

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



**Christianne Coelho de Souza Reinisch Coelho**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Florianópolis, outubro de 2001

Christianne Coelho de Souza Reinisch Coelho



Esta tese foi julgada e aprovada para a obtenção do título de **Doutor em Engenharia de Produção** no **Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção** da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 22 de outubro de 2001

Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph. D.

Coordenador do Curso

**BANCA EXAMINADORA**

\_\_\_\_\_  
Prof. Francisco Antonio Pereira Fialho, Dr  
Orientador

\_\_\_\_\_  
Profa. Ana Elizabeth Moiseichyki, Dra.  
Gòmez, Dr.

\_\_\_\_\_  
Prof. Luis Alberto

\_\_\_\_\_  
Prof. Alejandro Martins Rodriguez, Dr.  
Dra.

\_\_\_\_\_  
Profa. Elaine Ferreira,



---

Profa. Cleusa Rocha Asanome, Dra.

Dedico este trabalho:

À minha Avó Nenê, que me ensinou a  
importância de sonhar, ao meu marido



Francisco, que viabilizou meu sonho e às designers, Evelise e Aline, que ajudaram a lhe dar forma e cor.

## **Agradecimentos**

Agradeço do fundo do meu ser:

Ao Universo, por estar fazendo parte, neste local e neste momento histórico, deste grande sistema adaptativo complexo chamado Terra.

Ao meu Orientador, Prof. Francisco Fialho, que no momento de decisão soube “me empurrar” para que eu pudesse aprender a voar.

À minha mãe, por acreditar em mim.

Ao meu filho Olavo, pelo amor incondicional.

À minha filha, Luciana, por sempre estar me chamando para o aqui e agora.

À minha irmã KIKA, minha eterna companheira.

Aos meus familiares, sempre presentes, que fazem parte da minha estrutura fractal, Vô Djalma, Vó Luiza, Vô Amaro, Pai Carlos, Tia Teresa, Tio Jali, Tio Neno, Tia Carla, Tia Jaça, Tio Luís, Ronaldo, Renan, Tia Mara, Tio Paulo, D. Lalinha, Tia Elaine, Guilherme, Gustavo, Vanessa, Juarez e os primos Jali, Silvana, Luizinho, Marcelo, Maurício, Eduardo e Rafael.

Ao Brian Bacon e Ken O'Donnell, por terem escrito o livro “No Olho do Furacão – sobrevivência para organizações e indivíduos em tempos de caos”, que inspirou o trabalho desta tese.

Ao Prof. Alejandro Martins, que emprestou os primeiros livros sobre complexidade, sem os quais não teria chegado até aqui.

Ao Grupo de Estudos da Complexidade: Luiza, Olavo e Juliana pelo apoio incondicional nos momentos mais difíceis do caminho.

Aos amigos, Elaine, Guta, Maria Irene, Simone, Rosangela, Ida, Sílvia, Dariene, Hugo, Carlos, Cid, Critina, Toni, Vanessa, Nado, Mig, Ana, Meili, Pedra, Dra. Rosa, Luiz, Lurdinha, Sayonara, Ivete e Janete.

Às amigas Juliana e Carol, pelo apoio no final deste trabalho, a despeito das perseguições dos temíveis Boris, Lili e Labra.

Aos amigos do Movimento Rio Vermelho Belo e Limpo, em especial, Maslova, Hélio, Luciana, Fábio, Malu e D. Geralda, que possibilitaram eu aprender os princípios básicos da complexidade na prática comunitária.

À todos os alunos da disciplina de Organizações como Sistemas Complexos, nos trimestres 3/2000 e 1/2001, em especial, Angélica e Suzana e Luiza, o meu profundo respeito, por terem aceitado o desafio de buscar um novo referencial.

À Neiva, Rosemary e toda a "turma" da secretaria do PPGE, por todo suporte, carinho e atenção durante essa caminhada.

Ao Labra, à Lili e ao Boris por serem maravilhosos.

Ao CNPQ, pelo apoio financeiro que tornou possível este trabalho.

À todas as pessoas não citadas aqui, mas que lembradas no coração fizeram parte desta caminhada.



“Qual é esse processo do Espírito e da semente, cheia de fé , que toca o solo nu e o torna rico de novo? Não tenho a resposta completa. Só estou certa de que, enquanto estivermos aos cuidados dessa força de fé, aquilo que pareceu morto não estará morto, aquilo que pareceu perdido, também não estará mais perdido, aquilo que alguns alegaram ser impossível tornou-se nitidamente possível, e a terra que está sem cultivo está apenas descansando; descansando à ESPERA DE QUE A SEMENTE VENTUROSA CHEGUE COM O VENTO, COM TODAS AS BENÇÕES DE DEUS. E ELA CHEGARÁ.”

(Clarissa Pinkola Estes, extraído do livro O  
jardineiro que tinha fé)

## **SUMÁRIO**

LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE QUADROS.....	xiii
GLOSSÁRIO .....	xiv
RESUMO .....	xix
ABSTRACT.....	xx
CAPÍTULO 1	
INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Exposição do Assunto.....	1
1.2 A direção do estudo .....	2
1.3 Questões de pesquisa.....	5
1.4 Objetivos Geral e Específicos.....	5
1.4.1 Objetivos Específicos .....	6
1.5 Hipóteses Gerais e Específicas .....	6
1.5.1 Hipótese Geral .....	8
1.5.2 Hipóteses Específicas .....	8
1.6 Justificativa e Relevância do Estudo .....	9
1.7 Metodologia .....	13
1.7.1 Perspectiva do Estudo.....	13
1.7.2 Coleta de Dados .....	16
1.8 Descrição dos Capítulos.....	16
CAPÍTULO 2	
SUSTENTABILIDADE .....	18
2.1 Introdução .....	18
2.2 Do Abstrato para o Concreto.....	21



2.2.1 Desenvolvimento Sustentável .....	21
2.2.2 Pensamento sobre o Ciclo de Vida.....	25
2.2.3 Eco-eficiência .....	27
2.2.4 Eco-efetividade .....	29
2.2.5 Emissão Zero.....	35
2.2.6 Indicadores de Sustentabilidade.....	36
2.3 As organizações e a Sustentabilidade .....	37
2.4 Considerações finais.....	39
CAPÍTULO 3	
COMPLEXIDADE .....	41
3.1 Teoria da Complexidade .....	41
3.2 Pesquisa sobre complexidade.....	44
3.3 Sistemas Adaptativos Complexos.....	47
3.4 Organizações como Sistemas Complexos .....	50
3.5 Considerações Finais.....	59
CAPÍTULO 4	
ATRADORES.....	62
4.1 Atratores de Sistemas Dinâmicos .....	61
4.2 Exemplos de atratores simples.....	65
4.3 Exemplos de atratores parasistemas complexos .....	69
CAPÍTULO 5	
GENE E MEMES.....	74
CAPÍTULO 6	
ESTRUTURA DE REFERÊNCIA: Complexidade e Sustentabilidade nas	
Organizações .....	82
6.1 Introdução .....	82
6.2 Conceitos/Elementos Centrais da Estrutura de Referência.....	83
6.3 Como os Elementos Formam uma Estrutura de	
Referência Coerente .....	110



6.4 O que um usuário pode perguntar da estrutura de trabalho? .....	110
6.5 O que o usuário da estrutura de referência pode fazer .....	113
6.6 O que pode vir dessa abordagem? .....	114
CAPÍTULO 7	
PRÊMIO EXPRESSÃO DE ECOLOGIA .....	115
7.1 Introdução .....	115
7.2 A Revista Expressão .....	116
7.3 Prêmio Expressão de Ecologia .....	117
7.3.1 Júri e Julgamento .....	119
7.3.2 Critérios de julgamento.....	119
7.3.4 Análise dos dados.....	120
7.4 Considerações finais.....	135
CAPÍTULO 8	
CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	137
CAPÍTULO 9	
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	139
ANEXO 1.....	146

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1.1: Espaço de Possibilidades .....	13
Figura 2.1: O desafio do Desenvolvimento Sustentável .....	24
Figura 2.2: Ciclo de vida do produto .....	26
Figura 2.3: Ciclo de estratégias de design para o ambiente.....	28
Figura 2.4: O modelo de negócios eco-efetivo.....	31
Figura 2.5: Ciclo de vida do design do berço-ao-berço.....	31
Figura 2.6: Emissões Lineares x Emissões Zero.....	36
Figura 3.1: Características dos Sistemas Complexos .....	42
Figura 3.2: Sistema Adaptativo Complexo .....	48
Figura 3.3: Modelo de Sistemas Adaptivos Complexos .....	49
Figura 3.4: Redes Humanas .....	53
Figura 3.5: Sistemas e suas Representações .....	59
Figura 3.6: Uma rede organizacional constituída de três agentes.....	60
Figura 4.1: Dinâmica de Sistemas dentro de um Espaço de Fases .....	63
Figura 4.2: Uma visão sócio interacionista em que biologies definem culturas e culturas definem biologies.....	73
Figura 5.1: Quatro elementos naturais no comportamento de grupos .....	79

Figura 6.1: Estrutura de Referência.....	84
Figura 6.2: Sistema Adaptativo Complexo.....	85
Figura 6.3: Feedback em redes humanas.....	87
Figura 6.4: Uma rede organizacional constituída de três agentes .....	89
Figura 6.5: Estratégias para frente e para trás.....	92
Figura 6.6: Estágios de adaptação para co-evolução.....	109
Figura 6.6: Observando um SAC .....	113
Figura 7.1: Categorias do Prêmio Expressão de Ecologia (1993-2000) .....	121
Figura 7.2a: Empresas vencedoras Prêmio Expressão de Ecologia (1993-1996).....	122
Figura 7.2b: Empresas vencedoras Prêmio Expressão de Ecologia (1997-2000).....	123
Figura 7.3. Tipos de empresas vencedoras da Categoria Controle de Poluição.....	125
Figura 7.4: Empresas do Setor Têxtil Vencedoras da Categoria Controle da Poluição.....	126
Figura 7.5 Resumo estratégias vencedoras da Coopercentral 1993-2000.....	131

Figura 7.6: Resumo estratégias vencedoras das empresas na área alimentícia e agropecuária .....	132
Figura 7.7: Estrutura da Coopercentral.....	135

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 2.1: Os cinco pilares da sustentabilidade .....	21
Quadro 6.1: Adaptação e aprendizagem.....	108
Quadro 7.1: Distribuição do Prêmio por Estados .....	118

## **GLOSSÁRIO**

### **ARQUÉTIPOS**

Um arquétipo é um comportamento potencial que antecede a experiência e que espera pela experiência real para ser atualizado (ou realizado). Embora um arquétipo exista de uma forma que pode ser reconhecível de maneira geral, sua realização específica é sempre única e depende da experiência específica. Um arquétipo é, portanto, um conceito similar ao de Ordem Implícita, usado por David Bohm e Aristóteles. É também semelhante ao conceito platônico de uma forma ideal.

### **ATRADORES**

Este é um estado de comportamento no qual um sistema pode permanecer se não houver uma perturbação. Estados de equilíbrio são Atratores de Ponto Simples e Atratores Periódicos. Atratores Extranhos é uma outra expressão utilizada para o comportamento associado ao Caos de Baixa Dimensão ou Fractal.

### **AUTO-ORGANIZAÇÃO**

Este é o processo pelo qual os agentes em um sistema interagem uns com os outros de acordo com suas próprias regras locais de comportamento sem nenhum padrão que diga a eles o que eles devem realizar e como farão para fazer isso. O conceito inclui, mas não coincide com o de aprendizagem em loop duplo, porque sistemas determinísticos, que não aprendem, também apresentam uma auto-organização espontânea.

## **EMERGÊNCIA**

Emergência é a produção de padrões globais de comportamento por agentes em um sistema complexo interagindo de acordo com suas próprias regras locais de comportamento, sem que haja a intenção de provocar esses padrões globais de comportamento que se originam. Em emergência, esses padrões globais não podem ser preditos a partir das regras locais de comportamento que os produzem. Em outras palavras, padrões globais não podem ser reduzidos a comportamentos individuais.

## **ESQUEMAS**

Um esquema serve de modelo para as regularidades encontradas nos estímulos experienciados por um sistema. Um esquema consiste de um conjunto de regras que refletem regularidades na experiência e que permitem ao sistema determinar a natureza de experiências que acontecerão depois, dando um sentido a elas (exemplo, um script). Um esquema também contém regras indicando como o sistema deve responder a esta experiência, as quais podem incluir a extensão (generalização em Piaget), modificação (acomodação em Piaget), ou mudança destas regras. As regras em um esquema são codificadas na forma de símbolos, tais como mudanças em correntes elétricas, interações químicas, imagens mentais, e números, que simbolizam algum aspecto da experiência real. Um esquema é, portanto, um sistema simbólico.

## **ESQUEMAS DOMINANTES**

O esquema dominante de um agente ou sistema é um conjunto de regras ou sistemas de símbolos que modelam a percepção de um



agente ou de um sistema quanto à tarefa primária corrente e, portanto, orientam no desempenho da tarefa que é percebida, no momento, como primária.

### **ESTRUTURAS DISSIPATIVAS**

Estruturas dissipativas apresentam formas reconhecíveis e estáveis que são continuamente dissipadas (gastas) e renovadas (recolocando o que foi gasto), como, por exemplo, as células do corpo humano são substituídas.

### **FEEDBACK**

Refere-se ao processo pelo qual a informação a respeito da saída de uma ação é re-alimentada no processo de decisão ou regulação que afeta a próxima ação. O feedback é negativo quando a informação acerca da distância entre a expectativa e a saída leva a uma redução entre a expectativa e a realização. O feedback positivo faz o oposto, amplificando a distância entre o desejado e o realizado.

### **FITNESS LANDSCAPE (Espaço de Possibilidades)**

Este é um conceito que emerge quando se pensa na jornada evolutiva de um sistema. Estratégias que fazem o sistema se adaptar para sobreviver representam um movimento “colina acima” enquanto estratégias desvantajosas representam um movimento para o fundo de um vale. Cada TERRENO associado a um sistema é determinado pelas estratégias dos outros sistemas que interagem com ele. Evolução é, portanto, uma jornada em um terreno em contínua mudança. TERRENOS SUAVES representam uma zona de ordem, enquanto

TERRENOS ACIDENTADOS representam zonas de desordem. TERRENOS ACIDENTADOS, MAS NÃO MUITO ACIDENTADOS, são ótimos do ponto de vista da evolução e se constituem no limite do caos.

### **FRACTAL**

O termo "fractal" foi utilizado pela primeira vez pelo matemático polonês Benoit Mandelbrot, em 1967. Originário do adjetivo latino *fractus* e do verbo *frangere* (irregular, quebrar, fraturar), o vocábulo se popularizou depois que Mandelbrot publicou, em 1982, o livro *The Fractals Geometry of Nature*. A palavra passou então a caracterizar as formas irregulares e as novas geometrias por ele descobertas, seja na geologia, na turbulência de fluídos ou no mercado financeiro.

### **INSTABILIDADE LIMITADA**

É usada, neste livro, como um termo geral que inclui todas as formas de comportamento encontradas em uma transição de fase entre zonas estáveis e instáveis de comportamento de um determinado sistema. Inclui, portanto, caos de baixa dimensão, mas não o caos de alta dimensão. Inclui comportamento fractal e comportamento no limite do caos.

### **LEI DE POTÊNCIA**

Refere-se a um padrão típico de distribuição de muitos pequenos eventos e alguns poucos grandes eventos, tipicamente encontrados nos limites do caos.

### **LIMITE DO CAOS**

Esta é uma forma de instabilidade limitada encontrada na transição de fase entre as zonas de ordem e de desordem de operação de um sistema adaptativo complexo.

### **ORDEM IMPLÍCITA (OU IMPLICADA)**

Este é um padrão de comportamentos que existem, enquanto padrões potenciais e correspondem a algum conjunto de regras. Ao experimentar a realidade, um sistema tenta aplicar este comportamento, esbarrando nas condicionantes da REALIDADE. É como se essa ordem implícita se tornasse explícita (nunca idêntica ao comportamento potencial)

### **SISTEMAS ADAPTATIVOS COMPLEXOS**

Um sistema adaptativo complexo consiste de um número de agentes interagindo uns com os outros de acordo com esquemas, isto é, regras de comportamento, que requerem que cada agente inspecione o comportamento dos outros e ajuste seu próprio comportamento a luz do comportamento dos outros, Em outras palavras, sistemas adaptativos complexos aprendem e evoluem, e usualmente interagem com outros sistemas adaptativos complexos. Eles sobrevivem porque aprendem ou evoluem de uma forma adaptativa: computam informação de forma a extrair regularidades, transformando estas regularidades em esquemas que são continuamente mudados a luz da experiência.



## **RESUMO**

COELHO, Christianne C. de S. R. **Complexidade e Sustentabilidade nas Organizações**. Florianópolis, 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2001.

O objetivo desta tese foi desenvolver uma estrutura de referência para ampliar o nosso entendimento e as nossas possibilidades de

atuação na busca da sustentabilidade das organizações e, conseqüentemente, do nosso planeta. Esta estrutura é o resultado da análise da bibliografia referenciada, dos cases vencedores do Prêmio Expressão de Ecologia no período 1993 -2000 e nos estudos e discussões surgidas na disciplina "Organizações como Sistemas Complexos" ministrada por esta pesquisadora no PPGEP, nos trimestres 03/2000 e 01/2001 e no Grupo de Estudos da Complexidade.. Seleccionamos quinze conceitos centrais que fazem grande parte do trabalho na nossa abordagem sobre Sistemas Adaptativos Complexos, que foram escolhidos a partir da estrutura de trabalho apresentada por Axelrod e Cohen (2000) e ampliada com contribuições de outros autores, que julgamos importantes. São eles: sistema adaptativo complexo, agente, estratégia, artefato, tipo, variedade, padrão de interação, espaço físico, espaço conceitual, critério de sucesso ou medidas de desempenho, auto-organização, adaptação e atrator.

**Palavras chave:** organizações, sustentabilidade, complexidade.

## **ABSTRACT**

COELHO, Christianne C. de S. R. Complexity and Sustainability in Organizations. Florianópolis, 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2001.

The aim of this thesis was to develop a framework to enrich our understanding and our possibilities of acting in the search of sustainability in organizations and, consequently, in our planet. This framework is the result of an analysis of our bibliography, of the winning cases of Prêmio Expressão de Ecologia (Ecology Expression Prize) from 1993 to 2000, and of the discussions held at the discipline “Organizações como Sistemas Complexos” (Organizations as Complex Systems), conducted by this researcher at PPGEP, from September to November/2000 and from March to June/2001, and also the discussions held by the Grupo de Estudos da Complexidade (Complexity Study Group). Fifteen major concepts, which are part of the work about Complex Adaptive Systems approach, were selected based on the framework presented by Axelrod and Cohen (2000). These concepts were enriched through the contributions of other authors who we consider relevant. They are: complex adaptative systems, agents, strategies, artifacts, types, variety, interaction patterns, physical space, conceptual space, success criteria or performance measures, self-organization, adaptation, and attractor.

**Keywords:** organizations, sustainability, complexity.

# 1. INTRODUÇÃO

“Qualquer caminho é apenas um caminho (...) Olhe cada caminho com atenção. Tente-o quantas vezes julgar necessário ... Então, faça a si mesmo e apenas a si mesmo uma pergunta: possui este caminho um coração? Em caso afirmativo, o caminho é bom. Caso contrário não possui importância alguma.”  
(Carlos Castaneda, Ensinaamentos de Don Juan)

## 1.1 Exposição do Assunto

A questão ambiental, hoje, está presente na agenda de praticamente todas as organizações. Segundo Callenbach et al. (1995, p: 24) “a partir da década de 1980, difundiu-se rapidamente em muitos países europeus a consciência de que os danos (cotidianos) ao meio ambiente poderiam ser substancialmente reduzidos por meio de práticas de negócios ecologicamente corretas”.

Enfrentar os desafios de manter-se competitivo no mercado globalizado e, ao mesmo tempo, estabelecer práticas que não agridam o meio ambiente, nem o desenvolvimento social é objetivo de todas as organizações, estejam elas cientes dessa responsabilidade ou não.

Na minha vida profissional como engenheira química, trabalhando no desenvolvimento de projetos de sistemas de controle ambiental e

com processos de gestão e licenciamento ambiental, meu principal interesse tem sido buscar compreender como as organizações, e em consequência seus funcionários, podem se ver como agentes atuantes e modificadores do meio ambiente no qual estão inseridos. Essa busca me levou para as ciências cognitivas e daí para a ciência da complexidade.

“A gente só ama aquilo que conhece e só preserva aquilo que ama!”.

A forma como conhecemos e operamos no mundo depende dos esquemas (schema) desenvolvidos por cada indivíduo. Segundo Baddeley (in Stacey, 1996, pg. 30) “esquema pode ser entendido como um conjunto de scripts comportamentais, regras de avaliação, tomada de decisão, regras de operação ou modelos mentais”. Os scripts comportamentais são padrões de comportamento que um indivíduo segue costumeiramente. Os esquemas são desenvolvidos ao longo da experiência de vida do indivíduo. Os esquemas das organizações têm dois componentes, um que é específico para o indivíduo e outro que é compartilhado por outros indivíduos.

Pensar nas relações dos indivíduos e organizações entre si e com o meio ambiente é pensar em adaptação e, conseqüentemente, em aprendizagem. A área da teoria da complexidade que estuda a adaptação é conhecida como o estudo dos sistemas adaptativos complexos – SAC (complex adaptive systems – CAS). Nessa área, “os SAC são sistemas que constituem de um grande número de agentes que interagem entre si para produzir estratégias adaptativas para sobrevivência deles mesmos e, portanto, para o sistema que fazem parte” (Stacey, 1996, p. 19).



Trazer esse referencial, sem esgotar o tema, para o estudo das relações das organizações em relação ao meio ambiente na busca da sustentabilidade é o eixo central desta tese.

## **1.2 A direção do estudo**

Os fundamentos da tese baseiam-se nos princípios da cognição atuante (Varela, 1997), em que conhecer é criar.

A direção do estudo desta tese é as organizações e a maneira com a qual elas interagem como o meio ambiente. Meio ambiente definido aqui como o meio físico no qual as organizações atuam e todas as relações que o compõe.

A questão principal ao se iniciar uma tese é, normalmente, definir por qual estratégia começar, estratégia que sinalize para o pesquisador a melhor maneira de investigar (variáveis e instrumentais escolhidos), porque ajuda a organizar e a sistematizar o conhecimento, no sentido de avançar as condições teóricas e metodológicas.

A estratégia escolhida para o desenvolvimento desta tese foi a de construir uma estrutura de referência a partir da teoria sobre sistemas adaptativos complexos, organizações e sustentabilidade e refletir, a partir dessa estrutura, novas maneiras de se olhar as organizações e as suas interações com o meio ambiente, de forma a encontrar possíveis caminhos para se chegar a um comportamento sustentável.

As organizações podem ser vistas como Sistemas Adaptativos Complexos capazes de auto-organização, adaptação e co-evolução

(Stacey, 1996; Axelrod e Cohen, 2000; Kelly & Allison, 1998). A auto-organização, a adaptação e a co-evolução são princípios fundamentais do universo no qual nós vivemos e trabalhamos. Para Kelly & Allison (1998), esses processos não são direcionados ou controlados por uma entidade consciente, mas emergem através das inter-relações das partes do sistema.

Continuando, Kelly & Allison (1998, p: 4) lembram-nos que “cada sistema auto-organizado é único. Cada um emerge a partir de uma história específica e interage com um meio ambiente – que enquanto parece similar – nunca é exatamente igual ao que é para outro sistema. Os sistemas auto-organizados produzem resultados que são diferentes e mais poderosos que aqueles que podem ser produzidos pelas partes do sistema atuando independentemente”.

A auto-organização, no entanto, ocorre somente sob certas condições, num estado chamado instabilidade limitada (bounded instability). Esse estado é freqüentemente descrito pelos teóricos da complexidade como ocorrendo no limite do caos (at the edge of chaos) (Stacey, 1996).

Quando apelamos para metáforas do tipo SAC e modelo holográfico/fractal, estas, na verdade, exigem de nós um exercício de imaginação. Somos convidados a entender organizações como fluxo e transformação. O segredo de entender as organizações, a partir dessa perspectiva, apóia-se no entendimento da lógica da mudança que determina a vida social.

