistema, ou seja, uma modificação de estado de um grau de organização a outro não é completada. A partir do estado inicial a informação emergente fica cristalizada em uma fase de transição. Caso o valor crítico seja superado há uma nova fase de transição, mas enquanto este valor crítico não é superado não há passagem para uma fase de bifurcação e portanto, a auto-organização do sistema não conduz à emergência de uma novidade e a conseqüentemente a **adaptação** não ocorre.

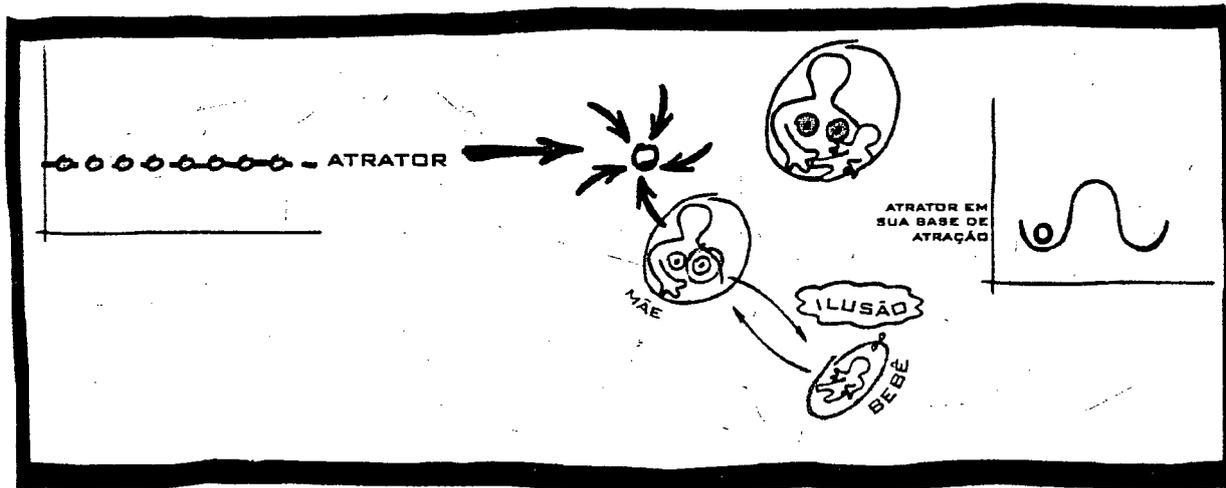




De acordo com Palombo (1999:149) a psicanálise é bastante eficiente em pacientes cujas experiências os levaram a conflitos ou confusões sobre suas estratégias ou objetivos adaptativos. Estes são pacientes cujas conexões estão faltando ao nível de programação por isso a informação que eles obtém do ambiente não é utilizada adequadamente.

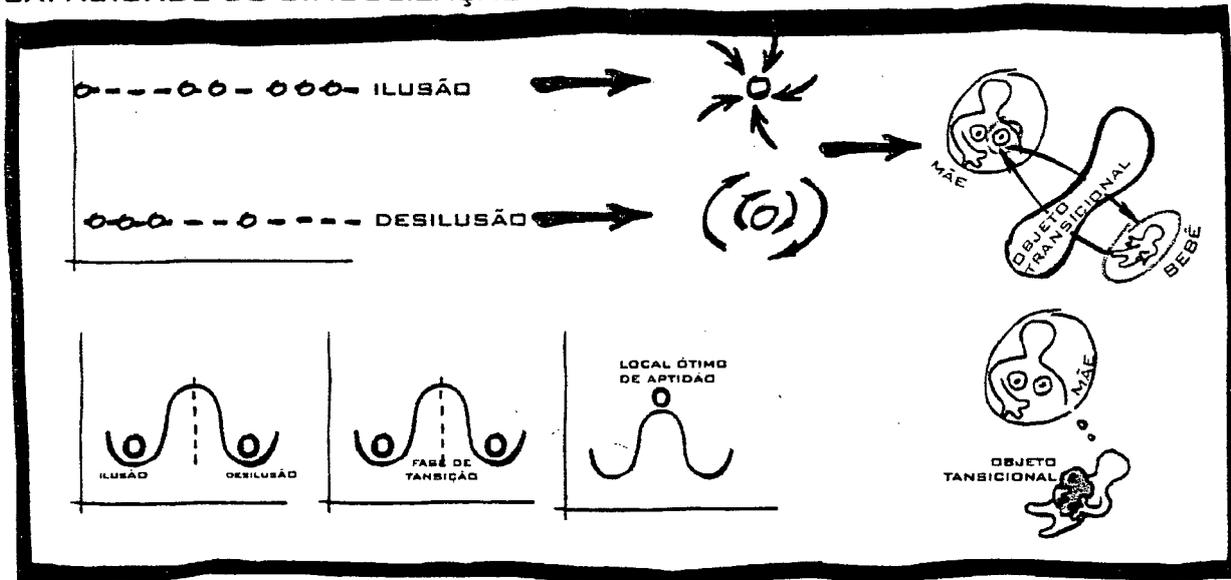
Da mesma forma que Palombo sugere que o processo psicanalítico constitui-se em um sistema em co-evolução, sugerimos a contribuição de conceitos de atrator e fase de transição da Teoria dos Sistemas Não-lineares bem como da propriedade da auto-organização, possam nos auxiliar a compreender o que Winnicott nos traz quanto ao desenvolvimento da relação "mãe-bebê" como um processo potencialmente co-evolutivo. A importância da propriedade de auto-organização para a Psicologia está em sua potencialidade de construção de um nível hierárquico a partir do qual haverá a emergência da auto-observação (Figura 5.5).