Para introduzir o conceito de organizações como um processo de fluxos e transformações, Morgan (1996) utiliza um ensinamento bem conhecido de Heráclito quanto a impossibilidade de se mergulhar duas

vezes em um mesmo rio, "onde tudo flui e nada permanece; tudo se transforma e nada se mantém em um estado fixo.... O frio se transforma em calor e o calor em frio; a umidade seca e o que é seco se torna úmido.... É mudando que se chega ao repouso" (p. 239).

Morgan (1996; p. 239) cita ainda a teoria de David Bohm, convidando-nos a entender o universo como algo complexo que flui. Mudanças são desafios para os quais as organizações devem encontrar respostas.

"Como Heráclito, considera processos, fluxos e mudanças, são elementos fundamentais, argumentando que o estágio do universo, em qualquer momento reflete sempre uma realidade mais básica. Chama essa realidade de ordem implícita (ou encoberta), distinguindo-a da ordem explícita (ou exposta) e que se manifesta no mundo ao nosso redor. Bohm argumenta que a última compreende e expressa potencialidades existentes na primeira".

Podemos afirmar que, atualmente, existem inúmeras iniciativas de pesquisadores voltadas à análise das implicações da ciência da complexidade na teoria das organizações (Stacey, 1996; Axelrod e Cohen, 2000; Bauer, 1999; Kelly & Allison 1998).

Em seu livro "Complexidade e Criatividade nas Organizações" Ralph D. Stacey (1996) construiu uma estrutura conceitual pela qual, a partir da ciência da complexidade e da psicologia, é possível dar sentido ao que acontece na vida organizacional. Essa proposta nos parece superior a abordagem mecanicista, paradigma tradicional, a qual se apóia em uma busca por um equilíbrio estável, centrado nas ações

baseadas no feedback negativo, que geralmente domina as tentativas para se entender os problemas de gerenciamento nas organizações.

A sociedade como um todo busca solucionar um dos grandes desafios desta época: encontrar espaços de possibilidades entre o desenvolvimento econômico (para suprir suas necessidades), o desenvolvimento comunitário (células base da sociedade) e a preservação do meio ambiente (sua fonte de recursos) (PNUMA, 1996). Mas que caminho adotar?

### **1.3 Questões de pesquisa**

O contexto acima descrito nos levou a formular as seguintes perguntas de pesquisa que nortearam o desenvolvimento desta pesquisa:

- Como unir os conceitos relativos à ciência da complexidade, às organizações e ao desenvolvimento sustentável ?
- Como identificar esquemas que surgem a partir das idéias relativas ao Desenvolvimento Sustentável, nas pessoas e nas organizações?
- Como criar uma estrutura de referência conceitual a partir das etapas anteriores?

## **1.4 Objetivos Geral e Específicos**

O objetivo desta pesquisa é conduzir à elaboração de uma estrutura conceitual de referência para incorporar a sustentabilidade na vida das organizações. A estrutura de referência é construída a partir de uma metáfora que representa as

organizações como Sistemas Adaptativos Complexos, identificando esquemas que ampliem nossa compreensão do que possa ser uma postura sustentável para a organização. Dentro desse objetivo maior podemos desenvolver os seguintes objetivos específicos.

### **1.4.1 Objetivos Específicos**

Estudar as implicações da teoria da complexidade – Sistemas Adaptativos Complexos sobre a teoria das organizações;

- Identificar estratégias referentes ao Espaço de estados possíveis a uma organização por meio da metáfora organizações como Sistemas Adaptativos Complexos;
- Identificar quais dessas estratégias contribuem para um desenvolvimento sustentável;
- Desenvolver uma estrutura de referência para ampliar a nossa compreensão dos espaços possíveis de atuação para uma organização nas questões ambientais, utilizando como referencial a teoria dos Sistemas Adaptativos Complexos.

## **1.5 Hipóteses Gerais e Específicas**

Segundo Stacey (1996, p.20), “uma das características chaves dos sistemas adaptativos complexos estudados pela ciência da complexidade é a sua natureza holográfica ou fractal; e claramente essa também é uma das propriedades dos sistemas humanos”.

As organizações são conjuntos que são partes de conjuntos maiores, tais como economias e sociedades. Num ponto extremo dessa construção social, encontramos os sistemas biológicos de cérebros incorporados, que engloba o que está sendo socialmente construído como um mundo. No outro extremo está o sistema ecológico, no qual o mundo socialmente construído repousa ou se assenta.

A interação dos agentes cria e continuamente recria uma organização como um sistema e tal organização que, por sua vez, influencia os grupos pelos quais é composta e a maneira na qual esses grupos são continuamente recriados. Esse processo de recriação é que significa aprendizado. Dentro dessa mesma dinâmica, os grupos influenciam as mentes individuais, as quais afetam cérebros e assim por diante, voltando ao nível organizacional.

Interações entre agentes também recriam continuamente o conjunto de padrões que constituem uma sociedade e uma economia que vão influenciar as organizações e os indivíduos que a compõem.

Uma volta extra na espiral da complexidade é dada pelas sociedades e economias, que interagem entre si para consistir o sistema internacional integrado em rede. Aqui o todo é refletido num esquema compartilhado, o qual afeta as economias e as sociedades nacionais,

com uma onda de efeitos sobre: as organizações, os grupos, os indivíduos, as mentes e os cérebros e então retornado novamente ao seu ponto inicial.

Para Stacey (1996), a interação entre agentes e sistemas se dá de uma forma não-linear, na qual o feedback sobre as conseqüências do comportamento é usado para construir modelos de mundo, dos quais regras de conduta ou esquemas são extraídos. Esses esquemas são mudados à luz de um comportamento adicional para produzir cada vez mais comportamento adaptativo.

A partir da nossa conscientização progressiva, damos-nos conta que as sociedades e economias mundiais ao interagirem com o mundo natural afetam o seu desenvolvimento e isto, por sua vez, afeta a forma como as sociedades se desenvolvem.

O resultado das interações descritas até aqui é um sistema complexo, com similaridades em todos os níveis. Em cada nível, o conjunto constitui uma rede de sistemas de feedback, de partes ou agentes em co-evolução, em que este conjunto é componente num outro sistema em co-evolução. Assim, um agente num nível é um sistema num nível abaixo.

Em cada nível o sistema é dirigido para a realização da sua tarefa básica, pelo seu esquema dominante e nos seus fundamentos possui um esquema recessivo ou momentaneamente inativo. Os sistemas em ambos os níveis aprendem de duas formas: loop simples e loop duplo (ver glossário).

### **1.5.1 Hipótese Geral**

Se a Terra é um sistema dinâmico complexo e interconectado no qual nós humanos somos apenas uma parte, então a maneira como interagimos com esse mundo natural o afetará de forma mais ou menos destrutiva.

### **1.5.2 Hipóteses Específicas**

- Se os Sistemas Adaptativos Complexos (indivíduos, grupos, organizações) têm esquemas para operar no mundo, então, podemos identificar quais são elas.
- Se da identificação dos esquemas pode-se construir um modelo mental, então, podemos estabelecer como é que esse sistema percebe e opera no mundo.
- A identificação dos esquemas dos sistemas que promovem padrões sustentáveis pode auxiliar a aprendizagem e a auto-reflexão desses sistemas ampliando o espaço de possibilidades para um mundo mais sustentável.

## **1.6 Justificativa e Relevância do Estudo**

Como citado anteriormente, um dos grandes desafios atuais da Humanidade é visualizar espaços de possibilidades entre o desenvolvimento econômico (para suprir suas necessidades), o desenvolvimento comunitário (células base da sociedade) e a



preservação do meio ambiente (sua fonte de recursos). A degradação ambiental está chegando ao limite em algumas regiões e influencia no cotidiano das pessoas.

Para Russel (1991), a visão de mundo hoje predominantemente é a do ser humano que domina e manipula a natureza. É uma visão de mundo intrinsecamente agressiva e nacionalista, cujas metas principais são produtividade, progresso material, eficiência e crescimento econômico. A ciência é vista como a maneira suprema de se chegar ao conhecimento; ela é em última análise, capaz de explicar tudo e, usando a tecnologia como meio de atingir tudo aquilo que nós desejamos.

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA (1996), no Manual de Planejamento para a Agenda 21 Local, reconhece que esse nosso modelo atual de desenvolvimento não é sustentável porque as atuais formas de atividades econômicas estão minando de modo acelerado outros dois processos de desenvolvimento essenciais para a vida humana e para a civilização: o processo de desenvolvimento ecológico e o processo de desenvolvimento comunitário.

Onde o desenvolvimento ecológico reproduz a riqueza biológica e as condições climáticas necessárias para a vida neste planeta e o desenvolvimento comunitário reproduz as comunidades, as famílias e os cidadãos educados e responsáveis e a civilização como um todo.

Na visão do Instituto Elmwood (Callenbach et ali, 1995) a década de 90 foi crítica, caracterizando-se pela profunda mudança de uma visão mecanicista para uma visão ecológica do mundo, de um sistema baseado na dominação para um sistema baseado na parceria.

O desafio dos anos 90 é criar sociedades sustentáveis, ou seja, ambientes sociais e culturais nos quais possamos satisfazer nossas necessidades sem colocar em risco as perspectivas das gerações futuras (CMSMD,1991).

Estamos iniciando um novo milênio sem, contudo, termos avançado muito na nossa compreensão sobre como incorporar os princípios do desenvolvimento sustentável no dia a dia das organizações e da sociedade como um todo

Segundo Gilbert (1995), os princípios do desenvolvimento sustentável envolvem o processo de integração dos critérios ambientais na prática econômica, a fim de garantir que os planos estratégicos das organizações satisfaçam a necessidade de crescimento e evolução contínuos e, ao mesmo tempo, conservem o capital da natureza para o futuro. Aplicar esses princípios significa viver dentro da capacidade dos ecossistemas existentes. Isso exigirá mudanças em muitos aspectos da sociedade e comércio.

As organizações, sendo uma das grandes forças organizadoras da sociedade, têm um papel muito importante nas transformações necessárias daqui para frente. Para Bedeian e Zammuto (1991) as organizações, como instituições dominantes na sociedade, exercem uma tremenda influência sobre nossas vidas, desde que, por escolha ou necessidade, nós obtemos a partir delas, grande parte da nossa satisfação cultural, material e social.

Segundo Robert Roy (in Bedeian e Zammuto, 1991), na sociedade humana quase todas as pessoas, salvo aquelas que vivem como eremitas, pertencem a mais de uma organização e algumas a muitas. Dessa forma, o desafio da sociedade transfere-se, também, para as

organizações e para as pessoas que a compõem: Como desenvolver-se, protegendo/preservando/conservando o meio ambiente?

O conflito de interesses é marca do nosso cotidiano. Enquanto o ser humano luta por qualidade de vida e as instituições insistem em competir por uma maior produtividade e lucro, o meio ambiente sofre um consumismo exagerado e uma apropriação irresponsável. As intensas mudanças técnico-científicas, cujas conseqüências constituem-se nos fenômenos de desequilíbrio ecológicos, acarretam uma evolução progressiva da deterioração dos modos de vida humanos (privado e coletivo).

Para Pinchot e Pinchot (1993), enfrentamos cada vez mais dilemas complexos que não permitem soluções simples ou universais, especialmente à medida que a preocupação com a ecologia se torna dominante. Sendo que o pensamento segmentado das funções burocráticas nas organizações é incapaz de dar conta dos inter-relacionamentos do mundo biológico. Complementando ainda, os autores colocam que a ecologia e outras questões complexas exigem uma inteligência organizacional distribuída que é incompatível com o sistema da burocracia.

Segundo Senge (1990), os graves problemas sistêmicos que afligem nossas instituições e nossa sociedade provavelmente não serão resolvidos até que consigamos resgatar aquilo que foi perdido na era dominada pela especialização: a capacidade de respeitar e integrar a teoria, o desenvolvimento pessoal e os resultados práticos.

Na visão de Stacey (1996), à medida em que nos tornamos mais conscientes, começamos a perceber como as sociedades e as economias globais interagem com o meio ambiente natural afetando a

maneira com que este se desenvolve e em troca como este meio afeta o desenvolvimento das economias e das sociedades.

O nosso entendimento sobre aquecimento global é um exemplo do crescimento da nossa compreensão que a hipótese gaia – a visão de que a Terra é um sistema dinâmico complexo interconectado no qual nós humanos somos apenas uma parte – oferece algumas dicas práticas importantes (Lovelock, 1988 in Stacey, 1996).

Frente aos problemas ambientais locais e globais que nos deparamos diariamente é necessário trabalhar uma nova abordagem. Buscar decifrar os fatores que estão ligados à degradação por um lado e o desenvolvimento sustentável por outro, e como estão conectados com a maneira na qual as pessoas e as organizações atuam. Para isso estamos em busca de uma nova estrutura para trabalhar a questão ambiental dentro das organizações e para isso escolhemos a ciência da complexidade.

O conceito de desenvolvimento sustentável tem apenas 14 anos, desde a sua criação vem sendo discutido e incorporado nas mais diferentes áreas. Definido no Relatório Brundtland em 1987 (CMSMD, 1991) foi o eixo da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento - Rio 92, embasando todas as Convenções assinadas na ocasião (Biodiversidade, Floresta, Mudanças Climáticas, etc.), os termos da Agenda 21 - Agenda de Compromisso para Ações Futuras, bem como os documentos do Fórum Global, que reuniu mais de 3600 organizações não governamentais.

Como todo novo conceito, muitas são as perguntas e poucas são as respostas que surgirão à medida que caminharos em busca dessa nova abordagem.

Mais do que uma definição, o desenvolvimento sustentável é um processo de mudança, no qual a exploração de recursos, a orientação dos investimentos, os rumos do desenvolvimento ambiental e a mudança institucional devem levar em conta as necessidades das gerações futuras (CNUMAD, 1997).

Entendemos que a sustentabilidade não é um estado fixo, mas um espaço de possibilidades (figura 1.1). O comportamento sustentável de uma organização não está ligado somente ao equacionamento das variáveis ambientais, mas da sociedade como um todo, e dessa forma a busca de uma nova estrutura é imprescindível. Como caminhar em direção à sustentabilidade com base em uma compreensão das pessoas e das organizações como Sistemas Adaptativos Complexos?

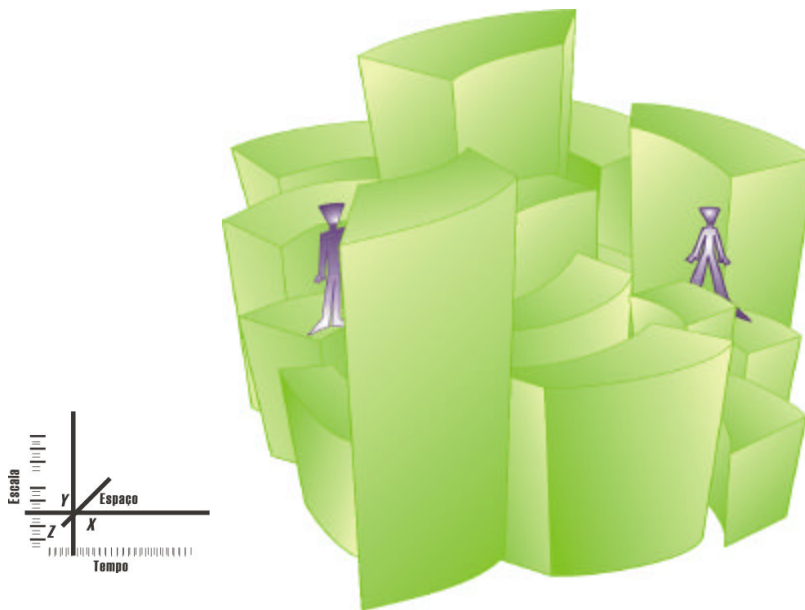


Figura 1.1 Espaço de possibilidades

As necessidades do presente não se resumem a preservação do meio ambiente, mas ao desenvolvimento do ser humano como um ser multidimensional, que integra a sociedade em que vive.

## **1.7 Metodologia**

### **1.7.1 Perspectiva do Estudo**

Selltiz et ali (1974) distingue três tipos básicos de estudos de pesquisa: exploratórios, descritivos e causais. Os estudos exploratórios são indicados quando não há preocupação com generalizações, mas com a ampliação da compreensão de um fenômeno. Quando o intuito primordial é descobrir idéias, discernimentos e intuições, objetivando a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis que visem a estudos posteriores.

Entendemos que um dos caminhos a seguir na construção de uma tese de doutorado consiste em se abrir uma nova linha de pesquisa. Entendemos, portanto, que uma pesquisa exploratória nos auxiliará a concretizar esse objetivo.

As perguntas deste estudo são decorrentes das pesquisas sobre a teoria dos sistemas adaptativos complexos, aplicadas às organizações, e da busca por ampliar a atuação das organizações em direção à Sustentabilidade. Consideramos que o estágio atual de conhecimento exige a produção de estruturas de referência que acessem de maneira mais precisa os problemas ambientais gerados pelas organizações e como podem usar seus recursos e parcerias para resolvê-los.

Gil (1994) caracteriza como pesquisas exploratórias àquelas que proporcionam uma visão geral do tipo aproximativo acerca de determinado fato. Realiza-se esse tipo de pesquisa, portanto, quando o

tema é pouco explorado e torna-se difícil formular hipóteses precisas e operacionalizáveis.

Na opinião de Marconi e Lakatos (1993, p. 77), “os estudos exploratórios colaboram para desenvolver hipóteses, aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno, para a realização de uma pesquisa futura, para modificar e clarificar conceitos”. Por sua vez, Cervo e Bervian (1996) enfatizam que a pesquisa exploratória realiza descrições precisas da situação e quer descobrir as relações existentes entre os elementos componentes da mesma.

Elegemos, portanto, uma estratégia metodológica que atuou em três eixos:

a) Revisão bibliográfica em que se cruzam a opinião de diferentes autores ligados a:

Teoria da complexidade (sistemas adaptativos complexos): Holland; Axelrod e Cohen; Stacey; Kelly & Allisson; buscando-se um delineamento de um constructo teórico capaz de dar conta da interdependência das diversas hierarquias existentes na complexidade (gene, neurônio, cérebro, mente, qualias, culturas, memes).

Sustentabilidade: buscando conceitos que ajudem a ampliar a visão da abrangência de atuação das organizações frente às questões ambientais.

b) A construção da disciplina “Organizações como Sistemas Complexos”, ministrada no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEPP da Universidade Federal de Santa Catarina nos trimestres 2000/3 e 2001/1, em que, junto com os alunos,

buscamos um entendimento dos conceitos dos sistemas adaptativos complexos aplicados às organizações. No trimestre 1/2001, elaboramos um questionário com os alunos com o objetivo de identificar:

- O espaço *do ser humano* e do *meio ambiente* nas organizações vistas como sistemas adaptativos complexos, com base no conteúdo desenvolvido na disciplina;
- O conhecimento prévio sobre desenvolvimento sustentável;
- O conceito que eles tinham sobre desenvolvimento sustentável;
- O conceito que os alunos tinham sobre *sustentabilidade* e que eles apontassem quais os *papéis* que os indivíduos, os grupos e as organizações podiam ter na busca da sustentabilidade/ desenvolvimento sustentável, com base na metáfora de sistemas adaptativos complexos e da definição de desenvolvimento sustentável apresentada no questionário.

c) A análise do Prêmio Expressão de Ecologia de 1993 – 2000, com a qual procuramos identificar as empresas vencedoras, os setores de que pertenciam e as estratégias aplicadas a resolução dos problemas ambientais enfrentados pelas organizações. E, mais do que isso, procurando juntar a teoria e a realidade encontrada.

O resultado da união desses três eixos pode ser visto no capítulo 7 – Complexidade e Sustentabilidade nas Organizações e no capítulo 8 - Prêmio Expressão de Ecologia.



### **1.7.2 Coleta de Dados**

Os dados coletados sobre as organizações vencedoras do Prêmio Expressão de Ecologia são secundários, isto é, foram extraídos dos fascículos da revista Expressão em que foram publicados os cases.

No caso específico da empresa Coopercentral, empresa que acabamos usando como exemplo, por ter recebido, o Prêmio Expressão de Ecologia em sete dos oito anos analisados, buscamos maiores informações junto a sua Home Page ([www.aurora.com.br](http://www.aurora.com.br)), na Tese de Doutorado " As Estratégias de Crescimento das Empresas Líderes e o Padrão de Concorrência das Indústrias Avícola e Suinícola Brasileiras" (Júnior, 1997) e outras informações foram checadas diretamente com a empresa via e-mail.

## **1.8 Descrição dos Capítulos**

Esta tese está dividida em 10 capítulos. No capítulo 1 descrevemos o assunto e o problema pesquisado, as perguntas de pesquisa, os objetivos, as hipóteses, a justificativa e a metodologia utilizada no desenvolvimento da pesquisa.

Uma revisão bibliográfica é apresentada nos capítulos 2, 3, 4 e 5 onde são descritos os aportes teóricos necessários a sustentação das idéias que pretendemos desenvolver, que são respectivamente sustentabilidade, organizações como sistemas complexos, atratores, genes e memes.

No capítulo 6, apresentamos a estrutura de referência desenvolvida para trabalhar as organizações na busca da sustentabilidade.

No capítulo 7, apresentamos o levantamento dos dados dos vencedores do Prêmio Expressão de Ecologia no período de 1993 a 2000.

No capítulo 8 são apresentadas as considerações finais e as sugestões para futuros trabalhos.

No capítulo 9 listamos a bibliografia utilizada.

No anexo 1 é apresentado o resumo dos 144 cases do Prêmio Expressão de Ecologia (1993 a 2000).

## **2 SUSTENTABILIDADE**

Não podemos aguardar que os tempos se modifiquem e nós nos modifiquemos junto, por uma revolução que chegue e nos leve em sua marcha. Nós mesmos somos o futuro. Nós somos a revolução.  
(Beatrice Burteau)

### **2.1 Introdução**

Existem muitas discussões sobre o que vem a ser sustentabilidade. O objetivo deste trabalho, não é discutir sustentabilidade na dimensão política ou filosófica, e sim procurar referências de como esse conceito e outros atrelados a ele estão sendo utilizados pelas organizações para dar conta dos principais problemas ambientais que enfrentamos, como: a deterioração dos ecossistemas, o impacto na saúde humana e o consumo excessivo dos recursos naturais.

Segundo o dicionário Aurélio (1976), sustentabilidade é a qualidade de sustentável. Sustentável, que se pode sustentar; e sustentar tem muitos significados. Do latim *sustentare* é segurar por baixo, servir de escora a, impedir que caia, suportar, apoiar; afirmar categoricamente; ratificar, reafirmar, confirmar; fazer face a, resistir a, sustar; conservar, manter; alimentar física ou moralmente; prover de víveres ou munições; impedir a ruína ou a queda de, amparar; dar ânimo a, animar; proteger, favorecer, auxiliar; sofrer com resignação, com firmeza, agüentar; defender com argumentos, com razões; Estimular, incitar, instigar;

pelejar a favor de; ser contrário, opor-se a; conservar a mesma posição, suste-se, equilibrar-se.

Constanza (1994) propõe a seguinte definição de sustentabilidade ecológica: sustentabilidade ecológica é um relacionamento entre sistemas econômicos dinâmicos e sistemas ecológicos maiores e também dinâmicos, embora de mudança mais lenta, em que: a vida humana pode continuar indefinidamente; os indivíduos podem prosperar; as culturas humanas podem desenvolver-se; mas em que o resultado das atividades humanas obedeçam a limites para não destruir a diversidade, a complexidade e a função do sistema ecológico de apoio à vida.

Para Wackernge (2001), a essência da sustentabilidade está em evitar que os recursos naturais sejam transformados em resíduos, antes que a natureza possa transformá-los em novos recursos.

Vieira (1997, p.131) afirma que “a proposta de sustentabilidade é herdeira da noção de Ecodesenvolvimento, desenvolvida por Maurice Strong e Ignacy Sachs, que teve um curto período de vida útil. O conceito de Ecodesenvolvimento baseava-se nas idéias de justiça social, eficiência econômica, condicionalidade ecológica e respeito à diversidade cultural”.