**EXPERIÊNCIA DE ONIPOTÊNCIA
EMERGÊNCIA DA ÁREA DE ILUSÃO
E DA CAPACIDADE DE ILUSÃO**





EXPERIÊNCIA DE APRESENTAÇÃO DA REALIDADE
EMERGÊNCIA DE OBJETO TRANSICIONAL E DA
CAPACIDADE DE SIMBOLIZAÇÃO



EXPERIÊNCIA DAS REALIDADES EXTERNA E INTERNA
ESPAÇO DE TRANSICIONALIDADE
EMERGÊNCIA DA CAPACIDADE DE AUTO OBSERVAÇÃO

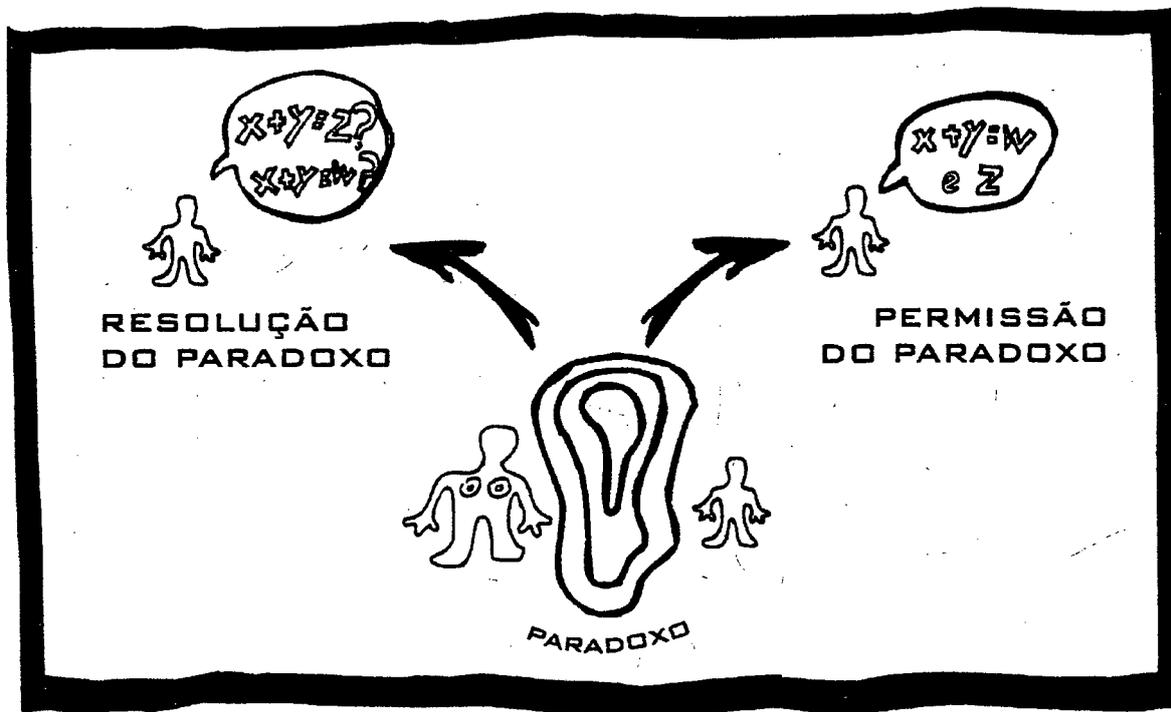


Figura 5.5: Evolução do processo de desenvolvimento emocional do bebê, segundo Winnicott a partir de Palombo, 1999.

Assim como nos coloca Palombo (1999:209) quanto à emergência da capacidade de auto-observação ser resultado da capacidade de introjeção de uma parte da função do





analista, podemos considerar a emergência da capacidade de vivenciar o paradoxo como resultado do processo de introjeção, assimilação e identificação da função da mãe-suficientemente-bona, para desenvolvimento psíquico saudável, desde a fase de dependência absoluta em direção à fase de dependência relativa, como observado na figura 5.6:

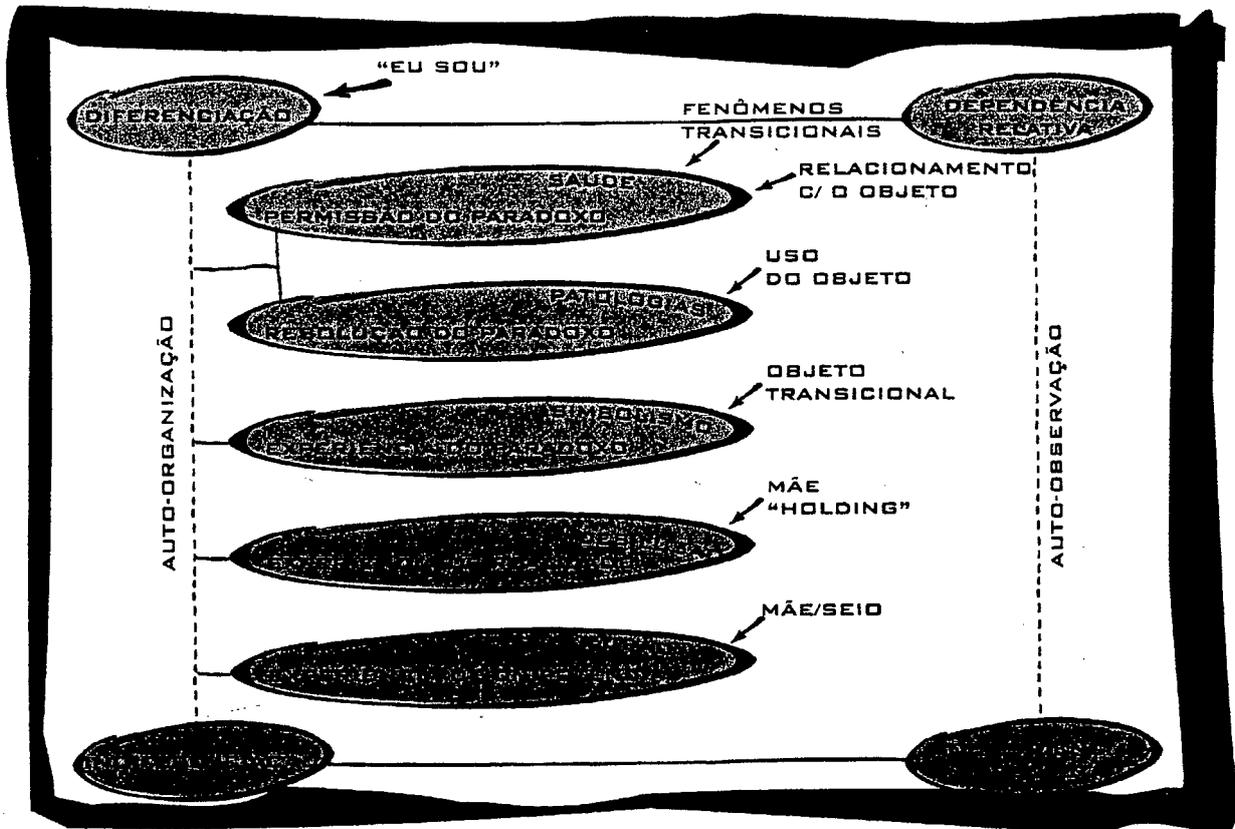


Figura 5.6: Esquematização do processo de desenvolvimento emocional do bebê, segundo Winnicott a partir de Palombo (1999), com a emergência das propriedades de auto-organização e auto-observação, demonstrando os catalisadores em cada fase.

Veremos no próximo capítulo quais considerações poderemos construir a partir da compreensão da área de transicionalidade da teoria de Winnicott à luz da Teoria dos Sistemas Não-lineares.





6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os conceitos da Teoria dos Sistemas não-lineares nos permitem a compreensão da propriedade da **auto-organização**, marca registrada dos seres vivos. Nesse sentido eles podem estar no lugar do **paradoxo** proposto por Winnicott na medida em que esta teoria nos traz as leis da interdependência e, portanto, da **co-evolução**. Devido a seu amplo caráter de aplicação, a propriedade da **auto-organização**, enquanto teoria, parece ser algo que os físicos há tempos procuravam (Drodge, 1999).

6.1 A NÃO-LINEARIDADE EM RELAÇÃO À BIOLOGIA E À PSICOLOGIA

Em relação à Biologia e à Psicologia, as implicações que a Teoria dos Sistemas Não-lineares nos apresenta são impactantes na mesma medida, uma vez que a Psicologia estabeleceu-se enquanto ciência como uma ciência natural. A Teoria dos sistemas Não-lineares fundamenta-se em **processos** a partir das **estruturas** componentes de um sistema (Combs e Winkler, 1995:52). Apesar de não haver entre os pesquisadores e clínicos, uma unificação quanto às **estruturas** componentes constituintes de um "aparelho psíquico" como era objetivo de Freud, através da construção de sua metapsicologia, a maioria dos fenômenos estudados pela Psicologia está baseada em **processos** como os de cognição, emoção, percepção, desenvolvimento psicológico e psicoterápico entre outros. Segundo Guatello (2000) com a descoberta e o entendimento da matemática dos sistemas não-lineares, o contraponto filosófico tradicional entre o determinismo e o livre-arbítrio poderia tomar nova direção. De acordo com este autor, para a clínica psicológica, seria necessário que o conceito de caos viesse a ter um impacto no modo como as pessoas estão habituadas e são ensinadas a interpretar eventos para si mesmos e da mesma forma, oferecerem benefícios para seus pacientes (Mosca, 1995 apud Guastello, 2000:17).





De acordo com Palombo, (1999:299), a maneira que psicólogos operam trocando informações sobre seus achados é através de discussões de casos clínicos. Desse modo, à medida que a aplicação de conceitos da Teoria dos Sistemas Não-lineares à Psicologia puderem ser cada vez mais utilizados nas referidas discussões, como ferramenta de unificação das diversas abordagens, a possibilidade de enriquecimento e de co-evolução das diversas escolas de pensamento psicológico pode estar assegurada. A contribuição do conceito de área de **transicionalidade**, na qual o **paradoxo** é característica, permite que não haja necessidade de escolha por qualquer dos lados envolvidos e sim a permissão para que a diversidade de escolhas possa co-habitar o mesmo espaço. A troca de informações através da possibilidade de co-existência de tanta **variedade**, um dos princípios da auto-organização, é base para a evolução de qualquer sistema, incluindo a Psicologia enquanto ciência.

6.2 O ESPAÇO DO PARADOXO E O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO

Em um outro nível, podemos considerar que a troca de informações a partir dos mesmos pressupostos apresentados acima possa enriquecer a co-existência de disciplinas como a Psicologia, a Biologia, a Ciência da Computação entre outras, novamente resultando em maior variabilidade e evolução da Ciência como um todo. É interessante observar que, de acordo com pesquisadores da História das Ciências (Kuhn, 1970:223), a comunidade contemporânea de cientistas ligados à área da Física foi constituída a partir da fusão de pesquisadores das áreas da Matemática e da Filosofia Natural. Estas disciplinas sempre tiveram a natureza como objeto de estudo. Com o desenvolvimento da Ciência para um paradigma que valorizava cada vez mais o reducionismo, a especialização e a separação, estas disciplinas foram se tornando mais distantes. Paradoxalmente, cada uma delas apresentou o desenvolvimento de uma variedade de conceitos, como estruturas internas novas. Como exemplo podemos citar na Álgebra Matemática a descoberta dos números complexos que ocupam uma posição





intermediária entre os números reais e os números imaginários; na geometria, as formas fractais entre as dimensões que se apresentam através de linhas e aquelas que se apresentam através de superfícies; na Física os sistemas dinâmicos, entre os sistemas mecânicos e os sistemas caóticos; nas Ciências computacionais, os sistemas de números médios denominados complexos (Figura 6.1).