Na opinião de Dovers & Handmer (1998), trabalhar com a sustentabilidade é trabalhar com paradoxos. Eles identificaram oito paradoxos da sustentabilidade:

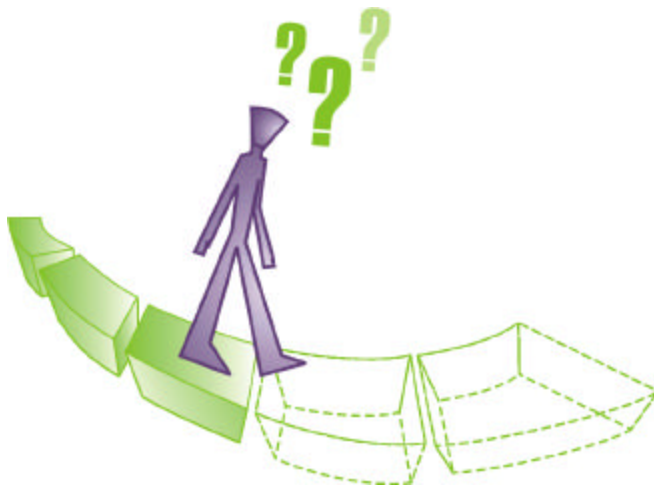
- Tecnologia e cultura: causa versus cura: a habilidade cultural de dar sentido, comunicar, planejar e usufruir do meio ambiente,

bem como as tecnologias que daí derivam são fundamentais para a conservação do meio ambiente;

- Humildade versus arrogância: necessitamos de humildade para reconhecer, sinceramente, que nosso conhecimento sobre o meio ambiente é incompleto e para estar abertos a novas possibilidades;
- Equidade entre gerações e intragerações: equidade entre gerações de atender às suas necessidades é um dos princípios morais por trás da noção de sustentabilidade, no entanto, a iniquidade de distribuição dos recursos intragerações é enorme;
- Crescimento versus limites: certamente o contínuo crescimento intelectual, espiritual ou artístico de uma população não necessita limites, no entanto, o crescimento é geralmente entendido dentro de um conceito físico ou material. Desta forma, a capacidade de carga do meio ambiente é que dará esse limite?
- Interesse individual versus interesse coletivo:
- Democracia: diversidade versus propósitos: a diversidade por um lado oferece possibilidades de um maior número de abordagens para a resolução de problemas, por outro lado pode impedir de se encontrar ações com propósitos globais como o exemplo do efeito estufa.
- Adaptabilidade versus resistência: embora o ser humano possa ser considerado como a espécie que mais se adapta, as suas instituições muitas vezes apresentam grande resistência a mudanças.
- Otimização versus capacidade disponível: entende-se como otimização a utilização da melhor forma possível de alguns recursos como eles estão disponíveis dentro de um conjunto de

restrições. Do ponto de vista ambiental, o resultado crítico dessa visão é que nós tendemos a ver os recursos não utilizáveis como resíduo (sem importância) e por outro lado a consumir os “bons” recursos até o final.

Para Stahel (2001, p.151),



“a visão de sustentabilidade pode ser comparada com o problema de cruzar um rio raso em que o caminho das pedras está oculto. No passado, a sociedade encontrou as primeiras três pedras do caminho,

guiando-nos para a visão presente de uma economia eco-eficiente. Agora, nós estamos parados no meio do rio e precisamos achar mais pedras para alcançar a meta, o outro lado do rio da sustentabilidade (Quadro. 2.1)”.

Quadro 2.1- O cinco pilares da sustentabilidade

#### **Os cinco pilares da sustentabilidade**

1. Conservação da natureza (princípio da precaução)
2. Saúde e segurança, não toxicidade (qualitativo)

**A primeira Fronteira: Trazer a proteção do meio ambiente (fazendo coisas corretamente) para o aumento da competitividade econômica (fazendo a coisa certa)**

3. Produtividade elevada dos recursos (quantitativo)

**A segunda fronteira: da economia sustentável para uma sociedade sustentável**

4. Ecologia social (empregos e desejos, compartilhando e cuidando)

5. Ecologia cultural (a escolha entre suficiência e eficiência)

Fonte: Stahel, 2001

## **2.2 Do Abstrato para o Concreto**

O objetivo desta segunda parte do capítulo é trazer outros conceitos que hoje estão sendo utilizados para ampliar a nossa compreensão e possibilidades de geração de alternativas para alcançar a sustentabilidade. Importante frisar que a viabilidade de cada alternativa vai depender das capacidades que cada organização, grupo ou comunidade puder dispor e do meio ambiente em que estiver inserido. Este é o grande desafio!

### **2.2.1 Desenvolvimento Sustentável**

Segundo Spangenberg (2001), o termo “desenvolvimento sustentável” foi introduzido pela primeira vez no debate de políticas internacionais pelo World Conservation Strategy (IUCN/UNEP/WWF, 1980). Ele veio a ser estabelecido como um novo paradigma global somente após a publicação do relatório final da Comissão Brudtland, encomendado pela Organização das Nações Unidas em 1987, e nos trabalhos preparatórios para a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como ECO-92.

O conceito de desenvolvimento sustentável, definido no Relatório Brundtland (Our Common Future, 1987) e publicado no Brasil (CMSMD,1991) é:

*" Desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades, ou ainda, desenvolvimento sustentável não é um estado fixo de harmonia, mas um processo de mudança na qual a exploração de recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e as mudanças institucionais serão feitas consistentemente ao atendimento às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades".*

Segundo Gilbert (1995), os princípios do desenvolvimento sustentável envolvem o processo de integração dos critérios ambientais na prática econômica, a fim de garantir que os planos estratégicos das organizações satisfaçam a necessidade de crescimento e evolução contínuos e, ao mesmo tempo, conservem o *capital* da natureza para o futuro. Não se trata apenas da poluição do ar, depleção da camada de ozônio, conservação da água, uso de matéria-prima e gestão do resíduo; trata-se também de um problema realmente internacional que afeta as transações que atravessam fronteiras, comércio, finanças e agendas políticas.

Continuando, Spangenberg (2001, p.25-26) declara que, " apesar de toda a ação devotada ao conceito, a percepção da mensagem central com relação à integração do meio ambiente com o desenvolvimento continua sendo ambígua. No Norte, o desenvolvimento sustentável foi predominantemente entendido como mais um novo conceito ambiental, como modernização ambiental,



tornando verde o metabolismo ambiental ou salvaguardando a biodiversidade como uma herança comum da humanidade que já vinha ocorrendo de antemão. No Sul, contudo, o termo desenvolvimento sustentável foi compreendido como diminuição da pobreza e desenvolvimento econômico. Essas percepções divergentes não são apenas resultados de prioridades diferentes, mas o resultado de interpretações controversas dos problemas ambientais que têm surgido desde a década de 70".

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA (1996), no Manual de Planejamento para a Agenda 21 Local, descreve o desenvolvimento sustentável como um desenvolvimento que provê os serviços ambientais econômicos e sociais básicos a toda a sociedade sem prejudicar a viabilidade dos sistemas de que dependem esses mesmos serviços.

Dessa forma, em nível local, o desenvolvimento sustentável requer que o desenvolvimento econômico local apóie a vida comunitária e sua força e que aproveite os talentos e recursos das pessoas que a integram. Coloca-nos, além disso, ante ao desafio de compartilhar de forma eqüitativa os benefícios do desenvolvimento e sustentá-los em longo prazo para todos os grupos sociais. Assim, isto será possível unicamente se conseguirmos prevenir o desperdício da riqueza ecológica e a deterioração dos ecossistemas provocados pelas atividades econômicas.

Para o PNUMA (1996), os imperativos de desenvolvimento do sistema econômico atual favorecem a expansão do mercado, a externalização dos custos e a manutenção do lucro privado; enquanto que os imperativos atuais de desenvolvimento comunitário são aqueles que respondem às necessidades básicas, incrementam a equidade



econômica e social e constroem a base da auto-suficiência comunitária. Por outro lado, os imperativos do desenvolvimento ecológico se estabelecem pela ordem natural das coisas. Dentro desse contexto, os seres humanos podem apoiar o desenvolvimento ecológico limitando o consumo dos recursos naturais a uma taxa que permita à natureza regenerar esses recursos e reduzindo a produção de dejetos a níveis assimiláveis por processos naturais.

### **O Desafio do Desenvolvimento Sustentável**

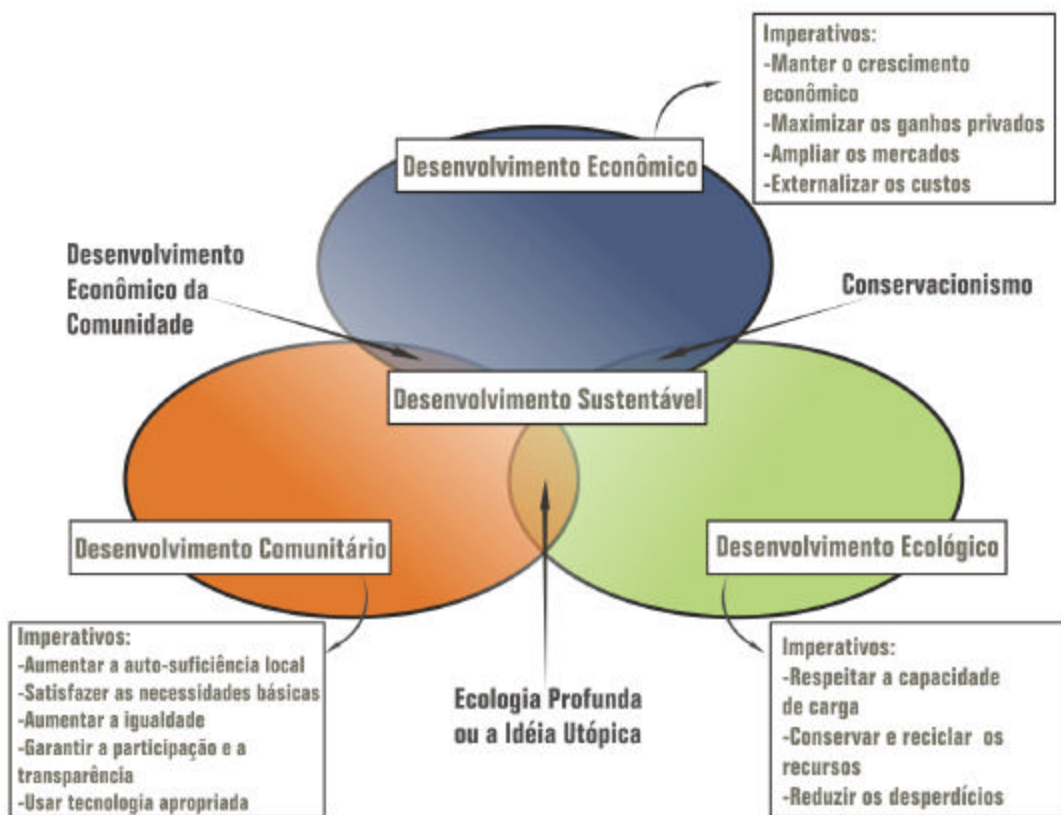


Figura: 2.1: O desafio do Desenvolvimento Sustentável  
Fonte: Adaptado de PNUMA, 1996

Com muita freqüência, os imperativos desses processos de desenvolvimento entram em conflito, e de fato, abundam os efeitos de

tais conflitos. Por exemplo, a externalização de custos que permite manter os níveis de lucro privado pode entrar em conflito com o imperativo ecológico de valorar os recursos naturais. A expansão global dos mercados e a integração de economias nacionais através de programas de ajuste estrutural, assim como os tratados de livre comércio, podem debilitar os imperativos de desenvolvimento comunitário que são a auto-suficiência e as necessidades humanas básicas.

Dentro do contexto apresentado, o desenvolvimento sustentável constitui-se num processo que busca encontrar não um ponto de chegada, mas um espaço de possibilidades entre esses três processos de desenvolvimento. Para tanto, a implantação de uma estratégia para o desenvolvimento sustentável implica em reconhecer e aprender a lidar com os paradoxos existentes no processo de desenvolvimento de uma sociedade.

## **2.2.2 Pensamento sobre o Ciclo de Vida**

O pensamento sobre o ciclo de vida procura considerar os impactos ambientais ao longo da vida do produto (do berço ao túmulo) desde a extração de matérias-primas, passando pela produção, comercialização, utilização, até a disposição final. As categorias gerais de impactos ambientais a considerar incluem esgotamento de recursos, saúde humana e conseqüências ecológicas.

Com base no pensamento sobre o ciclo de vida, foi desenvolvida a ferramenta conhecida como Análise do Ciclo de Vida - ACV.



"A ACV é uma ferramenta sistemática de avaliação dos impactos ambientais associados com um produto ou serviço para construir um inventário de entradas e saídas, estabelecer uma avaliação quantitativa e qualitativa daquelas entradas e saídas e identificar os aspectos mais significantes dos sistemas relativos ao objeto de estudo".  
(Série ISO 14000 - 14040 - *Princípios Gerais e Prática*; 14041 - *Inventário*; 14042- *Análise de Impactos*; 14043 - *Interpretação*)

Conforme apresentado na figura 2.2, a ACV de um produto considera as etapas de extração de matérias-primas; produção; embalagem; distribuição; consumo; eliminação (valorização).

### Ciclo de Vida do Produto

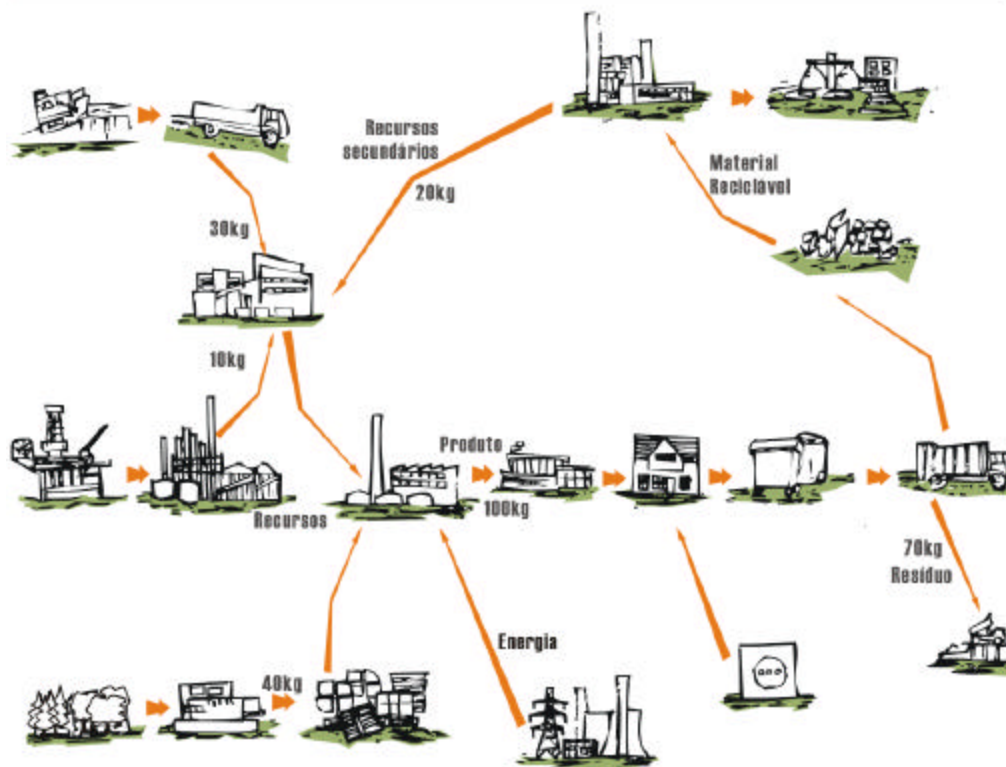


Figura 2.2. Ciclo de vida do produto

A ACV tem como objetivos:

- Otimizar a realização do produto (ou atividade);
- Comparar produtos (ou atividades) de funções similares;
- Identificar pontos fortes e fracos de uma dada opção;
- Distinguir um ou vários produtos (ou atividades) em função de seus balanços ecológicos e da função prestada (ex.: selo verde);
- Marketing (fins defensivos e ofensivos).

Com base nesta perspectiva, foi desenvolvido na Universidade de Tecnologia de Delft, "The design for environment strategy wheel" traduzida aqui como Ciclo de estratégias de design para o ambiente (van Hemel, 2001), apresentada na figura 2.3. A idéia deste ciclo é conscientizar as empresas das oportunidades de atuação frente às questões ambientais no nível de concepção do produto, componentes do produto, estrutura do produto e sistema do produto.

### **2.2.3 Ecoeficiência**

A ecoeficiência é um conceito de gestão através do qual se pode relacionar a competitividade com o desenvolvimento sustentável. Combina desempenho ambiental e econômico para criar e promover valores com menor impacto ambiental. Também pode ser entendida como a combinação de bens e serviços a preços competitivos que satisfazem as necessidades humanas e proporcionem qualidade de vida, enquanto progressivamente, reduz o impacto ambiental e a intensidade de uso dos recursos através do ciclo de vida, para um nível pelo menos em consonância com a capacidade de carga do planeta Terra.

Para o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável - CEBDS (1999), expresso no Relatório de Sustentabilidade Empresarial, a ecoeficiência é um componente necessário no caminho da sustentabilidade. Necessariamente, seus elementos devem ser inseridos no processo produtivo, quais sejam:

- Reduzir o consumo de materiais com bens e serviços;
- Reduzir o consumo de energia com bens e serviços;
- Reduzir a dispersão de substâncias tóxicas;
- Intensificar a reciclagem de materiais;
- Maximizar o uso sustentável de recursos renováveis;
- Prolongar a durabilidade dos produtos;
- Agregar valor aos bens e produtos.



Figura 2.3. Ciclo de Estratégias de design para o ambiente

Fonte: Adaptado de van Hamel, 2001

## 2.2.4 Eco-efetividade

As idéias apresentadas a seguir foram retiradas do artigo "The Next Industrial Revolution" escrito por McDonough e Braungart (2001).

Na opinião de McDonough e Braungart (2001), quando nós consideramos o conceito de soluções sustentáveis, nós somos imediatamente confrontados com a questão fundamental: Quais são os problemas – não somente os sintomas aparentes, mas as causas que estão profundamente escondidos? Para eles este problema está relacionado com a intenção humana, que permeava a Revolução Industrial. Considerava-se que os recursos eram inesgotáveis e a natureza era vista como algo a ser temido e civilizado. Procurava-se trabalhar buscando a eficiência.

Para eles, trabalhar buscando a eco-eficiência "fazer mais com menos", é continuar trabalhando com a mesma intenção dos primórdios da Revolução Industrial, que no final levará a indústria a acabar com tudo tranquilamente, persistentemente e completamente. Sugerem que ao invés de pensarmos em eco-eficiência, pensemos em termos de eco-efetividade.

"Produzir mais com menos", "minimizar o desperdício", "reduzir" e ditados parecidos avançam na noção de um mundo de limites. A eco-eficiência nos fala para restringir o crescimento de indústrias, para tentar limitar a criatividade e produtividade da humanidade. Mas a idéia que o mundo natural está sendo inevitavelmente destruído pelas indústrias humanas é uma simplificação. A natureza não é eficiente, mas sim efetiva.



Considere a cerejeira. Faz milhares de desabrochamentos para que uma outra árvore possa germinar, criar raízes e crescer. Quem notaria pilhas de flores de cerejeira sujando o chão na primavera e pensar, “Como é ineficiente e desperdiçadora?” A abundância da árvore é útil e segura. Depois de cair no chão, as flores voltam para o solo e tornam-se nutrientes para o ambiente ao seu redor. Cada partícula contribui de alguma forma para a saúde do ecossistema. “Resíduo igual alimento” – esse é o primeiro princípio da Próxima Revolução Industrial.

A cerejeira é somente um exemplo da indústria da natureza, a qual opera de acordo com os nutrientes e os metabolismos. Esse sistema cíclico é fortificado pelo sol e constantemente adapta-se às circunstâncias locais. Resíduo que permanece resíduo não existe.

A indústria humana, entretanto, é extremamente limitada. Segue uma linha de manufatura de mão única, linear, ‘do berço ao túmulo’ na qual as coisas são criadas e eventualmente descartadas, normalmente num incinerador. Diferente do resíduo do trabalho da natureza, o resíduo da indústria humana não é “alimento”. Na realidade, é geralmente um veneno; por isso, os dois sistemas conflitantes – uma pilha de flores de cerejeira e um monte de lixo tóxico num aterro.

Para a Próxima Revolução Industrial, imaginam não apenas procurar por soluções sustentáveis, mas para sustentar soluções. Ao invés de tornar a infraestrutura industrial existente ‘menos ruim’ essas soluções serão reformadoras e regeneradoras, oferecendo um engajamento mais saudável com o mundo natural e levando a uma abundância de segurança industrial e sistemas naturais para as futuras gerações.

Mas existe uma alternativa que permitirá a negócios e natureza serem produtivos. Essa alternativa é chamada de “eco-efetividade” (Fig. 2.4). O conceito de eco-efetividade leva a indústria humana a ser regenerativa ao invés de consumista. Envolve o design de coisas que celebram a interdependência com outros sistemas vivos. Da uma perspectiva do design-industrial, significa produtos que funcionam dentro do ciclo de vida berço-ao-berço (Fig. 2.5) ao invés de ciclos de vida do berço ao túmulo.

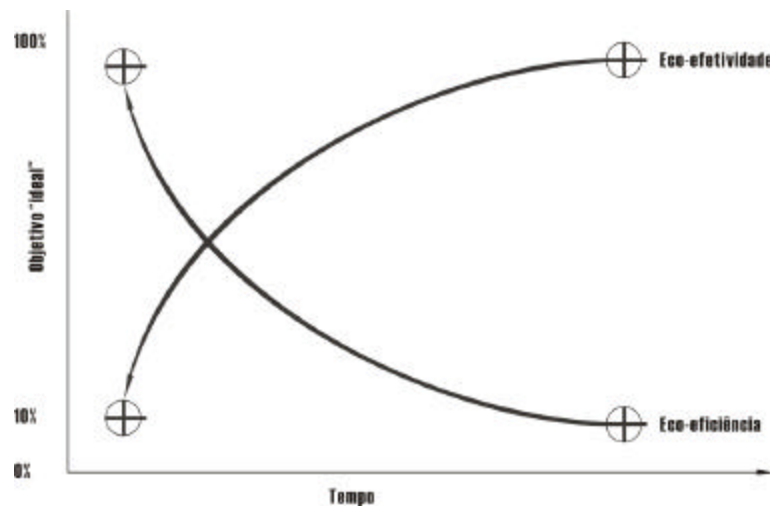


Figura 2.4: O modelo de negócios eco-efetivo  
Fonte: Adaptado de McDonough e Braungart, 2001

*“Eco-eficiência é uma estratégia que tenta ser melhor sendo menos ‘ruim’. Eco-efetividade é uma estratégia que começa imaginando*



## Design do Ciclo de Vida do berço -ao- berço

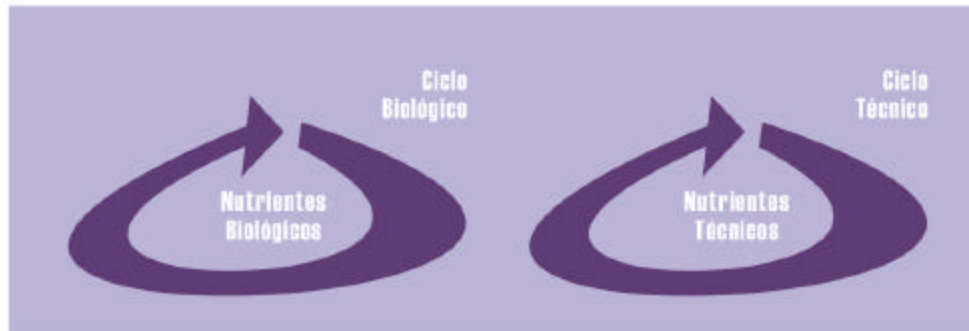


Figura 2.5. Ciclo de vida do design do berço-ao-berço  
Fonte: Adaptado de McDonough e Braungart, 2001

Para alcançar esta perspectiva sugerem três princípios:

*Princípio 1: desperdício é igual à comida*

Se as pessoas devem prosperar dentro do mundo natural, todos os produtos e materiais manufaturados pela indústria devem, depois de sua vida útil, oferecer nutrientes para algo novo. Uma vez que muito das coisas que as pessoas fazem não são naturais, não são 'alimentos' seguros para sistemas biológicos. Produtos compostos de materiais que não são biodegradáveis deveriam ser projetados como nutrientes técnicos que continuamente circulem dentro de ciclos industriais de loops fechados – o metabolismo técnico.

Se as coisas que as pessoas produzem devem estar canalizadas dentro de um dos metabolismos técnico ou biológico, então os produtos deveriam conter dois tipos de materiais: nutrientes biológicos e nutrientes técnicos.

Os nutrientes biológicos serão projetados para retornarem ao ciclo biológico – para serem literalmente consumidos por microorganismos e outras criaturas no solo.

Os nutrientes técnicos serão projetados para voltarem ao ciclo técnico. A reutilização de nutrientes técnicos em ciclos industriais de loop fechado é diferente da reciclagem tradicional, porque permite ao produto continuar com a sua qualidade: cascos de computadores de alta qualidade continuariam como cascos de computadores de alta qualidade, ao invés de serem rebaixados a barreiras a prova de som ou vasos de flores.

A vantagem desse sistema é: nenhuma inutilidade ou nenhum resíduo perigoso, como pode ainda estar em sistemas eco-eficientes, e materiais de bilhões de dólares são salvos e retidos pelo fabricante.

*Princípio 2: respeito à diversidade*

Este segundo princípio da Próxima Revolução Industrial é 'respeito a diversidade'. Os designs respeitarão, maximizarão e até enriquecerão a exclusividade material, cultural e regional de um lugar. Resíduos e emissões irão regenerar ao invés de reduzir e os designs serão flexíveis para permitir mudanças nas necessidades das pessoas e comunidades.

*Princípio 3: trabalhe com a metáfora da árvore e não do navio a vapor*

Sistemas humanos hoje estão baseados em fósseis e petroquímicos e em processos de incineração que geralmente têm efeitos colaterais. Hoje, mesmo o prédio mais avançado do mundo ainda é um tipo de navio a vapor, poluindo, contaminando e reduzindo o ambiente e baseado em pouca quantidade de luz natural e ar fresco. As pessoas

estão normalmente trabalhando no escuro e respirando ar não saudável. Imagine, ao invés disso, um prédio como um tipo de árvore. Iria purificar o ar, produzindo mais energia que consumindo, criando sombra e habitat, enriquecendo o solo e mudando a cada estação.

Outra questão chave apresentada pelos autores é a incorporação de intenções positivas por todo o espectro das preocupações humanas. Três categorias são úteis para articular essas preocupações: igualdade, economia e ecologia

Igualdade refere-se a justiça social. Um projeto deprecia ou enriquece as pessoas e as comunidades? Fábricas de sapatos levaram a culpa por exporem seus trabalhadores em fábricas em outros países com quantidades químicas que excedem os limites seguros. Eco-eficiência reduziria essas quantias para atender certos padrões; eco-efetividade não usaria químicos potencialmente perigosos em primeiro lugar. Que avanço seria para a humanidade se nenhum trabalhador de fábrica trabalhasse em condições perigosas e desumanas!

Economia refere-se a viabilidade de mercado. Um produto reflete as necessidades de seus produtores e consumidores com preços razoáveis? Designs seguros e inteligentes deveriam ser razoáveis e acessíveis a uma grande variedade de clientes e lucrativos à companhia que os produz, porque o comércio é a máquina da mudança.

Ecologia, é claro, refere-se a inteligência ambiental. Um material é um nutriente biológico ou tecnológico? Atende às necessidades da natureza: desperdiça alimento igualmente, a diversidade é respeitada e a taxa solar atual usada?

Para isso, sugerem um design do sistema industrial para o próximo século e além que:

- Não introduz material perigoso no ar, água e solo;
- Mede prosperidade por quanto capital natural podemos recuperar de formas produtivas;
- Mede a produtividade através de quantas pessoas estão significativamente empregadas;
- Mede o progresso através do número de prédios que não tenham efluentes perigosos;
- Não exige regulamentos com propósitos de nos impedir de nos matarmos muito rapidamente;
- Não produz nada que exija gerações futuras para manter a vigilância;
- Celebra a abundância de diversidade biológica ou cultural e taxa solar.

McDonough e Braungart (2001), concluem sugerindo para a Próxima Revolução Industrial, que imaginemos não apenas procurar por soluções sustentáveis, mas para sustentar soluções. Ao invés de tornar a infraestrutura industrial existente 'menos ruim' essas soluções serão reformadoras e regeneradoras, oferecendo um engajamento mais saudável com o mundo natural e levando a uma abundância de segurança industrial e sistemas naturais para as futuras gerações.

### **2.2.5 Emissão Zero**

A filosofia da Iniciativa para a Pesquisa em Emissão Zero (ZERI), também

denominada somente de Emissão Zero, iniciou sua trajetória na Universidade das Nações Unidas, em Tóquio, em 1995 (Pauli, 1996 e 1998).

O princípio geral desta filosofia é a eliminação do conceito de rejeito através do aproveitamento total da matéria-prima utilizada por uma indústria utilizando novos métodos de trabalho. A empresa deverá trabalhar visando "zero" resíduos sólidos, líquidos e gasosos, ou seja, a não existência de rejeitos.

Os rejeitos de uma empresa (suas saídas) são usados na produção de novos produtos pela própria empresa ou por outras indústrias. Os novos produtos devem ter valor agregado, ou seja, devem ser úteis e rentáveis.

Seguindo essa filosofia forma-se uma cadeia, na qual o que é resíduo para uma empresa é matéria-prima ou insumo para outra. Esta cadeia tem como vantagens:

- Geração de produtos econômicos diferentes;
- Geração de mais empregos;
- Geração de produtos com valor agregado;
- Geração de renda;
- Tornar o meio ambiente melhor.

É intenção formar complexos industriais sustentáveis, onde a proximidade das empresas facilita a transferência dos rejeitos. Exemplo: rejeito de cervejaria rico em fibras serve como substrato para o cultivo de cogumelos, ou a palha de arroz, resultante da colheita deste cereal

que pode ser utilizada para a fabricação de papel (uma vez que suas fibras são ricas em celulose).

## **Emissões Lineares vs. Emissões Zero**

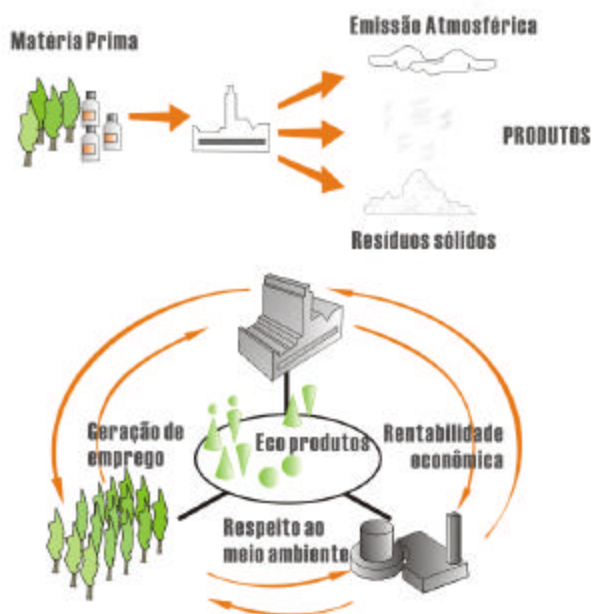


Figura 2.6. Emissões Lineares x Emissões Zero  
Fonte: Adaptado de Pauli, 1998

### **2.2.6 Indicadores de Sustentabilidade**

Como medir a sustentabilidade? Para Fiksel (2001), esse é um campo de estudos que está emergindo e que ele denomina de "sustainability performance measuring (SPM)" que traduzimos como indicadores de desempenho da sustentabilidade. Embora a sustentabilidade como prática de negócios está ainda em estágio embrionário, uma abordagem viável em direção a medição de sustentabilidade pode ser construída a partir de princípios gerais de



medidas de desempenho e das lições aprendidas pelas empresas durante a década de 90 no estabelecimento de sistemas de avaliação de desempenho ambiental.

Fiksel (2001) sugere quatro princípios fundamentais que podem ajudar as empresas a direcionarem-se para o desafio associado à medição da sustentabilidade:

- Direcionem-se à perspectiva dual de criação de valor e consumo de recursos;
- Incluam os aspectos econômicos, sociais e ambientais do produto;
- Considere de forma sistemática cada etapa do ciclo de vida do produto;
- Desenvolvam indicadores de desempenho do produto tanto com base na experiência passada como prevendo o futuro.

### **2.3 As organizações e a Sustentabilidade**

O entendimento das motivações organizacionais para o 'tornar-se verde' ou 'ambientalmente correta' é importante, pois molda como a organização desenvolve suas atividades específicas na área ambiental. Por exemplo, organizações que desenvolvem iniciativas na área ambiental simplesmente para concordar com as regulamentações podem escolher empreender mudanças menores em seus processos de produção, que as prevenirão de serem processadas judicialmente. Em contraste, as organizações que escolheram como alvo nichos de segmentos de mercado 'verde', podem ser solicitadas a modificar

significativamente suas atividades ambientais através de uma gama de áreas funcionais.

Embora muitas organizações vejam os requisitos para 'tornar-se verde' por parte do governo como uma restrição, organizações que pensam mais à frente vêem isto como uma oportunidade para manter uma vantagem competitiva sustentável (Porter e van der Linde, 1995).

Menon e Menon (1997) sugeriram que o 'tornar-se verde' ou o 'esverdeamento' das atividades de marketing podem ocorrer em três níveis dentro das organizações. Ele pode ser:

- Estratégico
- Quase-estratégico
- Tático

O tornar-se verde estratégico requer uma mudança substancial e fundamental na filosofia da organização. Por exemplo, a firma Australiana CarLovers projetou seu processo inteiro de lavagem de carros sobre um sistema de ciclo fechado no qual a água é reciclada. Dessa forma, as questões ambientais são uma parte central de sua prática e filosofia de negócio.

O tornar-se verde quase-estratégico requer uma mudança substancial na prática. Por exemplo, alguns hotéis promovem o fato de que eles tentam minimizar seu impacto ambiental. Numa tentativa de reduzir o consumo de água associado com a lavagem de roupa de cama e banho, esses hotéis perguntam aos hóspedes para indicar

quando eles querem suas toalhas lavadas, deixando-as no chão ou na banheira.

O tornar-se verde tático é exemplificado por mudanças nas atividades funcionais, tais como promoções. Por exemplo, em tempos de seca, as autoridades encorajam os consumidores a se comportarem de um modo mais responsável. Nesse caso, existe pouca ou nenhuma mudança nas atividades organizacionais além de uma relocação em curto prazo de recursos promocionais.

Esses três níveis podem ser usados para identificar o quanto de mudança é requerido por uma organização e pode refletir o grau de 'compromisso' com vários objetivos ambientais.

Polonsky (2000) considera que em alguns casos as organizações desenvolvem iniciativas verdes em reação aos consumidores que buscam produtos e serviços mais 'verdes' e novos. A adoção de uma abordagem dirigida pela demanda supõe que o consumidor está sempre certo (i.e. os consumidores sabem quais melhorias ambientais são mais apropriadas), o que pode não ser o caso. O 'tornar-se verde' orientado pelo consumidor ou pelo mercado pode tomar um número de formas diferentes, como quando as organizações produzem produtos novos, ambientalmente menos prejudiciais, ao lado de seus produtos 'tradicionais'; em outros casos as organizações poderiam modificar produtos para tratar de preocupações específicas de consumidores.

Continuando, relata o caso do McDonalds que substituiu sua embalagem de poliestireno por papel encerado como uma resposta direta a uma preocupação dos consumidores acerca dos clorofluorcarbonetos (CFCs) produzidos na produção de poliestireno

(Gifford, 1991, in Polonski, 2001). Infelizmente, não está claro se o papel encerado é de fato menos prejudicial ambientalmente do que a nova geração de poliestireno livre de CFC. Isto salienta o fato de que responder às necessidades dos consumidores pode não resultar na melhor solução ambiental). Portanto, a análise do impacto ambiental de um produto ou processo é uma questão complexa e pode requerer uma avaliação detalhada do ciclo de vida (ACV) para identificar o curso de ação mais responsável ambientalmente. Isto pode resultar, por parte das organizações, na seleção de alternativas que na superfície (i.e. para os consumidores) não parecem ser as menos prejudiciais do ponto de vista ambiental.

## **2.4 Considerações finais**

Como podemos observar, existem muitos caminhos para as organizações olharem e atuarem nas questões ambientais.

Mas que caminho seguir?

A proposta deste trabalho é olharmos para a ciência da complexidade e ver que conceitos ela pode nos fornecer para ampliar nossa compreensão sobre a organização e desta forma como a organização pode se apropriar dos conceitos ligados a sustentabilidade, já existentes e, por que não, criar novos conceitos?

## **3 COMPLEXIDADE**

### **3.1 Teoria da Complexidade**

A primeira etapa ao se iniciar o estudo da teoria da complexidade é enfrentar o desafio cognitivo de elaborar e encontrar operadores, instrumentos do conhecimento, que permitam abordar a complexidade, as organizações e o meio ambiente.

Todos os conceitos que empregamos para descrever o meio ambiente são limitados. Não são dados da realidade, como queremos crer, mas criações da mente, partes do mapa e não do território.

Um dos primeiros operadores a se trabalhar é a noção de sistema. Um sistema é qualquer porção ou todo arbitrário de um processo escolhido para análise, ou um conjunto de dois ou mais elementos que estão inter-relacionados (Nóbrega, 1999).

Os sistemas complexos são sistemas com múltiplos componentes em interação, cujo comportamento não pode ser inferido a partir do comportamento das partes.

A figura 3.1 apresenta as características dos sistemas complexos: que envolvem muitos componentes, apresentam uma dinâmica de interação entre eles, dando origem a um número de níveis ou escalas



que exibem comportamentos comuns, apresentando processos de emergência e auto-organização.

### Características dos Sistemas Adaptativos Complexos

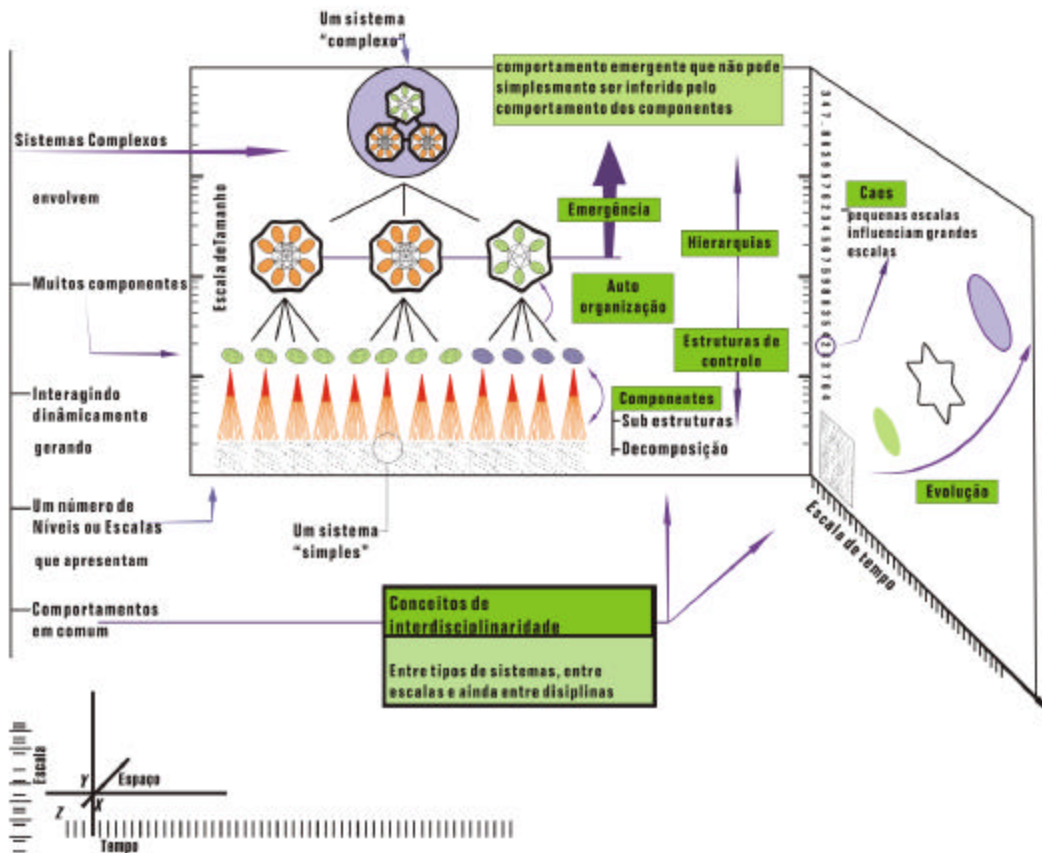


Figura 3.1: Características dos Sistemas Complexos  
Fonte: Adaptado de <http://www.necsi.org/> acessado em 11/07/2000

De acordo com Stacey (1996), a teoria da complexidade estuda as propriedades fundamentais das redes de feedback não lineares e particularmente as redes adaptativas complexas.

De acordo com Axelrod (1997), a teoria da complexidade envolve o estudo de muitos elementos e suas interações. Os elementos podem ser átomos, peixes, pessoas, organizações ou nações. Suas interações

podem consistir de atração, combate, acasalamento, comunicação, comércio, parceria ou rivalidade.

Na opinião de Axelrod & Cohen (2000), "complexidade" não denota simplesmente "muitas partes em movimento". Ao contrário, complexidade indica que o sistema consiste de partes as quais interagem de forma que influenciam fortemente as probabilidades de eventos posteriores. Complexidade normalmente resulta em características, chamadas **propriedades emergentes**, que são propriedades do sistema que as partes separadas não têm. Por exemplo, nenhum neurônio tem consciência, mas o cérebro humano tem consciência como uma propriedade emergente. Da mesma forma, um preço uniforme pode emergir num mercado eficiente de muitos compradores e vendedores.

Para Bar-Yam (1997), uma questão primária que podemos levantar no estudo dos sistemas complexos é como a complexidade do todo está relacionada com a complexidade das partes, afirmando ser uma questão importante para o entendimento dos sistemas complexos.

A partir dos exemplos citados por Axelrod (1997), fica evidente que as partes de um sistema complexo são, elas mesmas, freqüentemente complexas. Isto é razoável, porque quando as partes de um sistema são complexas, isto parece intuitivamente que o agrupamento delas também seria complexo. Contudo esta não é a única possibilidade.

Segundo Bar-Yam (1997), é possível descrever um sistema composto por partes simples em que o comportamento coletivo é complexo. Esta é uma possibilidade importante, chamada de *complexidade emergente*. Qualquer sistema complexo formado por átomos é um exemplo. A idéia de complexidade emergente é que o

comportamento de muitas partes simples interage de uma forma que o comportamento do todo é complexo. Elementos são aquelas partes dos sistemas complexos que podem ser consideradas simples quando descrevem o comportamento do todo.

Continuando, Bar-Yam (1997) questiona, nós podemos descrever um sistema composto por partes complexas onde o comportamento coletivo é simples? E responde que isto também é possível, e é chamada de *simplicidade emergente*. Um exemplo é um planeta orbitando ao redor de uma estrela. O comportamento de um planeta é bastante simples, mesmo se o planeta for a Terra com muitos sistemas complexos nele. Este exemplo ilustra a possibilidade que um sistema agrupado tenha um comportamento numa escala diferente das suas partes. Numa escala menor o sistema pode se comportar de uma maneira complexa, mas numa escala maior todos os detalhes complexos podem não ser relevantes.

O estudo dos sistemas complexos atinge várias escalas, das partículas até o universo. Dentre os sistemas complexos que conhecemos os mais familiares são os sistemas biológicos e os sistemas sociais – incluindo macromoléculas biológicas, organismos biológicos, ecossistemas e estruturas humanas sociais e econômicas.

### **3.2 Pesquisa sobre complexidade**

Segundo Axelrod e Cohen (2000), neste momento, há pouca convergência entre os teóricos que começaram a estudar sistemas complexos como uma classe. Não é um campo no qual uma teoria difícil e unificada já tenha sido desenvolvida, nem é esperada nos



próximos anos. No entanto, são solidários com a proposta de Murray GellMann (1995), a qual captura o sentido de que um sistema deveria ser chamado de complexo quando é difícil de prever, não por que é aleatório, mas sim porque as regularidades que possui não podem ser descritas rapidamente. Isso distingue a complexidade de aleatoriedade.

As muitas definições refletem a recente história da pesquisa sobre a complexidade, a qual envolve uma notável diversidade de domínios. Cada área tem características especializadas que distinguem –as umas das outras num certo grau. Ao mesmo tempo, existem temas recorrentes sobre agentes, estratégias, interações e cópias que ligam esses diversos campos.

De acordo com Axelrod e Cohen (2000; p: 16-17),

“Os campos dentro da pesquisa que desenvolvem trabalhos na área da complexidade incluem:

- Materiais físicos condensados, com a sua preocupação com interações não lineares entre os spins de muitas partículas e a retenção de padrões que reduzem “frustração” entre os elementos de um sistema. (Essa é a classe de problemas que deram o Nobel a Murray Gell-Mann e Philip Anderson para ajudar a fundar o Santa Fé Institute, o qual tornou-se o centro líder em estudos de complexidade em todas as suas manifestações.)
- Biologia evolucionária, com a sua preocupação em populações com “ pools de genes” de estratégias que se desenvolvem através de reprodução seletiva com a variação.
- Computação evolucionária, o ramo da ciência da computação que é inspirado pela biologia evolucionária para desenvolver técnicas que podem descobrir boas estratégias para problemas

difíceis por meio de população que reproduz com variação e seleção (Holland, 1992).

- Modelo de ciência social de populações heterogêneas de pessoas que interagem umas com as outras e mantêm ou mudam suas estratégias dependendo de quão bem estão indo (Schelling, 1978, principalmente pp. 147-57).
- Automata celular, populações de elementos computacionais muito simples, localmente conectados, incluindo o extremamente inteligente exemplo inventado por John Horton Conway, o "Jogo da Vida" (Gardner, 1970; Poundstone, 1985).
- Vida artificial, o estudo de muitos sistemas diferentes, geralmente implementado com agentes simulados por computadores, que exibem propriedades parecidas com vida tais como auto-reprodução (Langton, 1988).
- Teorias matemáticas para formalizar a medida da complexidade de um sistema (Lloyd, 1990; Gell-Mann, 1995)."

Outro campo de pesquisa não citado por Axelrod & Cohen (2000), mas que faz parte dos estudos desenvolvidos por eles é Sistemas Adaptativos (Adaptative Systems): que investiga a adaptação, sistemas neurais, aprendizagem e consciência.

As aplicações dos estudos dos sistemas complexos incluem:

- Desenvolvimento de drogas através da aplicação de evolução molecular;
- Desenvolvimento de softwares agentes e software de sistemas auto-organizados;
- Previsão e análise de séries temporárias;
- Desenvolvimento de base de dados distribuídos e sistemas de gerenciamento de informações;

- Projeto de estruturas corporativas para rede de organizações.

Um sistema particularmente importante para o campo dos sistemas complexos é a civilização humana, a história das estruturas sociais e econômicas e da emergência de uma civilização globalmente interconectada. Uma das atuais aplicações dos princípios dos sistemas complexos é permitir desenvolver um entendimento do curso do passado e do futuro das civilizações.

O surgimento de disciplinas no campo dos sistemas complexos deve-se ao fato da crescente especialização na ciência e na engenharia. Isto provê muitas oportunidades para sinergias e o reconhecimento de princípios gerais que podem formar a base para a educação e o entendimento em muitos campos.

Para Edgar Morin (1997), o pensamento complexo tenta religar o que o pensamento disciplinar e compartimentado separou e isolou. Ele religa não apenas domínios separados do conhecimento, como também – dialogicamente – conceitos antagônicos como ordem e desordem, certeza e incerteza, a lógica e a transgressão da lógica. É um pensamento da solidariedade entre tudo o que constitui nossa realidade; que tenta dar em conta do que significa originariamente o termo *complexus*: “o que tece em conjunto”, e responde ao apelo do verbo latino *complexere*: “abraçar”. O pensamento complexo é um pensamento que pratica o abraço. Ele se prolonga na ética da solidariedade.