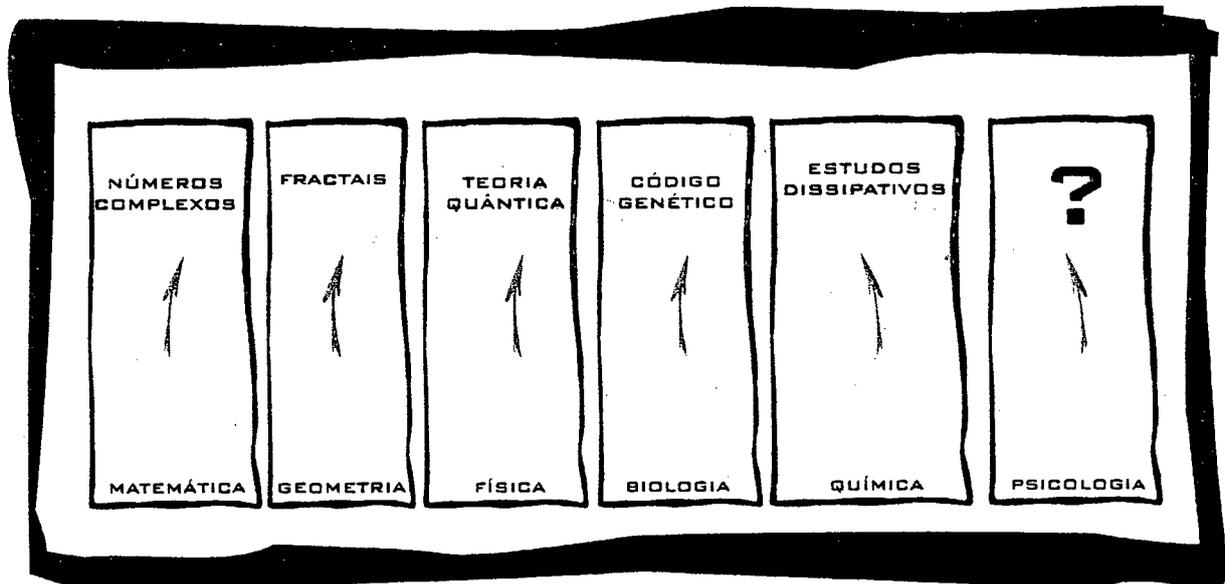


Figura 6.1: Esquema da emergência de novos conceitos em diversas disciplinas.

Nesse sentido acreditamos ter podido observar que: (1) a Teoria dos Sistemas Não-lineares, como uma teoria que descreve o comportamento de sistemas vivos, funciona como ferramenta de unificação de diversas áreas das Ciências dos Sistemas Vivos, sejam eles naturais ou artificiais e (2) a Teoria de Winnicott como apresentando a transicionalidade como o espaço no qual a **variedade** pode ocorrer sem ter que perder para a uniformidade.

De acordo com Dempser (1998), sistemas podem ser divididos em três categorias fundamentadas nos números e na complexidade de seus componentes e suas inter-relações. Esta divisão resulta em: sistemas compostos por um pequeno número de componentes; sistemas compostos por um grande número de componentes; e sistemas compostos por um número intermediário ou médio de componentes. Esta divisão primariamente se originou dos tipos de técnicas utilizadas para descrevê-los. De acordo





com Weinberg (1975, apud Dempser, 1998), um sistema com um número pequeno de componentes é caracterizado por sua "simplicidade organizada" e pode ser entendido através da análise de seus componentes individualmente. Já sistemas com um grande número de componentes são caracterizados por sua "complexidade desorganizada" e podem ser compreendidos através da medição de propriedades do sistema como um todo como, por exemplo, através das análises estatísticas. Mas para os sistemas de número médio de componentes nenhuma destas abordagens é efetiva, como Weinberg nota "para sistemas de números de componentes entre pequenos e grandes, existe uma falência essencial destes dois métodos", pois como ele nos coloca:

"Em sistemas de números médio de componentes, podemos esperar que as grandes flutuações, irregularidades e discrepâncias como com qualquer teoria, aconteça com certa regularidade. A importância da Lei de Número Médio de componentes não reside em seu poder de previsão mas em seu alcance de aplicação. Estamos cercados de Sistemas de Número Médio. Computadores possuem médio número de componentes, as células médio número de enzimas, organizações médio número de membros, pessoas número de palavras em seu vocabulário, florestas médio número de árvores, flores ou pássaros. Como em quase todas as leis gerais de sistemas, encontramos uma forma folclórica para o sistema de números médio de componentes, traduzida para a nossa experiência do dia-a-dia. Combinando nossa familiaridade com estes sistemas e nossa tolice ao encará-la, a Lei do Número Médio de componentes, torna-se a "Lei de Murphy": **Qualquer coisa que puder acontecer, irá acontecer.** (Weinber, 1975:20, apud Dempster,1998)

De acordo com Kuhn (1970), podemos entender a Ciência como passando por uma fase de transição paradigmática (Kuhn,1970) tendo por um lado o atrator das metodologias baseadas em modelos determinísticos e de outro lado metodologias baseadas em processos caracterizados pela dimensão de fluxo de energia interativos (Goerner, 1995:26). Este autor (1995:30) apontou que a ciência newtoniana enfatizou modelos do mundo a partir de sistemas lineares, independentes, fechados e em equilíbrio resultando na criação de uma imagem de mundo idealizado. Já a não-linearidade nos traz os conceitos mais ligados à realidade, a simplicidade, aos paradoxos e à interdependência. A simplicidade inerente à não-linearidade faz parte de uma mudança de visão de mundo de um mundo controlado mecanicamente para um mundo que incorporará a visão ecológica da evolução. Nesse sentido a não-linearidade é um





paradoxo, pois em um primeiro momento podemos pensar no pensamento humano enquanto linear, ou seja, como resultado de um processo recursivo de condicionamento, pois se algo funciona bem, queremos mais disso. Por outro lado, se algo funciona mal queremos menos disso. Este seria um ponto de partida para observarmos o sistema humano como linear. Porém, aos poucos, através da nossa capacidade de cognição, aprendemos que o mundo é muito mais sutil do que isso. A não-linearidade pode nos mostrar que comportamentos ilógicos ou aberrantes podem após um tempo, serem considerados razoáveis.