### **3.3 Sistemas Adaptativos Complexos**

Introduzindo o conceito de *Sistema Adaptativo Complexo* (SAC), Holland (1995) afirma que os ecossistemas têm muitas características e enigmas semelhantes aos apresentados por um sistema imunológico ou por um sistema nervoso central. Ambos exibem uma grande diversidade.

Todo SAC é único. Cada qual emerge a partir de uma história específica e interage com um ambiente que, enquanto possa parecer similar, nunca é exatamente o mesmo para outro sistema. Um SAC produz resultados que são diferentes e mais eficazes que aqueles que podem ser produzidos pelas partes do sistema trabalhando independentemente.

Os sistemas adaptativos complexos são, sem exceção, formados por um grande número de elementos ativos que a partir dos elementos citados (ecossistemas, sistema nervoso, etc.), são diversificados na forma e nas capacidades (Holland, 1995).



## Sistema Adaptativo Complexo

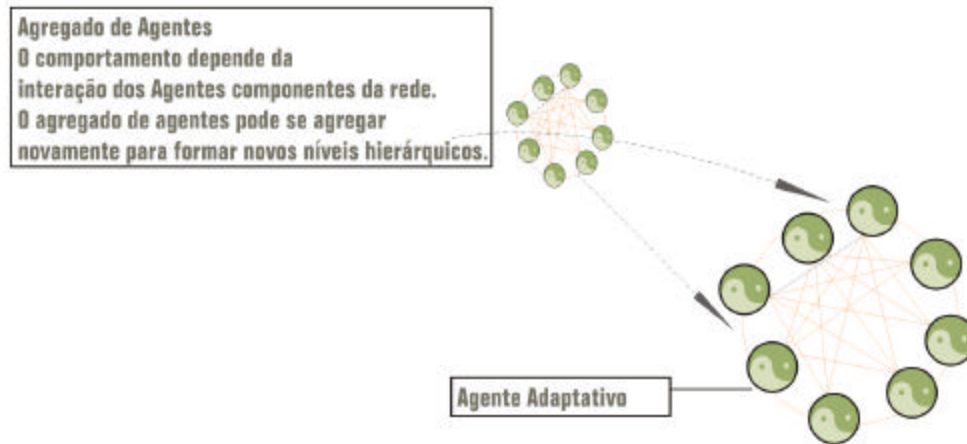


Figura 3.2: Sistema Adaptativo Complexo  
Fonte: Adaptado de Holland, 1995

Para Holland (1995), uma visão importante dos SAC é que eles são sistemas de agentes que interagem e que podem ser descritos por regras. Esses agentes adaptam-se mudando suas regras a partir de experiências acumuladas. Nos SAC, a maior parte do ambiente de um agente adaptativo é constituída por outros agentes adaptativos. Assim, uma grande parcela de esforço de um agente é gasta para adaptar-se aos outros agentes. Esta característica é a maior fonte dos padrões temporais complexos que os SAC geram. Para entender SAC nós devemos compreender esses padrões de constante mudança.

Um outro modelo de um SAC é mostrado na Figura 3.3. Informação, energia e materiais são percebidos por detectores existentes dentro do SAC, sensores abertos para o mundo exterior. A partir daí, realiza processos internos com base no seu sistema de regras, e através de seus atuadores, vai atuar em seu meio ambiente. Um circuito de feedback faz com que as conseqüências de suas ações sejam utilizadas para uma

continua adaptação do SAC a mudanças ocorrendo dentro e fora do sistema.

### Modelo de Sistemas Complexos Adaptivos

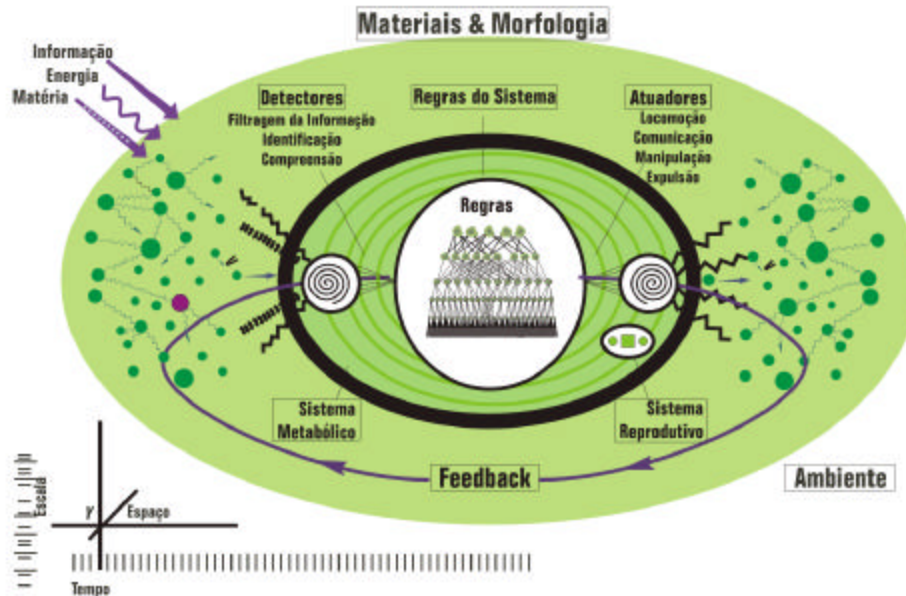


Figura 3.3: Modelo de Sistemas Adaptivos Complexos  
Fonte: Adaptado de <http://www.necsi.org/> acessado em 11/07/2000

A realização mais importante de tais sistemas consiste na capacidade de aprender pelo seu operar. Podemos ter uma aprendizagem em 'loop simples', quando o que observamos é o abandono de esquemas que fracassam por outros pré-existentes, ou uma aprendizagem em 'loop duplo' quando novos esquemas são construídos pela combinação de esquemas existentes.

A partir dessas idéias Stacey (1996), Kelly e Allison (1998) e Axelrod & Cohen (2000), dentre outros, propuseram que uma organização pode ser modelada como sendo formada por um conjunto de agentes que

percebem seu meio ambiente, fazem escolhas e atuam, examinando as conseqüências de suas ações.

### **3.4 Organizações como Sistemas Complexos**

O espaço de possibilidades de uma organização é limitado pela linguagem de interpretação disponível para ela e seus membros – por que é dentro desta linguagem que sua realidade será construída.

No artigo, intitulado “Where do new organizational forms come from? Management logics as a source of co-evolution” Dijksterhuis, et al. (1999), os autores argumentam que um melhor entendimento da variação contextual em relação às novas formas organizacionais depende de um maior aprofundamento sobre as bases conceituais das lógicas administrativas. A definição de lógica administrativa é extraída de Barley&Kunda (1992), como sendo “*uma série de pressuposições sobre a natureza das organizações*”.

Essas lógicas difundiram princípios que foram dominantes em um determinado período de tempo. Um aspecto interessante refere-se aos quatro estágios que promovem desenvolvimento das lógicas administrativas. São eles: 1) as técnicas administrativas se afastam significativamente do estado da arte dos teóricos e praticantes que foram seus criadores; 2) grupos (de moda) da administração selecionam certas técnicas administrativas que parecem prometer soluções para os problemas existentes; 3) inicia-se um processo de colocação da moda a partir dos princípios recém introduzidos. Os seus seguidores têm que ser convencidos do seu caráter racional e

progressivo. Só então eles adotarão os novos princípios; 4) a difusão dos princípios leva os gerentes a se familiarizarem com os mesmos.

Outros aspectos importantes que têm sido atribuídos à emergência de novas lógicas administrativas, segundo os autores acima, estão relacionados às forças sócio-psicológicas e técnico-econômicas que promovem amplas mudanças no clima intelectual da ciência. Os fatores sócio-psicológicos (econômicos, políticos, organizacionais), por exemplo, abrem um 'gap' entre o estado atual das organizações e a performance desejada. Esse 'gap' de performance abre espaço para a institucionalização de uma moda administrativa na tentativa de minimizá-los. Como afirmaram os autores, "*torna-se importante compreender que cada uma das lógicas administrativas que emergiu no século XX pode ser encontrada no pensamento atual sobre as organizações*".

A lógica da administração clássica contempla as proposições normativas da teoria clássica. Os autores argumentam que as idéias da administração científica, da teoria clássica, da teoria econômica e da teoria da burocracia fornecem a teoria e as regras para a prática da lógica da administração clássica. Algumas idéias dessa lógica podem ser encontradas na vida das organizações nos dias de hoje, sobretudo as que estão relacionadas com o comando e o controle (programas de qualidade), o uso de mecanismos lineares de causa e efeito na organização de processos e a ênfase no curto prazo. Isso ocorre em função da necessidade das organizações operarem com um sistema racional e eficiente, que é considerado um critério econômico importante para a maximização do uso dos recursos.

A lógica da administração moderna surge a partir do desenvolvimento de vários estudos organizacionais envolvendo os



seguintes aspectos: relações entre os participantes organizacionais (Mayo); racionalidade limitada (Simon); abordagem sócio-técnica (Trist); modelos de organizações desejáveis focalizando a satisfação das necessidades humanas (Argyris); e o surgimento da teoria contingencial, tendo como precursora Joan Woodward, que demonstrou que as estruturas organizacionais dependem das diferenças na tecnologia que elas empregam.

A partir desses estudos, surgiu uma nova lógica administrativa, cujos aspectos principais são os seguintes: uma organização possui propriedades tanto de um sistema natural quanto de um sistema racional, mas nenhuma delas é totalmente correta e não fornece uma adequada compreensão da organização; uma organização é um sistema aberto e incerto; uma organização está sujeita a critérios de racionalidade.

Nessa lógica, as organizações possuem várias metas; são concebidas como um organismo que se esforça para sobreviver se adaptando ao ambiente, através da previsão das mudanças e conseqüentemente age de maneira racional dentro de uma perspectiva organizacional. Segundo os autores, *"o conceito de racionalidade deriva da maneira como as pessoas e o trabalho se ajustam mutuamente em um desenho fixo"*. Nesse sentido, percebe-se que a ênfase recai no controle através dos arranjos estruturais em função das demandas ambientais e a racionalidade é um instrumento de controle para canalizar o comportamento em direção ao alcance das metas.

A lógica da Administração pós-industrial encoraja as pessoas a refletirem sobre o seu comportamento para ajustar suas ações. Nesse caso, a "racionalidade substantiva" entra em cena para mostrar aos participantes da organização que eles devem ser capazes de perceber

ou experienciar a realidade como um todo coerente e significativo, dando sentido as decisões e ações dentro das organizações. Para os autores, empresas que se baseiam na racionalidade substantiva possuem uma habilidade inerente para se auto-reconhecer e se auto-renovar. Para elucidar o conceito de racionalidade substantiva os autores usam o que Morgan (1996) denomina de metáfora do cérebro, considerado um sistema auto-organizado, capaz de responder rapidamente a uma ampla série de estímulos externos. Os autores justificam a necessidade da lógica da administração pós-industrial em função de que as outras lógicas atuam de forma racional dentro de uma estrutura pré-estabelecida. As lógicas descritas anteriormente são bastante eficazes no desenvolvimento de atividades em ambientes estáveis ou em circunstâncias em que a mudança é previsível. Se essas condições forem violadas, as organizações começam a passar por problemas. A partir desses argumentos, os autores demonstram que a organização deve ter a capacidade de agir de acordo com a racionalidade substantiva. Para essa lógica, o importante não é se a empresa opera em um ambiente fechado ou aberto, mas sim com o desenvolvimento da capacidade de manter a sua existência, operando abertamente e de uma maneira particular no ambiente em que está inserida.

É dentro da lógica Administração pós-industrial, trazida por Dijksterhuis, et al. (1999), que percebemos a potencialidade de se trabalhar com os conceitos trazidos pela teoria da complexidade, em especial, os sistemas adaptativos complexos.

Toda organização humana é uma rede de pessoas, ou seja, agentes individuais que interagem uns com outros e com agentes de outras organizações que constituem seu ambiente (Charan, 1991; Mueller,



1986; Nohria e Eccles, 1992 in Stacey, 1996). Todas as organizações tentam sobreviver e para fazer isso elas têm que fazer uma história; ou seja, elas têm que desenvolver uma tarefa singular a fim de que outras organizações e pessoas interajam com elas. É isto que determina seus propósitos, suas pretensões e suas tarefas básicas. A figura 3.4 é um mapa de rede de duas organizações que representam as interações circulares entre agentes de cada organização e a comunicação entre outras organizações.

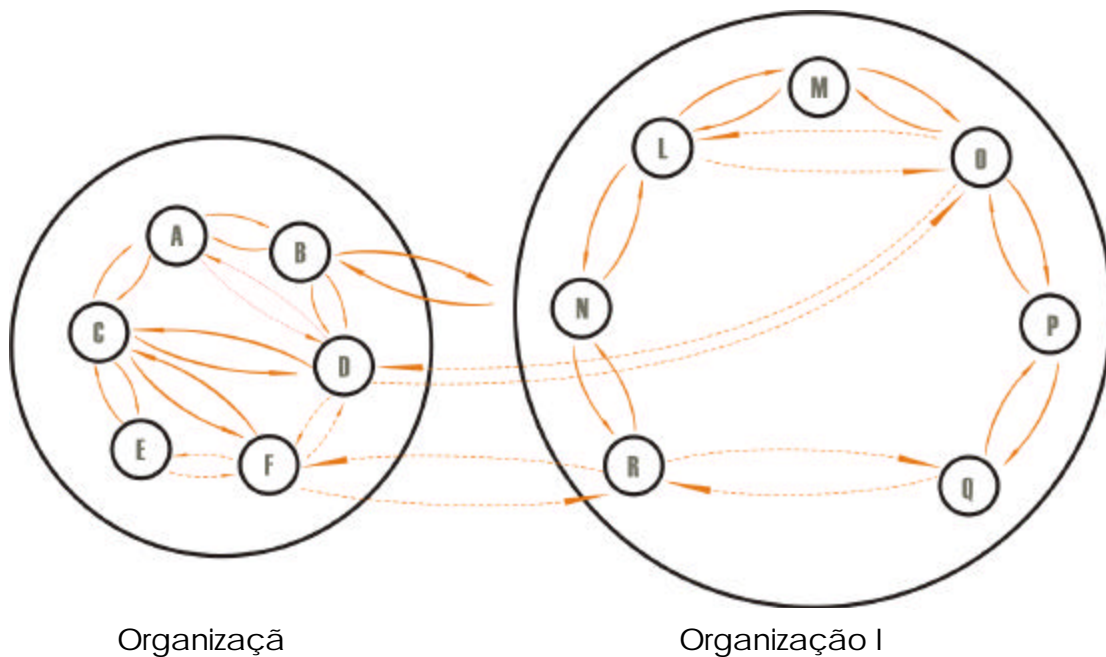


Figura 3.4: Redes Humanas  
Fonte: Adaptado de Stacey, 1996.

Dois tipos de interações, ou ligações, entre agentes podem ser identificadas: a rede legitimada e a rede sombra. A primeira categoria de ligações são, ambas, (1) formal e intencionalmente estabelecidas pelos membros de maior poder dentro da organização ou (2) estabelecidas por um senso comum, princípios implícitos que são largamente aceitos pelos membros da organização – isto é, a cultura

compartilhada ou a ideologia aceita. A segunda categoria de ligações é completamente diferente. Essas ligações são espontâneas e informalmente estabelecidas pelos indivíduos agentes, entre eles, durante o curso das interações no sistema legítimo. O resultado é uma outra rede, um tipo de sombra do sistema legítimo. Dentro dessa metáfora, ambas as redes são guiadas por feedback não linear que envolvem comportamentos adaptativos, que são, exatamente, o tipo de sistemas que a ciência da complexidade trata

Para Kelly & Allison (1998) as organizações que trabalham com *Vantagem Complexiva* compreendem a natureza dos sistemas abertos e limites de instabilidade. Fazendo isso, elas podem construir capacidades que tem emergido através de bilhões de anos de experiência chamada *evolução* (ou mais precisamente, *co-evolução*, posto que vários sistemas abertos evoluem interativamente).

Para trabalhar a complexidade nas organizações Stacey (1996; p: 116) inicia com a pergunta: “Como podemos dar sentido a nossa experiência de vida nas organizações?” e sugere a seguinte estrutura de referência:

“Nós precisamos desenvolver uma estrutura de referência para dar sentido à nossa experiência de vida nas organizações.

1a. As organizações são redes que consistem de um grande número de agentes – pessoas – que interagem uns com os outros de acordo com um conjunto de regras de comportamento que nós chamamos de esquema. A parte dominante deste esquema é orientada para as atuais estratégias de sobrevivência, as tarefas principais realizadas pelo sistema legitimado de uma organização. Mas existe também uma parte recessiva que é dirigida para um

comportamento destrutivo e de brincadeiras em um sistema sombra que pode ou não suportar o sistema legitimado. Os esquemas mudam nas organizações, isto é, organizações são sistemas que aprendem de forma complexa. Nós podemos descrever grupos, mentes e mesmo cérebros de uma forma similar.

1b. A ciência da complexidade explora a natureza das redes determinísticas e adaptativas, as últimas, sistemas complexos adaptativos são redes formadas por um grande número de agentes que interagem com um grande número de agentes de acordo com esquemas que contém partes tanto dominantes como recessivas, a descoberta chave que os cientistas que trabalham com sistemas complexos realizaram acerca de sistemas complexos adaptativos é que eles são criativos somente quando operam naquilo que pode ser chamado de Espaço para Novidade. Esse espaço para novidade é uma transição de fase no limite do caos, isto é, no limite do ponto de desintegração do sistema. O estado é paradoxal, isto é, ao mesmo tempo ele é estável e instável, dirigido por uma dinâmica contraditória tanto de competição como cooperação, tanto no sentido de ampliação como de diminuição, ao mesmo tempo exposto à uma tensão criativa e à uma resistência a esta tensão. Tais sistemas evoluem dialeticamente para resultados radicais e imprevisíveis. O processo de co-evolução é aquele de auto-organização, uma criativa desconstrução e reconstrução pela qual um esquema recessivo mina um esquema dominante para produzir saídas emergentes. Estes são sistemas que aprendem de forma complexa e que são ambíguos por natureza.

1c. Por quase meio século a psicanálise tem compreendido de uma forma clara que as mentes individuais são criativas: a) quando elas ocupam uma posição depressiva, isto é quando elas conseguem manter paradoxos na mente e b) quando elas podem usar objetos transicionais. Estes estados mentais são estados intermediários entre um estado neurótico e a loucura. Também já é sabido a um longo tempo, que grupos de pessoas, tanto pequenas como grandes, podem realizar trabalho criativo somente quando ocupam um estado psicótico entre um comportamento altamente defensivo e psicótico, premissa básica de comportamento. Desde que organizações são coleções de grupos, esta posição se aplica à elas. Nós podemos mapear as propriedades dos sistemas adaptativos em geral em sistemas humanos. E é claro que a consciência, determinação e intenção humana não podem alterar essa dinâmica fundamental.

1d. Organizações são sistemas adaptativos complexos e elas também são criativas e inovativas quando ocupam um Espaço para Novidade na fronteira do caos ou desintegração. Esse é um estado em que as pessoas atuam em um sistema sombra da organização com conceitos e ações que ao fim acabam por minar o sistema legitimado no sentido que o transformam. Organizações transformam a si mesmas através da tensão entre o sistema legitimado e sua sombra, isto é, a essência da aprendizagem organizacional ou gerenciamento extraordinário. Tal aprendizagem em tempo real ou auto-reflexão, é um processo de auto-organização que produz saídas radicalmente imprevisíveis e emergentes. Opera em tensão com o processo intensional do sistema legitimado – gerenciamento ordinário

2. Nós acharemos que a nova estrutura de referência nos permitirá entender o que pode ser previsto e o que não pode, quando nós podemos concordar e quando não podemos.

3. Desde o momento em que descobrimos que muitas coisas são imprevisíveis, ficamos ansiosos e receosos de falhar.

4. A despeito disso, descobriremos que a nova estrutura ressoa com a nossa experiência e nos permite ver que podemos aceitar a falta de previsão do futuro e a falta de controle sem que isso conduza inevitavelmente à anarquia e portanto nos permitindo controlar a ansiedade em vez de nos defender contra ela e evitá-la. Descobrimos que isto é essencial para a criatividade e inovação.

5. Isto tem uma implicação radical para a pesquisa e para a prática gerencial.

6. A nova estrutura nos conduz a focar na auto-reflexão e na aprendizagem pela experiência em todos os níveis dos sistemas humanos e nos dá um grande insight sobre aquilo que nós realmente fazemos em organizações em vez daquilo que nós dizemos fazer, ou que nós supomos dever fazer.

7. Porque nós estamos aprendendo de maneira complexa, nós não precisamos mais depender de 'receitas salvadoras'.

E então saímos do ciclo vicioso."

Utilizamos a estrutura de referência como bibliografia básica da disciplina 'Organizações como sistemas complexos'. Recomendamos

esse referencial para se trabalhar as dinâmicas em grupo e em organizações, a partir dos sistemas sombra e legitimado.

No entanto, não conseguimos avançar muito na utilização dessa estrutura para trabalhar com a sustentabilidade nas organizações. Para isso, encontramos outro referencial desenvolvido por Axelrod & Cohen (2000), na qual a estrutura de referência desta tese se baseou.

A estrutura de referência proposta por Axelrod & Cohen (2000) é constituída de doze conceitos básicos:

- **Estratégia (strategy):** um padrão de ação condicional que indica o que fazer em quais circunstâncias;
- **Artefato (artifact):** um recurso material que tem uma localização definida e pode responder às ações dos agentes;
- **Agente (agent):** um conjunto de propriedades (especialmente localização) estratégias e capacidades para interagir com artefatos e outros agentes;
- **População (population):** um conjunto de agentes, ou em algumas situações, conjunto de estratégias;
- **Sistema (system):** um conjunto maior, incluindo uma ou mais populações de agentes e possivelmente também de artefatos.
- **Tipo (type):** todos os agentes (ou estratégias) numa população que tem algumas características em comum;
- **Variedade (variety):** a diversidade de tipos dentro de uma população ou sistema;
- **Padrão de interação:** as regularidades recorrentes do contato entre os tipos de agentes dentro do sistema;
- **Espaço (físico) (space (physical)):** a localização no espaço geográfico e no tempo de agentes e artefatos;



- **Espaço ( conceitual) (space (conceptual)):** a “localização” num conjunto de categorias estruturadas de forma que agentes “próximos” tenderão a interagir;
- **Seleção (selection):** processos que conduzem a um acréscimo ou decréscimo na frequência de vários tipos de agentes ou estratégias;
- **CrITÉrios de sucesso (success criterion) ou medida de desempenho (measure performance):** um “score/pontuação” usado por um agente ou designer para atribuir crédito na seleção de estratégias ou agentes com sucesso relativo (ou insucesso).