De acordo com Fialho (2001:17), seres humanos apresentam bilhões de redes neuronais e talvez, como **emergência** desta complexidade, tenha surgido aquilo que denominamos "consciência". No sentido de observarmos a emergência desta capacidade, Fialho nos traz o pensamento de Hegel sobre a temática da consciência como se segue. No início o ser está prisioneiro do "Imediato" que para Hegel constitui-se no aqui e agora, quando vários estímulos penetram através dos sentidos do bebê, sem que haja uma percepção refinada. No imediato, o passado, o presente e o futuro se misturariam. Podemos associar o "Imediato" de Hegel, citado por Fialho (2001:18), com o momento do nascimento do bebê em que ele não percebe sua diferenciação do seio ou da mãe. Em um segundo momento, quando as informações provenientes do ambiente começam a formar núcleos de impressão no sistema psíquico do bebê, ou seja, quando o bebê não está totalmente passivo somente "assimilando", começam a haver diferenciações ou "acomodações" que vão formar bases de atração formando, de acordo com os estudos de Goertzel, (1995:124), os sistemas de crenças do bebê. Este momento é denominado por Hegel de "Percepção". Em um momento posterior quando a busca do objeto pelo qual o bebê fantasia é significada por um objeto real, diferente do fantasiado, surge a terceira figura hegeliana, denominada "Discernimento". Neste momento há diferenciação do objeto e o sujeito pode dizer "Eu sou".





6.3 A NÃO-LINEARIDADE, A COMPLEXIDADE E ECO- PSICOLOGIA COMO POSSIBILIDADE DE UMA MUDANÇA DE VISÃO DE MUNDO

Nesse sentido, trazemos para nossa reflexão alguns aspectos abordados durante a Conferência intitulada "Psicologia como se toda a Terra se importasse", ocorrida nos EUA em 1990. Estes aspectos referem-se à espécie humana enquanto um agente/sujeito constituído a partir de sua interação com o meio ambiente no qual evoluiu. Durante este evento, ecopsicólogos lembraram que na história da civilização humana, algumas revoluções tiveram grande impacto. A Revolução da Agricultura, há 10.000 anos atrás, proporcionou que a espécie humana pudesse, aos poucos, se livrar da necessidade da caça e da coleta, e aprendesse a cultivar e armazenar grãos, construindo suas próprias despensas. Com a Revolução Científica, nas palavras de Francis Bacon (apud Benyus, 1997:5), aprendemos a "torturar a natureza e seus segredos". Já a Revolução Industrial, há dois séculos, além de ter trazido a idéia de substituição dos músculos por máquinas, transformando-nos em animais bastante sedentários, acelerou e aumentou nossa relação de extração dos recursos da natureza.

De acordo com alguns cientistas da ecopsicologia, tanto as revoluções da agricultura e industrial trouxeram dramáticas alterações de padrões de comportamento humano. Estas revoluções foram impulsionadas por inovações tecnológicas, como o desenvolvimento de fazendas de produção e a conversão de recursos naturais em energia para ser utilizada em produtos mecânicos. A emergência destas inovações alterou a subjetividade humana enquanto espécie, como se ela estivesse separada da Natureza.

Porém, de acordo com observações de Benyus (1997:5) foram as revoluções petroquímica e a da engenharia genética aquelas que mais modificaram subjetivamente a mente humana. Na medida em que podemos "rearranjar nosso alfabeto genético a nosso gosto, nós ganhamos o que nós pensamos ser autonomia. Amarrados a nossa





força destrutiva e tecnologia, nós pensamos em nós mesmos como Deuses, muito distante de nosso lar, entretanto" (Benyus,1997:5). Ecopsicólogos concluíram durante as discussões realizadas nesta Conferência que, se a noção de "self" não comportar também o mundo natural, qualquer comportamento que tiver como resultado a destruição do mundo, será considerado um comportamento de auto-destruição. Nas palavras de Walter Christie citadas por Rosak (1995):

"A ilusão de separação que nós criamos a fim de balbuciar as palavras "Eu sou" é parte de nossos problemas do mundo moderno. Nós sempre tivemos muito mais ligados aos grandes padrões do globo do que nossos egos medrosos puderam suportar... Preservar a natureza é preservar a matriz através da qual nós podemos experimentar nossas almas e a alma do planeta" (Christie,W. apud Rosak,1995:12).

Nesta mesma linha de pensamento, citamos igualmente a observação do monge americano, Thomas Berry, (Benyus,1997:287), quando menciona que a relação do homem com a natureza tem sido caracterizada como se nós tivéssemos nos tornado autistas nos últimos séculos. Ao pensarmos na espécie humana como um agente autista, inserido num sistema, podemos nos lembrar que, mesmo que um indivíduo "escolha" através de uma estruturação autística, se isolar do meio em que vive, prevenindo interações enquanto agente, ele não está livre dos resultados de sua escolha de isolamento nem de que seus comportamentos venham a se refletir no sistema como um todo.

Nesse sentido, entramos em contato com, talvez, o que de mais belo, a Teoria dos Sistemas Não-lineares nos revela em seus pressupostos: (1) a perspectiva de que qualquer menor parte de um sistema faz parte de um todo que não se reduz apenas à soma de suas partes e (2) com a propriedade de auto-organização como um processo de adaptação. E, ao refletirmos sobre alguns dos comportamentos/estratégias "escolhidas" pela espécie humana em sua evolução, à luz de alguns conceitos desta Teoria, outras associações podem ser contempladas (Figura 6.2).



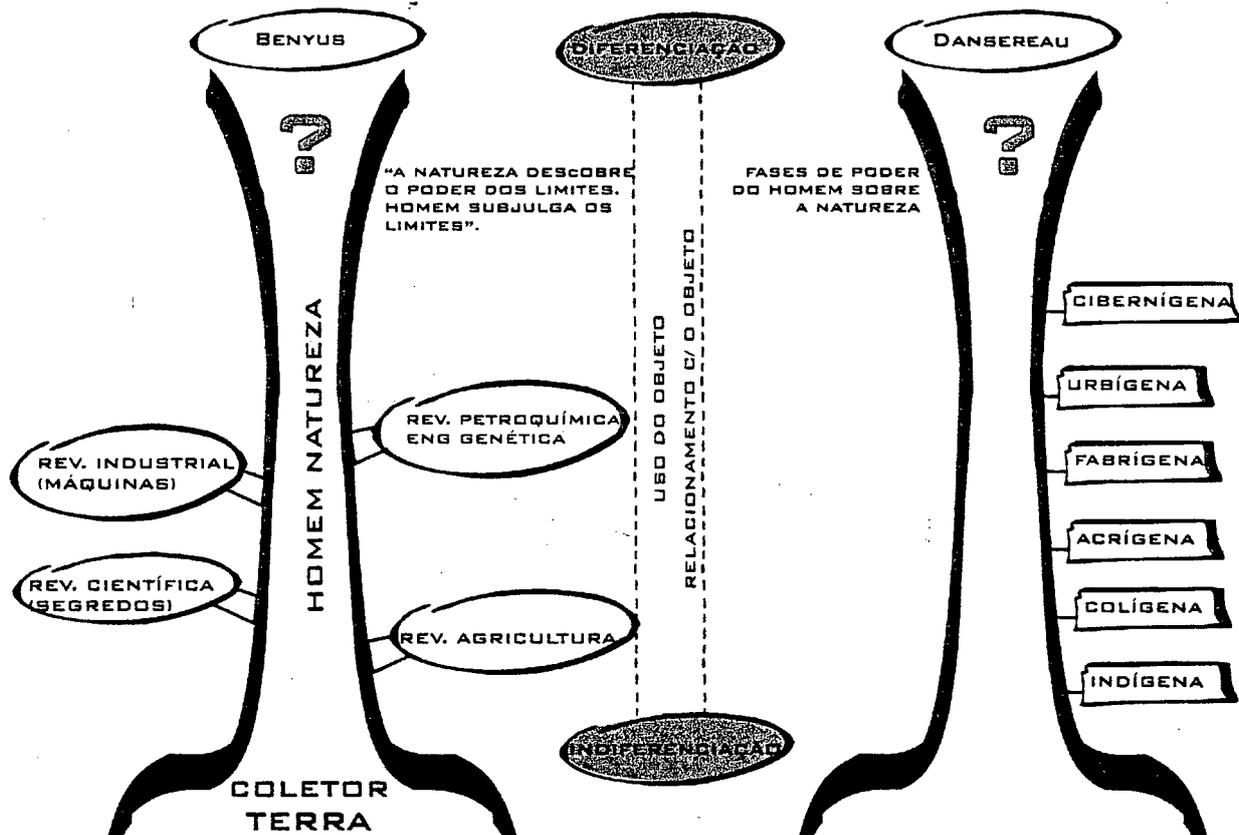


Figura 6.2: Analogia do desenvolvimento emocional do bebê segundo Winnicott e o desenvolvimento histórico da espécie humana.

Segundo Axelrode & Cohen em seu livro intitulado *Harnessing Complexity* (1999:4), os conceitos-chave para o estudo da ciência da complexidade são o de "agente", o de "estratégia" e o de "população". De acordo com Kauffman (2000:8) o conceito de **agente** de um sistema adaptativo complexo inclui a noção de que um agente autônomo constitui-se em "um sistema físico, como o de uma bactéria, capaz de agir em benefício próprio em um ambiente". Desenvolvendo adiante este mesmo conceito, Kauffman (2000:53) nos coloca que o conceito de agente autônomo refere-se ao agente capaz de "reproduzir a si mesmo e realizar um ou mais ciclos de trabalho termodinâmico" e que não há a possibilidade disso acontecer sem que o agente em interação com o ambiente, passe por uma fase de desequilíbrio, porque os ciclos de trabalho não ocorrem em equilíbrio (Kauffman, 2000:52-53). Além disso, Kauffman nos coloca que o conceito de agente autônomo é um conceito relacional.





Na natureza, os organismos vivos mantêm uma "estabilidade dinâmica" seguindo estratégias e princípios de utilização de recursos. As "estratégias" (Axelrode & Cohen, 2000:4) se constituem nas maneiras pelas quais os agentes respondem a seu ambiente ao perseguirem seus objetivos ou padrões de resposta utilizadas pelo agente na tentativa de atingir um determinado objetivo. As estratégias podem ser modificadas ao longo do tempo, na tentativa de um agente tentar se adaptar à maneira como um outro agente responde em determinada situação. Ou ainda, serem disseminadas, na medida em que um agente de uma outra população migra para esta população. Estes processos de mudança nas estratégias podem criar variações entre as estratégias originais. De acordo com o grau de consciência que o agente desenvolve sobre determinada estratégia utilizada, ele pode saber como alcançar o que se chama de "medida de sucesso" (Axelrode & Cohen, 2000:5). Através de observações, os agentes podem tentar se desvencilhar de produzir respostas a agentes com os quais ele não deseja interagir ou copiar respostas performadas por outro agente, que ele observou como uma estratégia de sucesso. As mudanças de estratégias também podem ser produzidas por tentativa e erro.

Quanto às estratégias utilizadas como maneira de responderem ao ambiente de forma mais adaptativa, através da consciência de "medidas de sucesso", a espécie humana, enquanto agente, modificou seus comportamentos após as revoluções da agricultura e industrial, separando-se da natureza. Diante do "caos", a emergência de um novo padrão de comportamento pode ser considerado uma "novidade", uma estratégia adaptativa. E, reproduzido abaixo do poema extraído do livro "Biomimetismo – Inovações Inspiradas na Natureza", Benyus (1997:7), podemos extrair sugestões de inovações adaptativas, ou seja, novos padrões de comportamento para a espécie humana, inspiradas em leis da natureza.

"A Natureza funciona com a energia solar.
A Natureza usa somente a energia da qual precisa.
A Natureza adapta a forma ao funcionamento.
A Natureza recicla tudo.
A Natureza recompensa a cooperação
A Natureza investe na diversidade.
A Natureza demanda especialização local.





A Natureza pavimenta o excesso a partir do interior.
A Natureza descobre o poder dos limites"
(Benyus,1997:7).