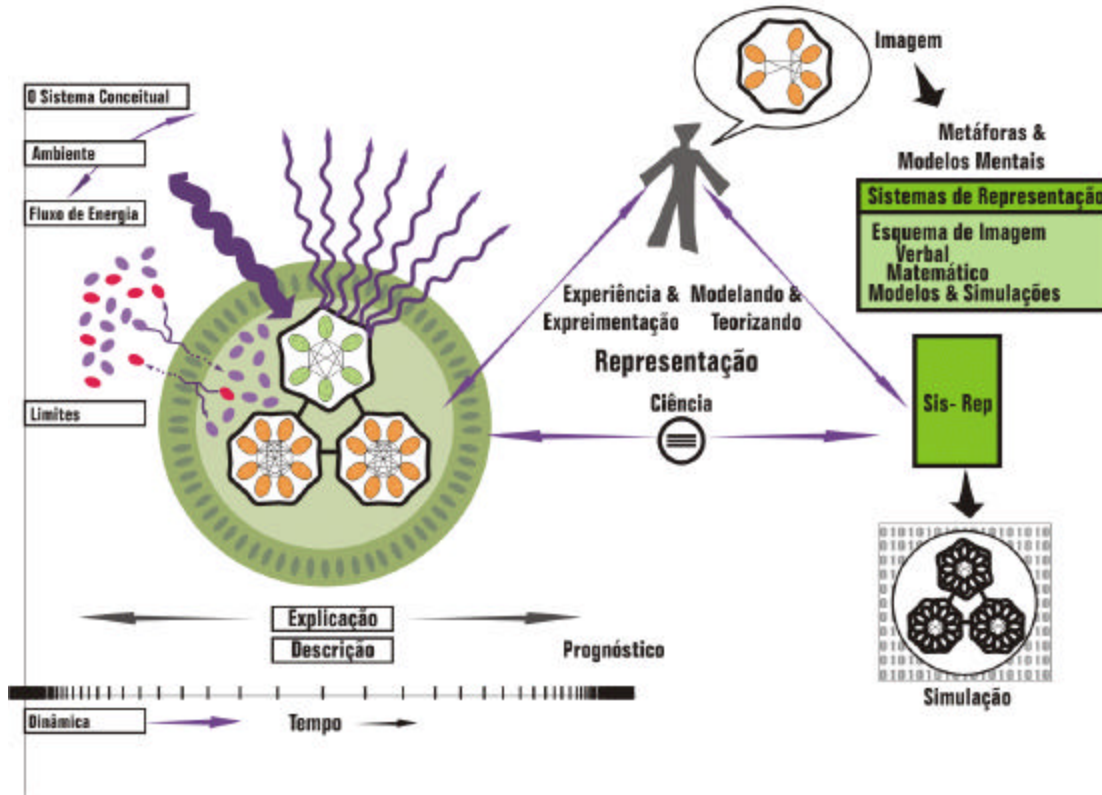
A estrutura proposta por Axelrod e Cohen (2000) aplica-se para qualquer outro sistema complexo, diferente da estrutura proposta por Stacey (1996) que é direcionada para as organizações.

### **3.5 Considerações Finais**

Toda Organização tem seus limites (boundaries) bem definidos. Essa membrana que separa as organizações de outras habitando o mesmo nicho ecológico estabelece a sua individualidade. Internamente cada organização constrói um Modelo Mental, uma Representação do seu mundo. Com base nessa representação, e não na situação em si, é que cada organização estabelece a forma pela qual vai operar. Desta forma, o mesmo fato real pode ser representado como ameaça ou oportunidade por diferentes organizações. A figura 3.5 apresenta um esquema de um sistema complexo e as possibilidades de interpretação.



**Sistemas.... e.....  
suas representações**



A  
Figura 3.5: Sistemas e suas Representações  
figur Fonte: Adaptado de <http://www.necsi.org/> acessado em 11/07/2000

a 3.6 apresenta um modelo simples de agentes interagindo dentro de uma organização que possui esquemas comuns, compartilhados por todos. Cada agente Descobre e Atua no Mundo nem sempre respeitando esses esquemas comuns. Ao mais das vezes cada agente perseguirá seus esquemas individuais. Esses esquemas individuais evoluem por aprendizagem, enquanto os esquemas da organização mudam e se ajustam em função das trocas que realiza com outras entidades similares presentes em seu meio ambiente.

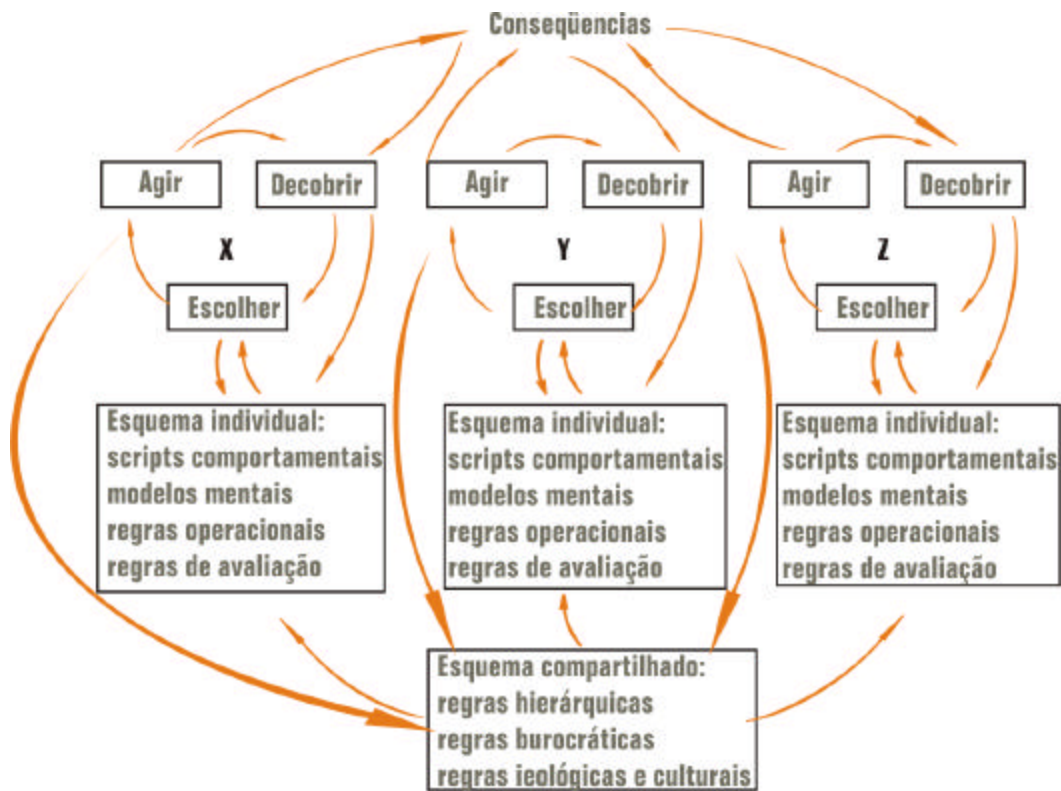


Figura 3.6: Uma rede organizacional constituída de três agentes  
Fonte: Adaptado de Stacey, 1996.

Desta forma temos uma co-evolução em que agentes interagem com outros agentes externos ou internos a uma organização enquanto esta, por sua vez interage com outras organizações, instituições e entidades existentes dentro da Ecologia Social da qual ela faz parte.

Entretanto, a interação entre agentes e sistemas ocorre de forma não-linear na qual o feedback sobre as conseqüências do comportamento é usado para construir modelos de mundo, dos quais regras de condutas ou esquemas são extraídos. Estes esquemas são, então, modificados à luz de um comportamento adicional a fim de produzir mais comportamento adaptativo. Nós estamos agora falando sobre sistemas de aprendizagem.

## 4. ATRATORES

### 4.1 Atratores de Sistemas Dinâmicos

Na dinâmica Newtoniana, pode-se prever o futuro com base no momento presente. Lavoisier (apud Fialho, 1999) dizia que se soubesse o estado atual de todas as variáveis envolvidas na dinâmica universal e as relações entre essas variáveis, seria possível prever todo o futuro.

O instante presente é um *Estado  $S_t$*  dentro do *Espaço de todos os estados possíveis*. Podemos representar, por um sistema de equações diferenciais ordinárias, as taxas de variação de uma variável em termos dos valores presentes de todas as variáveis que a afetam. Conhecer esse sistema de equações significa, em princípio, poder prever o futuro. Bar-Yam (1997) discorre sobre os mapas iterativos em que em vez de um continuum " $dt$ ", considera um espaço discretizado " $\delta t$ ".

Nessas construções não se leva em conta nenhuma memória do passado e nenhuma premonição do futuro. Tudo o que se tem é um evento presente, um imediato, que afeta o imediato seguinte.

O que temos é, simplesmente, uma transformação  $f$  em um espaço de eventos  $E$ . Se  $x$  é um ponto de  $E$ , isto é, um evento, o sistema dinâmico  $f$  o leva a outro evento, que indicamos por  $f(x)$ . Um ponto no espaço de eventos é definido por  $n$  variáveis, cada variável relevante formando uma dimensão no espaço de eventos possíveis. Um ponto do



sistema segue um caminho neste espaço de eventos  $f(f(f(\dots(x))))$ , ou  $f^n(x)$ , que chamamos de órbita de  $f$  que se inicia em  $x$ .

Geralmente, na prática, dada a imprecisão (ou mesmo impossibilidade se pensarmos quanticamente) de se definir um "ponto", o que temos é uma bola como a representada por  $O_1$  na figura 6.1. A cada uma das variáveis de estado  $x_i$ , se aplica a função  $f_i$ , o que move o objeto para a posição  $O_2$ . A sucessiva aplicação de  $f$  leva o objeto  $O$  a percorrer uma órbita no Espaço de Estados  $E$  (também chamado de Espaço de Fases). Essa órbita, como mostrado na figura 6.1, pode seguir alguma lei, ordem, perseguir algum tipo de homeostase ou ser caótica, gerando diferentes tipos de atratores.

### Dinâmica do Sistema: Estado e Espaço de Fase

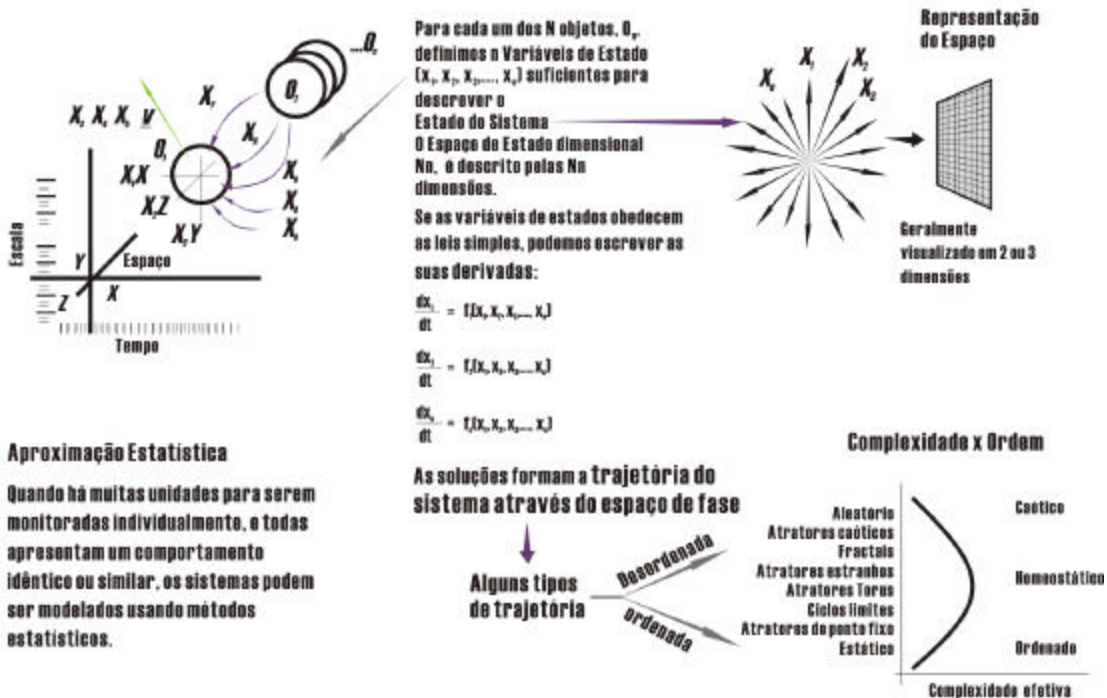


Figura 4.1: Dinâmica de Sistemas dentro de um Espaço de Fases  
Fonte: Adaptado de: <http://www.necsi.org/> acessado em 11/07/2000

Na mecânica clássica, apenas um caminho passa por cada ponto. Diferentes caminhos podem convergir, em um tempo infinito, para um determinado ponto. Este ponto é, no caso, definido como o *atrator* pontual de dimensão nula nesse espaço de eventos. Todos os pontos do espaço de eventos que se situam em caminhos que limitam esse atrator pontual formam sua base de atração.

Para ser preciso: Um conjunto invariante  $A$  (isto é, formado por órbitas) é um atrator quando tendem a ele as trajetórias futuras de todos os pontos próximos a  $A$ . O subconjunto  $A \in E$  é um atrator para  $f$  ou  $X_t$ , se  $\exists$  uma vizinhança  $V \in A$  | se  $x \in V \rightarrow f^n(x)$ , ou  $X_t(x)$  acumula-se em  $A$  quando  $n \rightarrow \infty$  ou  $t \rightarrow \infty$ . (Serra & Karas, 1997)

Segundo Kauffman (1993), a existência de atratores em sistemas físicos requer, freqüentemente, alguma forma de direção e atrito que previne a conservação de energia dentro do sistema, ele mesmo, ... Assim como uma região montanhosa pode ter muitos lagos e bases de drenagem, um sistema dinâmico pode ter muitos atratores, cada um drenando a sua própria base. Portanto, é natural conceber o espaço de eventos como sendo particionado em bases de atração distintas. Quando liberto de um evento inicial, o sistema dinâmico se move em uma trajetória que se situa em apenas uma base, e o sistema flui em direção ao atrator dessa base ... os diferentes atratores constituem o número total de comportamentos alternativos que o sistema pode assumir ao longo do tempo ... atratores são tipicamente muito menores que o volume dos eventos de suas bases, o sistema fica encaixotado em um atrator, a menos que seja perturbado por uma força externa. Atratores têm, como propriedade, a estabilidade. Eles não precisam ser



pontos, de dimensão nula. Por exemplo, atratores do tipo ponto de sela, como a sela de um cavalo, são estáveis frente a pequenas forças externas atuando ao longo de algumas direções do evento de espaços, mas não em outras. As bases dos atratores são separadas por regiões chamadas de 'separatrizes', as quais possuem uma dimensão a menos que o número de variáveis.

A estabilidade dos atratores pontuais é encontrada, matematicamente, linearizando-se o sistema de equações diferenciais ordinária em volta do atrator pontual, buscando-se pelos autovalores da matriz M da equação.

$$dX/dt = MX$$

Em que X é o vetor coluna representando um ponto do espaço de eventos, uma situação dentro do nosso exemplo. A estabilidade requer que todos os autovalores sejam negativos. Autovalores positivos indicam um atrator instável, como uma bola que não para de encher, até estourar.

Sistemas Dinâmicos possuem atratores, os quais podem ser simples (do tipo fixo, ou periódico) ou caóticos (com órbitas erráticas ou não). Os atratores confinam o sistema a pequenas regiões do espaço de eventos associados aos possíveis comportamentos. Esta característica é essencial quando se trabalha com sistemas auto-organizados.

Para Kauffman (1993), qualquer ponto do espaço de parâmetros corresponde a um conjunto fixo de bases associadas a atratores no espaço de evento correspondente ao sistema dinâmico. O conjunto dessas bases é chamada de 'basin - portrait' do sistema dinâmico.. Para mudanças particulares dos parâmetros mudanças dramáticas e



repentinas de trajetórias e atratores podem ocorrer. Tais mudanças repentinas são chamadas de bifurcações. Por exemplo, uma base pode se contrair a 'nada', ou uma nova base pode aparecer. Os valores dos parâmetros para os quais essas bifurcações podem acontecer divide o espaço de parâmetros em dois volumes disjuntos.

Os sistemas dinâmicos em que tais mudanças dramáticas não ocorrem são ditos estruturalmente estáveis. Atratores fractais estranhos destroem essa estabilidade estrutural.

## 4.2 Exemplos de atratores simples

Tomemos, como exemplo, a função  $f(z) = z^2$

Dizemos que um conjunto  $A \subseteq C$  é *dinamicamente invariante* sob a função  $f$ , se a explicação iterativa de  $f$  a qualquer ponto  $z \in A$  produzir uma órbita contida em  $A$ . Simbolicamente,

$$f^k: A \rightarrow A$$

para qualquer número natural  $k$ .

Assim, para valores de  $z < 1$ , por exemplo, 0,9, teríamos

$$z_0 = 0,9 \quad z_1 = 0,81 \quad z_2 = 0,6561 \quad \dots \quad z_\infty = 0.$$

Ou seja, se  $A$  for qualquer conjunto que contiver a Bola de raio 0,9 temos que  $A$  é invariante sob a função  $f = z^2$

Um conjunto  $A \subseteq C$  é um atrator sob a função  $f: C \rightarrow C$  se (Serra, Karas, 1997)



A for fechado;

A for dinamicamente invariante;

a distância  $d(z_k, A)$  do ponto  $z_k = f^k(z)$  ao conjunto  $A$  tender para zero quando  $k \rightarrow \infty$ , para todo ponto  $z$  de um conjunto aberto  $B$  que contenha  $A$ .

O conjunto  $B \supset A$  constitui, nessas condições, a *bacia de atração* de  $A$ .

Retomemos a função  $f(z) = z^2$ , que tem a origem como um pólo de atração. O conjunto que tem como único ponto a origem é fechado, pois é um conjunto unitário.

É, também, dinamicamente invariante, pois a órbita da origem é a própria origem. Finalmente, a órbita de qualquer ponto  $z$  do disco unitário  $D$  converge para a origem, satisfazendo o requisito (c) acima enumerado. O disco  $D$  é, assim, a bacia de atração da origem. Por considerações análogas, o pólo do infinito na esfera de Riemann é também um atrator, e sua bacia de atração é o exterior do disco  $D$ .

Imaginemos que o operador que conduz à transição de um evento  $s$  a um evento  $s_{i+1}$  seja uma função polinomial de uma variável complexa  $z$ , que codifica um evento  $s$  atual, a qual tem a seguinte forma geral:

$$f(z) = a_m z^m + a_{m-1} z^{m-1} + a_{m-2} z^{m-2} + \dots + a_1 z^1 + a_0$$

com os coeficientes  $a_i$ , complexos

Podemos indicar os seguintes tipos de atratores:

### O infinito

Por exemplo, no caso de  $f(z) = z^2$ , para qualquer evento inicial maior do que 1 os eventos subsequentes caminharão rapidamente para o infinito. O infinito é, sempre, um poderoso atrator levando o sistema, geralmente, a desintegração.

### Atrator do tipo Ponto Fixo

Para identificar esse tipo de atratores basta resolver a equação:  $f(z) = z$ , ou seja, ao aplicar-se o operador a um evento inicial qualquer o resultado é a permanência do sistema no mesmo evento, correspondendo a uma estabilidade perfeita, tão destrutiva quanto a do atrator infinito:

Por exemplo:

$f(z) = z^2 = z$ , ou seja  $z^2 - z = 0$ , com soluções  $z=0$  e  $z=1$ , *Atratores Fixos*

### Atratores Periódicos

Para identificar esse tipo de atratores basta resolver a equação:  $f^n(z) = z$ , ou seja, ao aplicar-se o operador a um evento inicial qualquer  $n$  vezes, o sistema retorna ao mesmo evento inicial, correspondendo a uma estabilidade relativa, as coisas só mudam aparentemente, mas existe um padrão, tão destrutivo quanto a do atrator infinito e do Ponto Fixo:

### Atratores com órbitas erráticas, porém confinadas

Atratores com órbitas que são atraídas por um atrator finito, permanecendo confinadas

Em geral, dado um evento inicial  $z_0$ , e aplicando um operador para mudança de evento, teremos órbitas que escapam em direção ao atrator infinito e órbitas que permanecem confinadas, ou seja:

$$B_{\infty} = \{z \in \mathbb{C} : |f^k(z)| \rightarrow \infty \text{ quando } k \rightarrow \infty\} \text{ para atratores infinitos}$$

$$K = \{z \in \mathbb{C} : |f^k(z)| < \delta \text{ para qualquer } k \text{ inteiro}\} \text{ para órbitas confinadas}$$

A fronteira entre o Conjunto K e o Conjunto  $B_{\infty}$  é denominado por *Conjunto de Julia* (Serra & Karas, 1997).

Uma órbita periódica pode ser *super atratora*, *atratora*, *neutra* ou *indiferente*, ou *repulsora*. O critério utilizado está associado ao conceito de autovalor.

Para uma atrator periódico,  $z_0$ , de período  $n$ , da função  $f$ , o autovalor  $\lambda$  é definido como:

$$\lambda_{z_0} = (f^n)'(z_0) \quad \text{se } |z_0| \text{ for finito}$$

ou

$$\lambda_{z_0} = (1/(f^n)'(z_0)) \quad \text{se } z_0 = \infty$$

Temos que uma órbita é:

Super atratora se  $\lambda = 0$ ;

Atratora se  $0 < |\lambda| < 1$ ;

Neutra ou indiferente, se  $|\lambda| = 1$ ;

Repulsora, se  $|\lambda| > 1$

Para simplificar, vamos utilizar a nossa velha conhecida  $f(z) = z^2$ . Seus pontos fixo finitos são  $z = 0$  e  $z = 1$ , e o autovalor  $f'(z)$  é dado pela derivada da função  $z^2$ , ou seja,  $\lambda = 2z$ , de modo que:

$\lambda_0 = f'(0) = 0$  o que corresponde a um super atrator na origem

$\lambda_1 = f'(1) = 2$  o que corresponde a um repulsor

$\infty$  é também um ponto fixo, pois  $f(z) = z^2 = z$ , para  $z = \infty$

$\lambda_\infty = 1/f'(\infty) = 0$  o que corresponde a um super atrator no infinito

### **4.3 Exemplos de atratores para sistemas complexos**

Se imaginarmos, como espaço de eventos, um que contenha todos os comportamentos possíveis de um determinado indivíduo, a base de um atrator desse espaço representaria todo o conjunto de situações que terminariam por evocar um determinado comportamento nesse indivíduo.

Em um sistema vivo, esse espaço de eventos é o próprio espaço de parâmetros. Quando incluímos o observador e o observado como um único sistema, temos, conforme Hofstadter (1980) em Godel, Escher e Bach, um "loop estranho" relativo a "auto referência", originando o que se denomina por atratores caóticos estranhos (Fialho, 1999). Dois pontos muito próximos, em tais atratores, podem ter caminhos que divergem grandemente um do outro. A dimensão de uma atrator estranho pode ser uma fração e é por isso que eles são chamados de fractais.

Podemos entender que a cada instante algum operador  $f$  atua de forma a mover dinamicamente a mente de um agente humano ou o estado inicial de uma sociedade formada por agentes, de um evento  $x(t)$  para um evento  $x(t+1)$ . Sistemas físicos e simbólicos, em geral, são dissipativos, capazes de auto-organização. O que falarmos aqui para cérebros vale para qualquer outro tipo destes sistemas.

O cérebro alerta evolui, sob as leis da dinâmica quântica, de um evento em que um esquema Corpo-Mundo-Crença é excitado para um evento em que a superposição quântica de vários eventos são excitados. Isto é, o cérebro evolui de um evento em que um C-M-C é excitado, por um período de tempo suficiente para facilitar o padrão, em um evento quântico que é a superposição de vários 'ramos clássicos', cada um representando um diferente evento classicamente descritível por algum outro esquema C-M-C (Stapp, 1993).

Um evento real, como proposto por Heisenberg, só pode ocorrer nos níveis mais altos de atividade do cérebro, em que os diferentes ramos clássicos foram separados, ou seja, em que os vários esquemas C-M-C se estruturam, por exemplo, como em uma rede semântica. Este evento vai instanciar um ramo e erradicar os outros, de forma semelhante ao que acontece em um instrumento de medida, segundo Heisenberg. O cérebro humano é, com efeito, dentro dessa abordagem, tratado como um dispositivo quântico de medida.

A ocorrência desse evento, tipo Heisenberg, a este alto nível, em vez de em algum nível mais baixo, (como, por exemplo, o nível de disparo de um neurônio) se alinha com a sugestão de Wigner de que a redução do pacote de ondas ocorre no cérebro somente no seu mais alto nível de processamento, aquele em que entram em jogo os pensamentos conscientes. O evento do cérebro provoca o colapso da onda

quântica, instanciando um ramo, o qual encapsula e registra a informação contida em uma descrição clássica do complexo Corpo Mundo Crença.

Postula-se que este nível, correspondendo ao colapso da função de onda, esteja associado com o que chamamos de um evento consciente, uma imagem mental da informação, representada pelo esquema C-M-C instanciado.

*"Um átomo, livre ou ligado pode ser definido como a união de um atrator e sua base associada"* (Bader, apud Sarfatti, acessado em 2001). De forma semelhante, indo para um espaço de dimensão  $3n$ , muitos neurônios, funcionando como operadores quânticos booleanos (dispara, não dispara), fornecem o substrato para os *átomos da consciência*, ou *"qualia"*, definíveis como a *"união de um atrator e sua base associada"* (Stap, 1993).