Benyus (1997) em sua obra intitulada "*Biomimicry – Innovation Inspired by Nature*" nos lembra que, enquanto outras espécies levam os limites a sério, "ceifando dentro da capacidade de suporte da terra, mantendo o balanço de energia que não se pega emprestada", nós humanos "olhamos para os limites como um atrevimento universal, algo que deve ser superado para que possamos continuar nossa expansão". E se pudéssemos nos relacionar com o poder dos limites de forma diferente? Nesse sentido, buscamos relacionar o conceito de fase de transição de um sistema à emergência de uma "novidade" a partir do processo de auto-organização. Esta "novidade" deve contemplar nossa percepção da natureza, dos organismos humanos, da sociedade e também nossa percepção sobre como os negócios devem ser realizados. Igualmente, deve incluir uma mudança de padrão de comportamento de "controle" da natureza para o padrão de "compartilhamento" dela com as outras espécies (Capra,1996). Deste modo, esta novidade pode funcionar como um mecanismo adaptativo a fim de que a espécie humana possa permanecer como um dos agentes deste sistema, ao invés de destruir o planeta e a si mesma ao mesmo tempo. Poderíamos continuar esta reflexão sob vários pontos de vista, porém ficaremos apenas com as analogias já construídas e com a apresentação do poema de Benyus (1997:292), assumindo que nossas próximas inovações possam estar baseadas em respostas afirmativas às perguntas formuladas em cada estrofe:

"Funciona à energia solar?
Utiliza somente a energia da qual necessita?
Sua forma é adaptável ao funcionamento?
Todas as suas partes são recicláveis?
A cooperação é recompensada?
Há investimento na diversidade?
Há utilização de especialistas locais?
Os excessos são produzidos a partir do interior?
Descobre-se o poder dos limites?
É belo?"
(Benyus,1997:292)"





Concluimos, então que, somente conseguiremos respostas positivas às perguntas como estas se, como agentes, agindo em benefício próprio, empenharmos os esforços que estiverem a nosso alcance em direção a um objetivo. Relembrando Winnicott, quando advoga o **relacionamento**, em detrimento do **uso** dos objetos transicionais, podemos focar nossos esforços enquanto agentes em direção a **relacionamentos** com os objetos objetivos subjetivamente percebidos, inclusive com o ambiente em que habitamos, ao invés de sua **utilização**. E só saberemos quais os recursos que cada um de nós possui a serem utilizados nesses esforços, a partir da análise da capacidade emergente de **auto-observação** que surge a partir dos diversos níveis hierárquicos dos processos de **auto-organização**.





7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABADI, S. **Transições – O modelo terapêutico de D.W. Winnicott.** São Paulo: Casa do Psicólogo Livraria e Editora. 1998.p.21-57.

ABRAHAM, F. D. Chaos, Bifurcation, & Self-organization: Dynamical Extensions of Neurological Positivism & Ecological Psychology **Psychociense**, vol.1n.2. p.85-118,1992.

AXELRODE, R. M. & COHEN, M. D. **Harnessing Complexity:organizational implications of a scientific frontier.** New York:The Free Press,2000.

BENYUS, J. M. **Biomimicry – Innovation Inspired by Nature.** New York: Quill William Morrow.1997.pp.297.

BERRY,R.J. & HALLAN,A. (Eds) **The Collins Enciclopedia of Animal Evolution.** Oxford, Equinox.1986.

BITTENCOURT, A.M.DE L. Brincar e a Área de Ilusão in PODKAMENI,A.B & GUIMARÃES,M.A.C. **Winnicott – 100 anos de um analista criativo.** Rio de Janeiro: Nau Editora. 1996.p.105-114.

BODEN, M.A. Introduction **The Phylosophy of Artificial Life.** Oxford: Oxford University Press.1996.p.1-35.

CAPRA, F. **A Teia da Vida.** São Paulo: Cultrix. 1996.

CAPRA, F. Disponível em <www.lightparty.com/index.html> 1996, acesso em: 20 Abril 2001.

COMBS, A. AND WINKLER, M. The Nostril Cycle:A Study in the Methodology of Chaos Science in ROBIN ROBERTSON AND ALLAN COMBS **Chaos Theory in**





Psychology and the Life Sciences. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. 1995.p.51-60.

CORREA, C. Q. Custando nada menos do que tudo in PODKAMENI,A.B & GUIMARÃES,M.A.C. **Winnicott – 100 anos de um analista criativo.** Rio de Janeiro: Nau Editora.1996.p.23-34.

DRODGE, E. N. The sameness of difference. Self Organization and the Evolution of Counselling Theory. Disponível em <<http://www.goertzel.org/dynapsyc/dynacom.html>>, 1999. Acesso em: 21 Abril 2002.

FIALHO, F. A.P. O Design da Vida in **Ciências da Cognição.** Florianópolis: Insular.2001.p.15-27.

FREUD, S. Projeto Para uma Psicologia Científica in STRACHEY, J. (Ed) **Obras Completas de Sigmund Freud.** Rio de Janeiro: Imago. Vol.1,p.347-396,1990.

FREUD, S. O Ego e o Id in STRACHEY, J. (Ed) **Obras Completas de Sigmund Freud.** Rio de Janeiro: Imago. Vol.XIXIII,p.25-40,1990.

FREUD, S. Esboço de Psicanálise in STRACHEY, J. (Ed) **Obras Completas de Sigmund Freud.** Rio de Janeiro: Imago. Vol. XXIII, p.165-223,1990.

GOERTZEL,B. **Chance and Consciousness,** 1996 . Disponível em <<http://www.goertzel.org/dynapsyc/1995/GOERTZEL.html>>. Acesso em: 05 Março 2002.

GOETTLIEB, O.R. E BORIN,M.R.DE M. A universalidade de Antagonismos: o potencial direcionador da ação do tempo modulado pelo potencial criativo da adaptação ao espaço in H.MOYSÉS NUSSENZVEIG **Complexidade e Caos.** Rio de Janeiro: Editora UFRJ/COPEA. 1999.p.256:276.





GOLDSTEIN, J. Unbalancing Psychoanalytic Theory: Moving Beyond the Equilibrium Model of Freud's Thought in ROBIN ROBERTSON AND ALLAN COMBS **Chaos Theory in Psychology and the Life Sciences**. New Jersey Lawrance Erlbaum Associates Publishers. 1995.p.239-251.