O campo de padrões de pensamento, qualia, em conjunto com as forças clássicas externas, do ambiente,  $F_e$ , constituem a base de atração para um ponto B, do espaço C, relativo ao cérebro. Qualia é esse atrator.

Quando B ocupa uma determinada base de atração, o indivíduo sente a experiência relativa ao padrão de pensamento associado. Esta estrutura, em C, é uma versão quântica de um atrator fractal estranho.

Para completar esse modelo de um sistema complexo adaptivo consciente é necessário um mecanismo que dê conta da auto organização. Esse mecanismo, segundo Sarfatti (acessado em 2001), é dado, se acrescentarmos à Teoria de Bohm a possibilidade de uma

'back action' *b* que reflete a modificação na 'consciência', resultante da experiência.

Bifurcações da estrutura do atrator mudando a topologia, é a forma como a mente-cérebro se adapta às pressões seletivas Darwinianas do ambiente externo. A ação contrária do cérebro sobre a mente fornece uma auto-organização intrínseca que é capaz, até certo ponto, de resistir à pressão seletiva.

Genes definem atratores para as possibilidades de expressão de uma biologia. Da complexidade dos genes emergem os cérebros consistindo em bilhões de neurônios que operando de forma integrada produzem a contraparte imaterial do cérebro, a mente, constituída pelos átomos da consciência, ou *quália*, que definem os atratores para os comportamentos humanos. Da complexidade dos *quália* emergem os Memes que definem os atratores para a Sociedade Humana como um todo.

Ainda que estejamos trabalhando com conjecturas, estas parecem suficientemente sólidas para sugerir que possamos perseguir a busca por atratores ligados a uma sustentabilidade.

Quais seriam os memes associados a estes atratores? Que *qualias* seriam necessárias para que os seres humanos exibissem um comportamento sustentável? Qual a repercussão dessas mudanças em termos de pressão seletiva e escolha de material genético?

Segundo Fialho (2001) o fenômeno da cognição pode ser explicado, dentro de uma visão ecosófica da cognição, como sendo, primeiro, uma *função biológica*, que acontece no interior do sistema vivo, mantendo sua organização diante das perturbações que sofre;



segundo, como um *processo pedagógico*, que resulta do histórico de inserção e acoplamento do sistema ao seu ambiente externo e, por último, por uma *episteme da observação*, que reúne os pressupostos e raciocínios utilizados pelo observador do fenômeno.

Claramente, o que temos é:

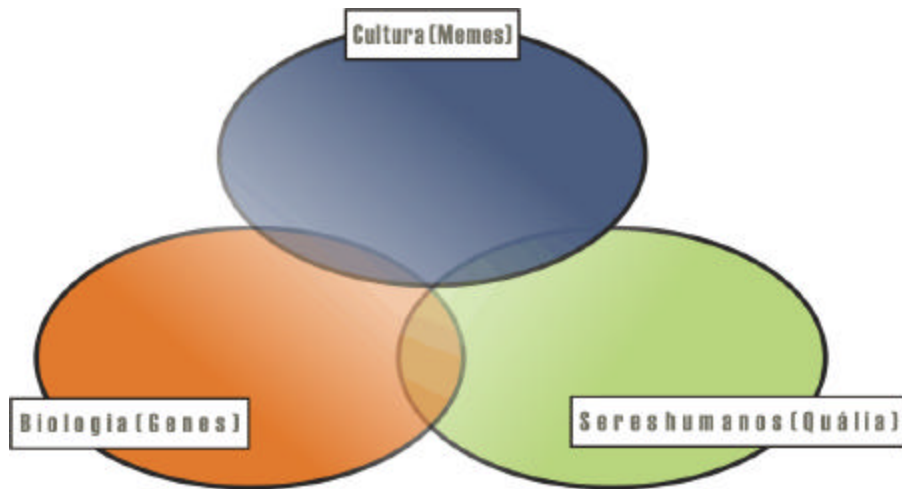


Figura 4.2: Uma visão sócio interacionista em que biologias definem culturas e culturas definem biologias.





## **5. GENE E MEMES**

Carl Sagan, no seu livro *Cosmos* (1989), estabelece uma correlação entre genes que codificam cérebros, cérebros que codificam símbolos e símbolos que se transformam em livros de uma imensa biblioteca, os quais serão lidos e influenciarão as gerações futuras.

Dawkins (1982) define *meme* como “uma unidade de informação residindo em um cérebro”. De alguma forma, como apresentado por Sagan, um meme, como compreendido por Dawkins tem mais a ver com a Mente (Mind) do que com o Cérebro (Brain). Um meme seria, portanto, uma emergência decorrente da ação conjunta e altamente complexa dos genes definidores da arquitetura do cérebro humano.

Maturana e Varela (1996) propõem substituir o conceito de seleção natural pelo de Deriva Natural, que seria a trajetória de um organismo, no campo epigênico, pelo espaço de todas as ontogênias possíveis para uma determinada entidade. Isto pode ser compreendido se entendermos que os “memes” são mais sujeitos a “erros de cópia” do que os genes.

Em 1981, Edward O. Wilson juntou-se ao físico Charles Lumsden para desenvolver a teoria da coevolução e introduzir o conceito de um ‘cultorgen’ como a ‘unidade básica da herança na evolução cultural’ (Lumsden e Wilson 1981).

A diferença entre genes, sempre copiados de forma precisa, com taxas de mutação muito baixas, e memes, com possibilidades mais altas de transformações, levou os cientistas a propor que enquanto os genes são digitais, memes seriam analógicas.

Susan Blackmore (1999) não somente se apropria destes conceitos como os utiliza para compreender o comportamento social em termos de memes. Por analogia com blocos de construção constituídos por genes co-adaptados, memes de um mesmo bloco 'cooperam'. Esses blocos formam o que a autora denomina memeplexes. Memes de um mesmo memeplex são hostis a memeplexes rivais. As religiões podem ser os exemplos mais convincentes de memeplexes, mas de modo algum são os únicos.

O ponto primordial da teoria memética da evolução cultural é tratar memes como replicadores. Isto significa que a seleção memética dirige a evolução de idéias no interesse de reprodução dos *memes*, não dos genes.

Provavelmente a mais importante de todas as invenções na história humana foi à agropecuária. Apesar de haver ainda muito argumentos sobre os detalhes, os arqueólogos geralmente concordam que antes de cerca de 10.000 anos atrás todos os humanos viviam de caça e agrupamentos. Dados sobre aquele tempo, achados no Meio Leste incluem grãos que são mais compridos, e ovelhas e novilhos que são menores do que seus parentes selvagens e presumivelmente domesticados. A agropecuária então se difundiu em uma grande onda, alcançando lugares como a Irlanda e a Escandinávia há cerca de 4.500 anos atrás. Mas por que a agropecuária se espalhou de todo? A resposta pode parecer óbvia. Por exemplo, a agropecuária faz a vida mais fácil ou feliz, ou supre uma vantagem genética para o povo que a pratica. De fato, parece que a agropecuária não torna a vida mais fácil, nem melhora a nutrição, ou reduz a doença. O escritor científico britânico Colin Tudge (1995) descreve agropecuária como "o fim do Paraíso".

Ao invés de ser mais fácil, a vida dos primitivos agricultores foi completamente miserável. Os esqueletos dos primitivos egípcios contam uma história de uma vida terrível. Seus dedos e costas eram deformados porque o povo tinha que moer grão para fabricar pão; eles exibem sinais de enfraquecimento e terríveis abscessos em seus maxilares. Provavelmente poucos viveram além dos 30 anos.

Em contraste, modernos grupos de caçadores gastam apenas cerca de 15 horas por semana caçando e tem tempo suficiente para o lazer. Isto a despeito do fato deles terem sido empurrados para ambientes marginais que são, de longe, mais pobres do que aqueles nos quais nossos ancestrais provavelmente viveram. Porque os povos teriam abandonado uma vida mais fácil em favor de uma vida de trabalho árduo e penoso?

Tudge (1995, p.274) assume "que a agricultura surgiu porque foi favorecida pela seleção natural" e, portanto deu a expectativa de uma vantagem genética. Ele sugere que porque a agropecuária produz mais alimento por uma determinada área de terra, os agricultores produzirão mais crianças que invadirão as terras de grupos-caçadores vizinhos e assim destroem seus modos de vida. Por esta razão, uma vez que a agropecuária chegue ninguém tem o luxo de dizer "Eu desejo conservar o velho modo de vida".

Em termos meméticos, tudo que acontece – se em ciência ou arte – é imitação seletiva. As emoções, as disputas intelectuais, as experiências subjetivas – tudo isto são parte do complexo sistema que leva a alguns comportamentos serem imitados e outros não. E é porque a imitação deixa livre um segundo replicador que as idéias começam a "ter vida própria". Deste modo, a memética provê um mecanismo para a evolução das idéias.

Certamente, memes podiam somente vir a existir quando os genes tivessem providenciado cérebros que seriam capazes de imitação. Uma vez que as memes tivessem se estabelecido é válido conjecturar que tenham ganho vida própria passando a competir com os genes.

Alexander Boss (1995), ao refletir sob o mito da maçã, se pergunta para onde teria evoluído a ciência se, em vez de Isaac Newton ter perguntado porque a maçã caía, tivesse ido buscar uma resposta para como ela teria chegado lá em cima, na árvore. Segundo esse teórico holandês, o resultado teria sido uma teoria sobre a levitação e não sobre a gravidade.

Organizações foram concebidas dentro de um memeplex associado a gravidade, daí serem pesadas, desumanas, voltadas para produtos, processos e sei lá mais o que, esquecendo-se, porém, o produtor, o ser humano por detrás da engrenagem, não como objeto, mas como sujeito, criador e beneficiário de sua criação.

A questão é de como descobrir forças de levitação dentro da organização. Como formar pessoas capazes de se comportar segundo esse novo memeplex. Para responder a essas perguntas devemos retornar no tempo, tentar descobrir aonde nos desviamos do caminho.

As bases do pensamento ocidental se enraizam, como bem o sabemos, nas histórias do Egito, Grécia, Roma, e na Revolução Francesa. De lá vieram e evoluíram os memeplexes relativos aos conceitos de hierarquia, relações humanas e o mercado. É na reflexão

sobre a dicotomia gravidade, leveza, dentro desses arquétipos que principiamos nossa busca por novas idéias.

O período cultural egípcio ainda está vivo e a forma de se pensar continua sendo um fluxo de cima para baixo, do faraó, do CEO, iluminado filho do Deus Sol, mente única e privilegiada, de quem emanam todas as idéias criativas, em direção ao lugar sombrio em que se movem as criaturas humanas, incapazes de brilhar por suas próprias luzes.

Os objetivos são comunicados desta maneira, os níveis superiores controlando os inferiores.

Pessoas que vivem muito tempo nessas organizações sentem a carga e o mofo desta enorme pirâmide chamada organização moderna, com suas salas sarcófagos em que retratos dos faraós mortos são exibidos. Não têm possibilidades de mostrar suas capacidades e, portanto, não assumem responsabilidades. Mais do que isso, passam a achar que não podem ampliar essas capacidades e que não são, de fato, capazes de assumir maiores responsabilidades, mantendo-se um ciclo vicioso.

Como atuaria a força da levitação nesse caso? Ela surge na medida em que as pessoas conseguem espaços para desenvolver iniciativas, quando elas são informadas da missão da empresa, da possibilidade e da necessidade de carregar mais responsabilidade. Tudo isso apela para o seu eu, fazendo-as acreditar no seu potencial, na sua capacidade de crescer e se desenvolver, de ser responsável por uma tarefa e executá-la de forma a alcançar realização pessoal na consecução da mesma.

As organizações são uma rede natural de relações entre as pessoas. Quando as organizações crescem elas passam a ser estruturadas de forma cada vez mais complexa. Departamentos, divisões, setores, finanças, administração, planejamento, engenharia, etc. E assim desenvolvem-se culturas que dificultam a comunicação. O pessoal de vendas não se entende com o pessoal de produção. Isto começa a criar um elemento de desconfiança entre os departamentos e entre as pessoas. Os departamentos começam a ser seletivos na sua comunicação de forma a aumentar o seu poder.

Confiança (Interdependência) é uma qualidade humana de ouro que deve ser desenvolvida. Ela torna mais leve o ambiente em que se vive.

Segundo Kelly & Allison (1998), podemos sobreviver no medo ou prosperar na confiança. Quando seres humanos se reúnem em grupos, as atividades são afetadas pelas preferências individuais. Cada um é considerado como sistema aberto. A partir dos trabalhos de Jung distinguimo-nos não só pela forma como buscamos energia e informação sobre o meio ambiente, como também por qual informação usamos para fazer nossas escolhas, conscientes ou inconscientes, para interagir com o meio ambiente.

Quando uma rede de agentes trabalha em conjunto num grupo, nós co-evoluímos. A auto-organização do grupo permite que a unidade emerja a partir da nossa diversidade.

O comportamento do grupo depende, então, na nossa preferência individual e da história resultante, assim como do nosso meio ambiente comum e da história coletiva. O resultado geral emerge a partir de quatro elementos básicos (Figura 5.1):



Figura 5.1: Quatro elementos naturais no comportamento de grupos  
Fonte: Adaptada de Kelly & Allison, 1996

Quando um indivíduo encontra outro, há três cursos de ação possíveis: competir, colaborar ou ignorar. Competição e colaboração criam energia. Quando um grupo se forma, os indivíduos neste grupo trocarão energia entre si que variará entre colaboração e competição.

Como indivíduos únicos, todos nós percebemos as coisas um pouco diferentes um dos outros. Como um grupo, o quanto e o quão rápido aprendemos juntos depende da extensão do quanto somos capazes de compartilhar nossas percepções. A maneira pela qual esse compartilhamento ocorre varia desde um compartilhamento total e aberto até um parcial e bem seletivo.



Fazemos nossas escolhas individuais em nossas percepções e habilidades. Aprendizagem em grupo e momentum coletivo influenciará o alinhamento das escolhas resultando de um compromisso em nível de grupo que varia entre um comprometimento muito profundo e um comprometimento muito superficial.

A co-evolução do grupo será, portanto, ou aberta explícita e coordenada ou fechada, casual e descoordenada.

As organizações são conhecidas pela divisão de trabalho. A dependência entre chefes e empregados é bidirecional. A interdependência é baseada numa confiança mútua e condicionada.

A substância básica da organização é a confiança. Dentro do quadro de uma organização tecnocrática esta confiança não existe.

As pessoas sentem-se constantemente empurradas nos processos de produção. Temos que produzir. Temos que nos livrar dos produtos. A leveza começa com o interesse sobre a real necessidade dos clientes, e não sobre em como se descartar, com máximo lucro, dos produtos.

Empresas burocráticas, escravas de suas regras, não olham para lado nenhum, não possuem olhos. Os japoneses começaram a falar dos clientes, da necessidade de se olhar para fora, ver os fornecedores, os concorrentes. Mas é preciso também olhar para dentro!

Quais são as necessidades de nossos clientes? De que forma podemos ajudá-los a melhorar, a crescerem e se realizarem enquanto pessoas? Como responder a esta demanda da melhor maneira possível? Quando pensamos desta forma, o que está dentro vem para fora, se transforma numa força de pressão, da periferia para dentro.

As forças de levitação vêm da periferia para dentro e os produtos não são mais empurrados para o mercado, mas trazidos para dentro pelos próprios clientes, externos e internos.

Jung trabalhou o conceito de Arquétipos, palavra que vem de arqueu, anjos que ajudaram a criar o universo. Psiquicamente falando, os Arquétipos são a herança da espécie, a *impressão digital* da espécie humana.

Conjecturamos que os memplex da sociobiologia sejam os velhos arquétipos junguianos e que estes possam ser modelados como atratores, usando-se a matemática dos sistemas dinâmicos não lineares.

Existe uma megatendência, que vem do futuro, uma corrente de integração, que se traduz na busca de valores espirituais, pela globalização da economia, na tomada de uma consciência ecológica, no equilíbrio entre as qualidades femininas e masculinas.

## **6. ESTRUTURA DE REFERÊNCIA: COMPLEXIDADE E SUSTENTABILIDADE NAS ORGANIZAÇÕES**

“A importância do processo é uma outra descoberta. Objetivos e pontos finais importam menos. Aprender é mais urgente do que acumular informações. Desejar é melhor que conservar. Os meios são os fins. A viagem é o destino.” (Marilyn Ferguson, Conspiração Aquariana)

### **6.1 Introdução**

O objetivo deste capítulo é construir uma estrutura de referência para ampliar o nosso entendimento e as nossas possibilidades de atuação na busca da sustentabilidade das organizações e, conseqüentemente, do nosso planeta. Essa estrutura é o resultado da análise da bibliografia referenciada, dos cases vencedores do Prêmio Expressão de Ecologia, discussões surgidas na disciplina “Organizações como Sistemas Complexos ministrada por esta pesquisadora no PPGE, nos trimestres de 03/2000 e 01/2001, e no Grupo de Estudos da Complexidade.

Mas, por que uma estrutura de referência? Segundo (Holland, 1995: p.6), “teoria é crucial. A criatividade natural pode ocasionalmente produzir insights, mas é improvável que ela torne-se uma visitante

freqüente. Sem teoria, nós fazemos incursões sem fim para dentro de terras desconhecidas. Com teoria, nós podemos separar características fundamentais de idiosincrasias fascinantes e aspectos incidentais. A teoria fornece referências e pontos de orientação, e nós começamos a saber o que observar e onde agir. “

Uma estrutura de referência não é um produto acabado com qualidades conhecidas, mas perspectivas que irão ajudar no processo contínuo de uma auto-reflexão com resultados que não podemos prever, que é justamente o que a ciência da complexidade procura oferecer.

Para Holland (1995), a tarefa de formular teorias para SAC é mais do que difícil, porque o comportamento de um SAC completo é mais do que um simples resumo dos comportamentos de suas partes; os SAC se caracterizam por apresentar não linearidades. Não linearidades significam que nossas ferramentas mais úteis para generalizar observações em uma teoria – análise de tendência, determinação de equilíbrio, significado de amostras, e assim por diante – não funcionam mais.

Como as organizações e suas estratégias podem ser projetadas, desenvolvidas e gerenciadas para tirar vantagem das oportunidades trazidas pelo estudo dos sistemas adaptativos complexos? E como estas podem ser direcionadas na busca da sustentabilidade?

Esta estrutura de referência foi elaborada a partir de características/conceitos extraídos da bibliografia referenciada, em especial (Axelrod & Cohen, 2000; Stacey, 1996; Kelly & Allison, 1998 ; Holland, 1995; Bar-Yam 1997) relacionados à caracterização dos sistemas complexos.

## 6.2 Conceitos/Elementos Centrais da Estrutura de

### Referência

Selecionamos quinze conceitos centrais que fazem parte na nossa abordagem sobre Sistemas Adaptativos Complexos, os quais foram escolhidos a partir da estrutura de trabalho apresentada por Axelrod e Cohen (2000), ampliada com contribuições de outros autores, que julgamos importantes.



Figura 6.1: Estrutura de Referência

Para aplicar nossa estrutura de referência a uma nova situação é essencial se questionar como cada um desses conceitos pode ser interpretada no contexto.

Neste item nós definimos esses conceitos centrais. Nas seções seguintes, mostraremos como todos eles, juntos, se ajustam, e assim demonstraremos como os conceitos podem ser convertidos em questões concretas sobre cenários reais.

O primeiro conceito a ser trabalhado na estrutura de referência é o de ***sistema adaptativo complexo (complex adaptive systems) – SAC***. Segundo Holland (1995: p.6), os SAC são, sem exceção, constituídos de um grande número de elementos ativos que são diferentes na forma e na capacidade (ver fig. 6.2)

Para Holland (1995), uma visão importante dos SAC é que eles são sistemas de agentes que interagem e que podem ser descritos por regras. Esses agentes adaptam-se mudando suas regras a partir de experiências acumuladas. Nos SACs, a maior parte do ambiente de um agente adaptativo consiste de outros agentes adaptativos, assim uma porção de esforço do agente é gasta para adaptar-se aos outros agentes. Esta característica é a maior fonte de padrões temporais complexos que os SACs geram. Para entender SAC devemos compreender esses padrões de constante mudança.



## Sistema Adaptativo Complexo

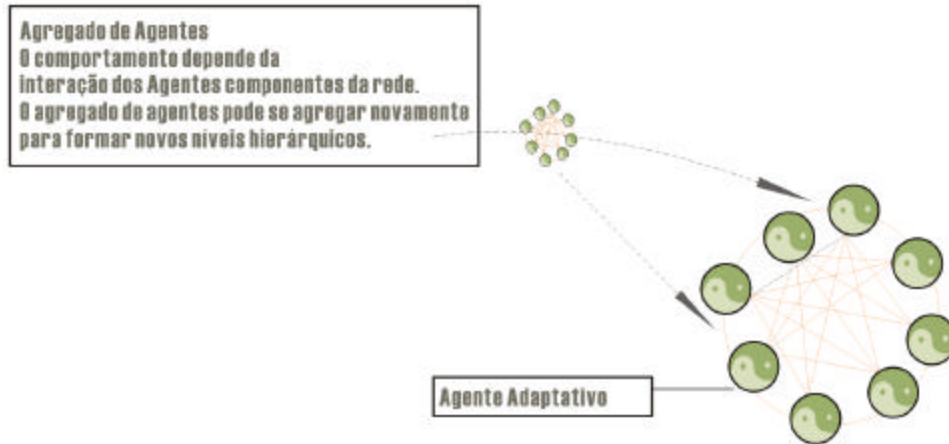


Figura. 6.2: Sistema Adaptativo Complexo

Fonte: Adaptada de Holland, 1995

Para Stacey (1996), os SAC são sistemas compostos de um grande número de agentes que interagem uns com os outros para produzir uma estratégia de sobrevivência adaptada para eles mesmos e, portanto, para o sistema ou partes do sistema as quais eles pertencem. Seu sistema, por sua vez, interage com outros formando um grande supra-sistema, no qual eles são agentes que co-evoluem juntos. O sistema total, portanto, possui um aspecto holográfico ou fractal no qual as partes interagem continuamente para recriar o todo, sendo que esse todo afeta a maneira como as partes interagem.

Outra característica interessante dos SAC apontada por Stacey (1996: p.13) é que esses sistemas “têm uma ordem inerente que está simplesmente esperando ser revelada através da experiência do sistema, mas ninguém pode saber o que esta ordem será até, que de fato, ela se revela em tempo real. Em certas condições, deixar auto-organizar-se no que parece confusão, agentes interagindo num sistema,

sem ordem aparente, podem produzir, não anarquia, mas novos resultados criativos que nenhum deles já tinha sonhado”.

Como exemplos de SAC, Holland (1995) cita: o sistema imunológico, o sistema nervoso central, uma empresa, um ecossistema, as empresas que atuam numa cidade, uma cidade, etc. No entanto, para este trabalho estamos interessados em sistemas humanos.

Ao buscarmos representações para a metáfora de máquina, construímos os organogramas. Ao estudarmos os sistemas adaptativos complexos necessitamos de uma nova imagem e escolhemos a imagem da rede, não uma rede linear, mas uma rede com propriedades semelhantes à rede Hipertextual de Significados, proposta por Pierre Levy (apud Fialho, 2000), que é baseada em seis princípios: dinamicidade, heterogeneidade, fractalidade, abertura, topologia e acentrismo.

O segundo conceito é o de **agente (agent)**. Segundo Axelrod & Cohen (2000), um agente tem a habilidade de interagir com seu ambiente, incluindo outros agentes. Um agente pode responder pelo que acontece ao seu redor e pode fazer coisas com mais ou menos propósito. Quando falamos de agente nós usualmente esperamos que eles tenham um número de propriedades. Elas incluem, localização - onde os agentes operam; capacidades - como o agente pode afetar o mundo, e memória - que impressões esse agente pode trazer do seu passado.

Segundo Stacey (1996), toda organização humana é uma rede de pessoas, ou seja, agentes individuais que interagem uns com outros e com agentes de outras organizações que constituem seu ambiente.



Uma organização desenvolve-se ao longo do tempo através de um processo de feedback no qual o agente individual:

Descobre, ou seja, sente o estado daquelas partes de dentro da organização tanto quanto do ambiente com o qual está em contato;

Escolhe uma resposta para aqueles estados de regras tanto universal quanto individual ou ambos;

Age.