GOLDSTEIN, J. The Tower of Babel in Nonlinear Dynamics:Toward the Clarification of Terms in ROBIN ROBERTSON AND ALLAN COMBS (Eds) **Chaos Theory in Psychology and the Life Sciences**. New Jersey: Lawrance Erlbaum Associates Publishers. 1995.p.39-47

GUASTELLO, S. J. Disponível em <<http://www.marquette.edu/psyc/DDNSarticle.pdf>> 2000. Acesso em:15 Fevereiro 2002.

HOLLAND, J. **Hidden Order:How adaptation builds complexity**. New York: Perseus Books, 1992. p.313.

HOLLAND, J. Sistemas Complexos Adaptativos e Algoritmos Genéticos in H.MOYSÉS NUSSENZVEIG **Complexidade e Caos**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ/COPEA. 1999.p.213-245 .

KAUFFMAN, S. Antichaos and Adaptation. **Scientific American**. August, 1991.p.64-70.

KAUFMANN, S. **The Origins of Order: self-organization and selection in Evolution**. New York: Oxford University of Pensilvania and The Santa Fe Institute. 1993.p.3-279.

KAUFFMAN, S. At home in the universe: The search for laws of self-organization and complexity. New York: Oxford University Press. 1995.

KAUFFMAN, S. **Autonomous Agents in Investigations**: Oxford: Oxford University Press .2000.p.49-79.





KUHN, T. S. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. São Paulo: Perspectiva 1970.

LINS, M. I. A. 1997: *18 História e Vida na Obra de Winnicott* in PODKAMENI, A.B & GUIMARÃES, M.A.C. *Winnicott – 100 anos de um analista criativo*. Rio de Janeiro: Nau Editora. 1997.p.13-22

MELLO FILHO, J. Introdução in *Winnicott: 24 anos depois*. Rio de Janeiro: Revinter. 1995.p.1-27.

NUSSENZVEIG, H.M. Introdução a Complexidade in *Complexidade e Caos*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ/COPEA. 1999.p.9-26p.

PALOMBO, S.R. *The Emergent Ego: Complexity and Coevolution in the Psychanalytic Process*. Madison: International University Press, Insc. 1999.pp.395

PETREE, J. Disponível em <<http://www.wfu.edu/~petrejh4/PhaseTransition.htm>>, 2002. Acesso em 15 Fevereiro 2002.

PETREE, J. Disponível em <<http://www.wfu.edu/~petrejh4/Attractor.htm>>. 2002. Acesso em 17 Fevereiro 2002.

PETREE, J. Disponível em <<http://www.wfu.edu/~petrejh4/DEEPCHAOS.htm>>. 2002. Acesso em 19 Fevereiro 2002

PRIGOGINE, I. AND STENGERS, I. *Order Out of Chaos: Man's New Dialogue with Nature*. Bantam Books: New York. 1988.pp.180

RAY, T.S. *An Approach to the Synthesis of Life in The Phylosophy of Artificial Life*. Oxford University Press: Oxford, New York: 1996.p.111-145

REESE, W.L. *Dictionary of Philosofy and Religion*. Atlantic Highlands, NJ: Humanities Press. 1980. p.206





ROBERTSON, R. Chaos Theory and the Relationship between Psychology and Science. in ROBIN ROBERTSON AND ALLAN COMBS (Eds) **Chaos Theory in Psychology and the Life Sciences**. New Jersey: Lawrance Erlbaum Associates, Publishers. 1995.p.3-15

ROHDE, G.M. (1995) Mudanças de Paradigma e Desenvolvimento Sustentado in CAVALCANTE, C. (Org.) **Desenvolvimento e Natureza: Estudos para uma sociedade sustentável**. São Paulo:Ed. Cortez: 1995.p.41-53.

SCARUFFI, P. **Thinking about Thought**. Disponível em <<http://www.thymos.com/tat/title.html>>, 1998. Acesso em 17 Fevereiro de 2002

SCHULTZ & SCHULTZ **História da Psicologia Moderna**. São Paulo: Editora Cultrix. 1992.

SILVA, A.L.M.L.1996 A transicionalidade na Interpretação in PODKAMENI,A.B & GUIMARÃES,M.A.C. **Winnicott – 100 anos de um analista criativo** Rio de Janeiro: Nau Editora.1997.p.53-62.

SILVA, E. L. E MENEZES, E. M. (2001) **Metodologia de Pesquisa e Elaboração de Dissertações**, 3ª edição UFSC/PPGEP/LED.

STACEY, R. D. **Complexity and Creativity in Organizations**. San Francisco: Berrt-Kohler Publischers. 1996.

STRACHEY, J. Introdução do Editor Inglês in **Obras Completas de Sigmund Freud**. Rio de Janeiro: Imago. Vol.1,p.334-346,1990

TSCHACHER,W E RÖSSLER,E.O. The Self: A Proessual Gestalt in **Research Reports Institute of Social and Psychiatry** Psychiatric Services, Unibersity of Bern: Bern, vol.2, no.95,p1-15p Disponível em <http://www.upd.unibe.ch/research/researchpapers/FB95_2.PDF> Acesso em 25 Abril 2001.





VANDERVERT, L. The Fractal Maximum Power Evolution of Brain, Mind and Consciousness in EARL MAC CORMAC 7 MAXIM I. STAMENOV (Eds) **Fractals of brain, fractals of mind In Search of a Simetry Bond** Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins Publishing Company, 1996.p.235-271

VARELA, F. **Web Dictionary of Cybernetics and Systems**. Disponível em <<http://pespmc1.vub.ac.be/ASC/AUTOPOIESIS.html>.2002> , Acesso em 20 Fevereiro 2002

VON BERTALANFY, L. Disponível em <http://pespmc1.vub.ac.be/ASC/GENERA_THEOR.html> , Acesso em 18 Abril 2002

WALDROP, M. **Complexity The Emerging Science at the Edge of Chaos**. New York:Touchstone. 1993.p.380

WINNICOTT, D. W. **O Brincar & a Realidade**. Rio de Janeiro: Imago Editora. 1971.p.13-120