Essas ações têm conseqüências para cada pessoa de cada organização e para agentes em outras organizações; elas podem mudar o estado interno de qualquer organização, provocar uma resposta de agentes constituídos do ambiente, ou ambos. Cada agente, então, descobre o significado das mudanças, talvez mudando as regras que governam o descobrimento e a escolha; escolhe outra ação; e age. Em outras palavras, agentes individuais, grupos de agentes e, portanto, toda a organização move-se em torno de um feedback sem fim, e voltam para descoberta, escolha e ação, como demonstra a figura 6.3.

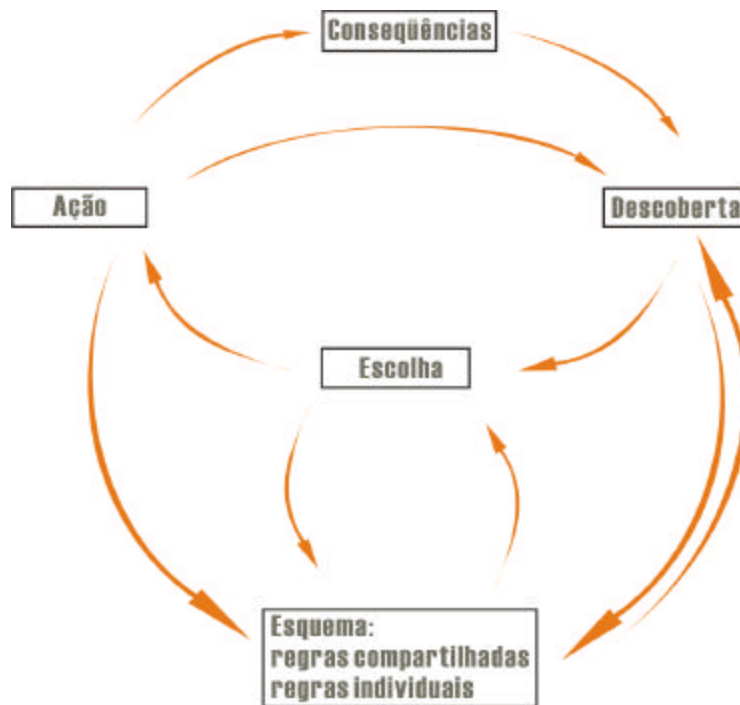


Figura 6.3: Feedback em redes humanas

Fonte: Adaptada de Stacey, 1996

Continuando, Stacey (1996), coloca que a parte de um esquema global que é específica para o agente pode ser pensada como roteiro de regras de comportamentos, regras avaliativas, tomada de decisão ou regras operacionais, ou modelos mentais (Baddeley, 1990). Roteiros de conduta são padrões de comportamento que o indivíduo segue (SCRIPTS). Eles têm sido desenvolvidos a partir de uma experiência de vida a qual tem sido dirigida por fatores de nível da consciência e da inconsciência. Mesmo que muitas regras sejam inconscientes, nós somos observados ainda pensando nelas como regras que um observador pode inferir a partir do comportamento observado.

Dessa forma, o primeiro componente de um esquema de agente é um conjunto de regras SE/ENTÃO que ele ou ela se referem a fim de

fazerem as escolhas. Agentes podem fazer dois tipos de escolhas: avaliativas – que é a seleção e interpretação da informação – e operacionais, ou seja, ações com base nas informações. Esquemas de agentes nas organizações contém regras sobre descobertas não somente do que aconteceu, mas o que pode acontecer, em outras palavras, de formação de expectativas e construção de cenários futuros.

O segundo componente de esquemas que agentes na organização usam para fazer escolhas consiste de regras que são compartilhadas com outros agentes. Algumas dessas regras compartilhadas são incorporadas na burocracia e outras são expressas como uma cultura compartilhada. Ambos os casos podem ser aplicados para o todo organizacional ou para grupos específicos dentro da organização (ver

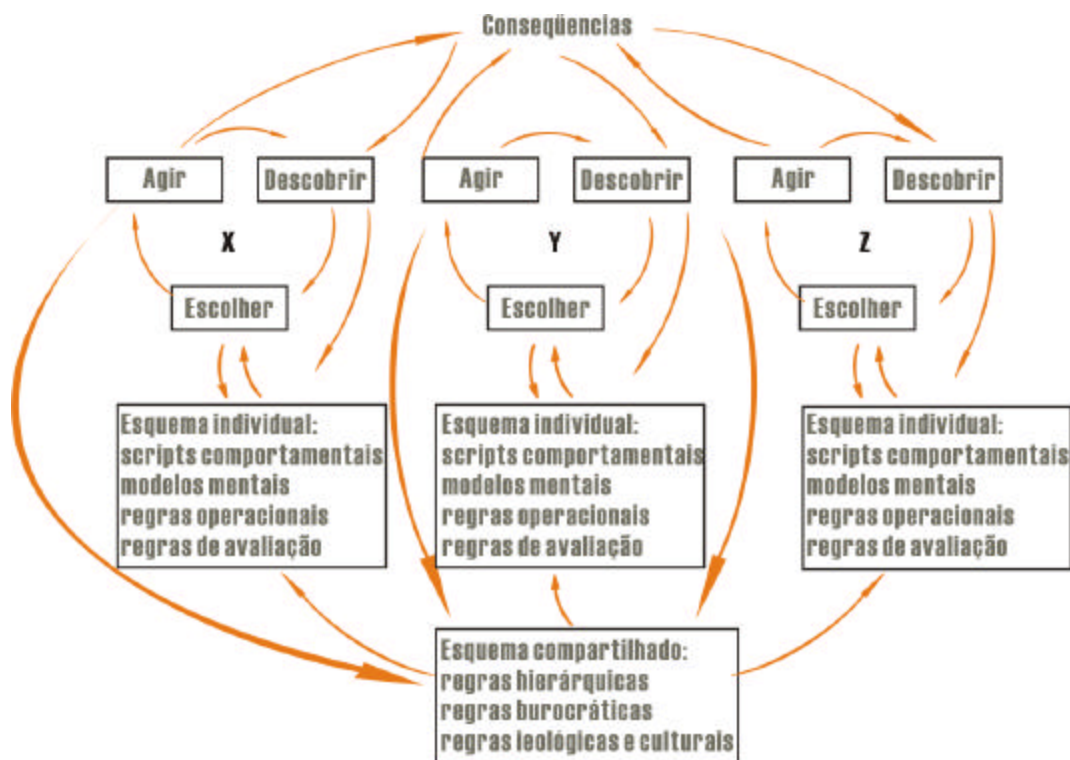


fig.6.4).

Fig.6.4: Uma rede organizacional constituída de três agentes

Fonte: Adaptada de Stacey,1996

Para Stacey (1996), como os agentes humanos e os sistemas que eles compõem movem-se em torno da mudança de comportamento da descoberta, escolha e ação, eles estão claramente engajados num processo de feedback co-evolucionário no qual cada um afeta os outros e, retornando, afetam o primeiro. Esse processo de feedback tem um número de características importantes.

Primeiramente, o feedback pode ser positivo ou negativo. O feedback é negativo quando agentes ou sistemas têm intenções ou alvos prévios e que comparam o resultado do comportamento atual contra o alvo, alimentando a informação sobre divergências na descoberta, escolha e ação, na ordem, para remover a divergência. Feedback negativo é o processo de desenvolvimento intencional e de controle na organização que pode abalar as mudanças e segura a estabilidade. Isto é, aquilo que agentes do sistema fazem quando eles planejam e isto é a única forma de feedback empregado pelas organizações legitimadas, que consiste de um conjunto de regras determinadas que idealmente são lineares, mas que freqüentemente descobrem-se serem não-lineares.

O feedback é positivo quando agentes ou sistemas retro-alimentam a informação dentro da descoberta/escolha/ação num caminho que amplifica e as desestabiliza. Muitas das políticas e a maioria dos rumores são uma forma de feedback positivo, mas também

o é a divulgação de novas idéias revolucionárias a fim de mudar atividades de modo benéfico. O sistema de sombras de uma organização é freqüentemente dirigido por feedback positivo, mas isto pode também ser dirigido por feedback negativo como, por exemplo, quando uma pessoa extra-oficialmente agarra-se a velhas maneiras de fazer coisas que não são suportadas pelo sistema legitimado. O sistema de sombras é uma rede não-linear de feedback na qual o feedback positivo é uma possibilidade adequada e costumeira, na qual pequenos eventos algumas vezes ampliam para grandes conseqüências.

Em segundo lugar essas duas formas de feedback são ligadas à maneira pela qual cada agente e suas organizações aprendem e é essa aprendizagem que dirige o processo co-evolucionário. Quando os esquemas permanecem constantes, então, o comportamento é obviamente dirigido pelas mesmas regras e o comportamento é ajustado somente à luz de suas conseqüências. Um agente age, descobre como outros agentes respondem, e se a resposta for favorável para ele ou ela, repete a ação. Se a resposta não for favorável, o comportamento será modificado. Em outras palavras, o desvio entre o desejado e as conseqüências atuais são modificadas pelas ações corretivas. Esta aplicação de feedback negativo é denominada simples, ou "aprendizado simples (*single loop*)".

Aprendizagem complexa (*double loop*) (Baterson, 1972; Piaget, 1953; Argyris e Schon, 1978, in Stacey, 1996) ocorre quando o esquema que dirige o comportamento é alterado à luz da resposta que o comportamento provoca. Então, é a regra comportamental que será alterada e, mais ou menos ao mesmo tempo, o comportamento é alterado também. Essa é a aprendizagem em tempo real, reflexão-em-ação (Schon, 1987), e claramente envolve o feedback positivo de

muitas maneiras, porque a consequência comportamental pode ser amplificada para provocar mudança no esquema. O esquema é desestabilizado na parte em que é substituído.

As organizações movem-se em torno da descoberta/escolha/ação evoluindo através dos dois tipos de feedback, positivo e negativo, o aprendizado simples e o aprendizado complexo, co-criando e co-construindo seu mundo. O processo de feedback descrito acima produz uma corrente de ações, que tem alguns padrões e é escolhido a fim de ir ao encontro de seus propósitos. No mais básico nível, este propósito é o de sobrevivência do sistema ou partes dele, na competição com outros sistemas ou partes dele.

O terceiro conceito é o de **estratégia (strategy)**. Segundo Axelrod & Cohen (2000), estratégia é um padrão de ação condicional que indica o que fazer em quais circunstâncias e/ou a maneira como um agente responde a sua vizinhança e persegue seus objetivos. Inclui escolha deliberada, no sentido do termo “estratégia de negócios”, mas também inclui padrões de resposta que perseguem objetivos com pouca ou nenhuma deliberação.

Mitzemberg *et al* (2000), compara estratégia como um plano – olhar para a frente- com a estratégia como padrão – olhar o comportamento passado.



## Estratégias para frente e para trás

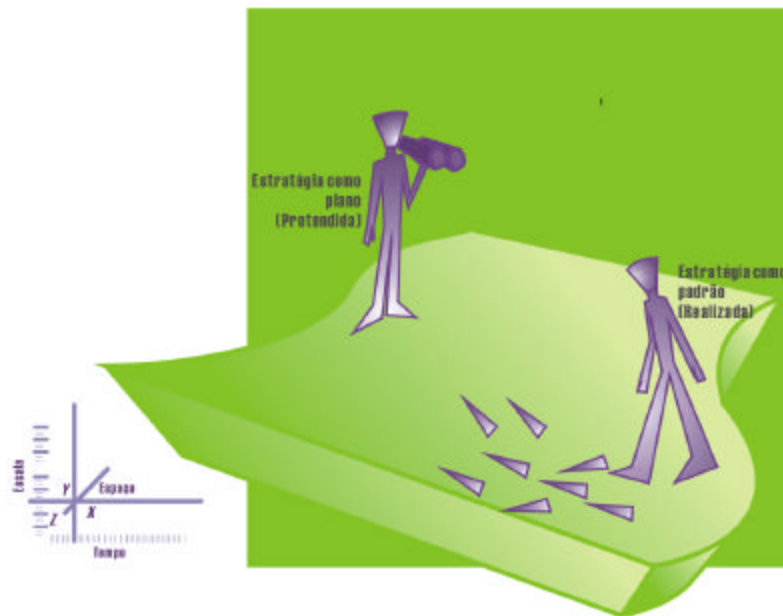


Figura 6.5: Estratégias para frente e para trás

Fonte: Adaptado de Mitzemberg *et al*, 2000.

Assim, as organizações desenvolvem planos para o seu futuro e também extraem padrões do seu passado. Podemos chamar uma de estratégia *pretendida* e outra de estratégia *realizada*. Assim, a pergunta importante passa a ser: as estratégias realizadas devem sempre ter sido pretendidas? (Na prática é bem evidente que as estratégias pretendidas nem sempre são realizadas).

Toda a empresa possui uma estratégia competitiva, implícita ou explícita. A estratégia competitiva é a combinação dos fins (metas) que a empresa busca e dos meios (políticas) pelos quais a empresa está buscando chegar lá.

A estratégia a ser escolhida vai depender da história de sucessos e insucessos da organização e da segurança que essa tenha quanto a esperança de sucesso de determinada alternativa. Soluções conhecidas e que resultaram em sucesso no passado tendem a ser repetidas.

O nosso interesse central é como as estratégias mudam com o tempo. Uma fonte de mudança é a experiência do agente de quão bem aquela estratégia está indo.

No capítulo 7 e no anexo 1, descrevemos as estratégias empregadas pelas empresas vencedoras do Prêmio Expressão de Ecologia, para lidar com as questões ambientais relativas ao seu operar.

O quarto conceito é de **artefato (artifact)**. Para Axelrod & Cohen (2000), artefato é um recurso material que tem uma localização definida e pode responder às ações dos agentes.

Para efeito desta estrutura de referência, consideramos artefatos as tecnologias e materiais empregados pelas organizações, bem como, os produtos e os resíduos gerados.

O quinto conceito é de **população (population)**. Para Axelrod & Cohen (2000), população é um conjunto de agentes, ou em algumas situações, conjunto de estratégias. Se estamos interessados em investigar a complexidade, populações são importantes em três aspectos:

Como fonte de possibilidades para se aprender;

Como recipientes para uma nova melhoria encontrada; e



Como parte do nosso ambiente.

Por exemplo, se você é um gerente de negócios você pode aprender com a população de gerentes que enfrentou o mesmo problema, você pode espalhar o que você aprendeu para seus funcionários e você pode ver a sua organização como parte de uma população de negócios e consumidores na qual você se adapta, enquanto elas se adaptam a você. Pode-se pensar como população de estratégias ou população de agentes.

Outro exemplo, se você está tentando diferentes maneiras de levantar fundos para sua organização sem fins lucrativos e observa outras levantando fundos, você pode aprender a partir dos resultados das populações de estratégias de levantamento de fundos.

No caso específico deste trabalho, podemos observar as diferentes maneiras que as empresas têm encontrado para tratar os seus efluentes: a construção de sistemas de tratamento de efluentes, alteração do processo produtivo, venda do resíduo como matéria-prima para outra indústria, geração de novos produtos a partir do resíduo, etc. Neste caso, podemos aprender a partir dos resultados das populações de estratégias para controle da poluição empregadas por outras empresas.

**Um dos benefícios chaves da abordagem dos SAC é que ela nos auxilia a nos enxergarmos no contexto de uma população de agentes e nos auxilia a ver nossas ações no contexto de uma população de estratégias.**

O sexto conceito é de **tipo (type)**. Segundo Axelrod & Cohen (2000), todos os agentes (ou estratégias) numa população que têm

algumas características em comum. Um tipo é uma categoria de agente dentro de uma grande população que compartilha algumas características que são detectáveis. A noção de tipo facilita a análise da variedade que a nossa estrutura de trabalho frequentemente requer. Frequentemente, distinguimos tipos por alguns aspectos das propriedades dos agentes na população ou por analistas externos.

Exemplos de tipos são:

- Cliente alto, médio e baixo para um produto de consumo;
- Indivíduos que não estão infectados por um vírus em particular, aqueles que têm sintoma da doença ou aqueles que tiveram recuperação e estão imunes à doença;
- Moléculas com uma forma que encaixa a um receptor sobre a superfície de um grupo de células biológicas, e moléculas que não têm essa forma;
- Espectadores de um canal a cabo sobre clima, os quais “buscam chuva”, “interessados no clima em geral” e “obsessivos por tempestades”;
- Programas de computadores invasores que são classificados como “vírus”, “Trojans”, “droppers” ou “worms”.

Axelrod & Cohen (2000; p:37-38) aponta cinco aspectos importantes para a noção de tipos:

- Tipos são geralmente definidos por algumas características detectáveis dos agentes numa população;
- Muitas outras dimensões de variedade numa população podem persistir numa população sem ser reconhecida como tipo pelos próprios agentes;

- As características que definem tipos usualmente provêm somente um indicador imperfeito para as diferenças reais na ação entre agentes numa população;
- Os tipos são freqüentemente endógenos nos sistemas complexos – agentes dentro da população podem detectar tipos e agir condicionalmente (e até mesmo mudar as definições de tipos se o sistema é adaptativo); e
- Os tipos também podem ser exógenos – definidos somente na mente daqueles que estão analisando um Sistema Adaptativo Complexo de fora.

A noção de tipo nos ajudará a analisar as fontes e contribuições da variedade pela consideração de como os sistemas criam, destroem e modificam os tipos.

O sétimo conceito é **variedade (variety)**. Segundo Axelrod & Cohen (2000), variedade é a diversidade de tipos dentro de uma população ou sistema. A variação oferece o material bruto para a adaptação. Mas para um agente ou população tirar vantagem do que já foi aprendido, alguns limites têm de ser estabelecidos sobre a quantidade de variedade no sistema.

Quando começamos a tratar com sistemas adaptativos complexos como uma população de agentes, assumimos que os agentes não são todos iguais. Por outro lado, é freqüentemente tentador assumir que todos os agentes de um sistema são basicamente os mesmos – todos os pássaros de um bando, todos os empregados de uma empresa em particular, todos os moradores de uma cidade, etc. Tais suposições simplificam análises subseqüentes. Focalizar a variedade neste sentido requer que olhemos a questão da variedade com mais atenção.

Na opinião de (Axelrod & Cohen, 2000), a população de agentes dentro de um sistema pode apresentar uma imensa variedade de combinações e características. Algumas dessas têm importância e algumas não. Quais características são importantes depende de que objetivos estão sendo perseguidos. Por exemplo, a variedade na altura dos compradores de vídeo cassete é presumivelmente sem nenhum significado. Essa altura pode interessar, por exemplo, se levarmos em consideração a população dos compradores de bicicleta. A variação na etnia dos compradores pode não interessar muito para o design da bicicleta, mas pode interessar para as instruções escritas de como programar o novo vídeo cassete, considerando que variação de etnia implica diferenças na linguagem.

Quando a variedade é significativa, nós precisamos ser capazes de falar sobre sub-populações, isto é nós precisamos avaliar as suas diferenças sem perder a possibilidade de que há muitas outras diferenças que nós estamos temporariamente ignorando.

A pergunta chave deste conceito é: qual é o ponto de equilíbrio entre variedade e uniformidade?

Descrevemos um sistema complexo, adaptativo ou não, como uma população de agentes. Os agentes são instâncias de muitos tipos possíveis. E a população tem mecanismos que criam, destroem e transformam os agentes. A morte é o mecanismo de transformação mais óbvio, destruindo agentes e, possivelmente, destruindo um tipo se todas as instâncias morrerem, como aconteceu com os dinossauros. O nascimento cria novos agentes. Os processos de nascimento e morte não se aplicam somente a entidades biológicas, mas também a entidades organizacionais tais como companhias e unidades políticas.

Axelrod e Cohen (2000) consideram três tipos de mecanismos que alteram a frequência dos tipos de agentes e estratégias, que incluem:

**Cópia simples:** onde copiar pode ser entendido como o processo de nascimento mais primitivo. Quando funciona sem erro, o resultado é um aumento de frequência em um tipo de população, mesmo se a população for partículas de vírus ou documentos. Copiar é raramente perfeito.

**Cópia com introdução de erro:** é um erro de cópia que serve de fonte para variedade. Pode funcionar para criar novos tipos, assim como alterar as frequências relativas dos tipos existentes.

**Mecanismos de recombinação:** trabalham com porções de estratégias ou agentes já em uso, introduzem novos tipos através de um processo endógeno que tem algum grau de correlação com condições de outros sistemas citam como exemplos os mecanismos de cross-over, recombinação conceitual e relaxamento de restrições.

Continuando, Axelrod & Cohen (2000), exemplificam que com o passar dos anos, pesquisas sobre esses vários mecanismos para criar, transformar, destruir agentes ou estratégias (e, portanto, tipos) levaram ao estabelecimento de um importante princípio de equilíbrio, normalmente referido como *exploração versus exploração*. Esse princípio captura a tensão nos Sistemas Adaptativos Complexos entre a criação de tipos não testados que mostraram que podem ser superiores aos existentes versus a cópia dos tipos testados que provaram ser os melhores. Essa caracterização de equilíbrio mostrou ser brilhante dentre uma grande variedade de cenários, desde simples genética a locações de fonte organizacional, seja onde for o teste de novos tipos realizando benefícios daqueles já disponíveis .

Existe uma tendência das grandes empresas poluidoras estarem buscando por novas formas de atuação frente às questões ambientais, as que se mantiveram seus padrões de poluição, se já não estão extintas estão próximas da extinção.

O oitavo conceito é ***padrão de interação (interaction pattern)***. Axelrod & Cohen (2000) definem como padrão de interação as regularidades recorrentes do contato entre os tipos de agentes dentro do sistema.

Para efeito desta estrutura de referência também consideraremos as regularidades recorrentes do contato dos agentes com o meio ambiente.

Para Axelrod & Cohen (2000) as interações fazem um SAC estar vivo. O sistema torna-se não uma mera pilha de agentes de uma variedade de tipos, mas uma população que levanta eventos e tem uma história sem igual. Esses eventos dirigem processos de seleção e amplificação que no final mudam a frequência e a variedade de tipos de agentes. Padrões de interação ajudam a determinar o que será bem sucedido para os agentes de um sistema e isto, em troca, ajuda na dinâmica dos padrões de interação entre eles.

Padrões de interação dão forma a eventos nos quais nós estamos diretamente interessados (com trocas) e elas provêm a oportunidade de espalhar e recombinar tipos que são tão importantes na criação (e destruição) da variedade.

Segundo Axelrod e Cohen (2000), para saber como as interações funcionam precisamos distinguir dois tipos de classes determinantes, os fatores de proximidade e os de ativação.

Os fatores de proximidade determinam como os agentes vêm a ser ao interagirem uns com os outros, foca a atenção nos muitos fatores que fazem agentes em particular interagirem. A proximidade física não é o único tipo de proximidade. Outros fatores de proximidade têm associação com este processo de mudança. Relações funcionais em negócios são reconhecidas para aproximar grupos e afastar outros. Ligações de amizade se formam e dissolvem. Grupos dentro de uma comunidade são criados e abandonados, formados e desequilibrados. Barreiras e limites são deliberadamente introduzidos nos sistemas (físicos e sociais) com o objetivo de alterar as taxas de interação entre os tipos.

Os fatores de ativação determinam a seqüência de suas atividades, isto é, a estrutura temporal dos eventos. Existem ativações afetadas por processos externos e internos. As externas são aquelas ativadas através de relógios, como um ciclo de orçamento, um processo de agricultura sazonal. Os processos ativados internamente são aqueles cujos resultados do evento controla o próximo evento. Em Sistemas Adaptativos Complexos, a ordem seqüencial de eventos pode levar a enormes efeitos. Uma mudança que aumenta a proximidade, que age no sentido de que dois agentes estejam interagindo mais, significa que, numa média, as interações ocorreram brevemente. Se acontecer antes que outros eventos pudessem se seguir, pode modificar o caráter ou a possibilidade destes eventos. O sistema pode ter uma estória diferente como resultado.

Que mecanismos podem ser usados para alterar os padrões de interações dos agentes?

Axelrod & Cohen (2000; p. 77), consideram que "cada tipo de mecanismo pode ser pensado como uma forma de filtrar, que seletivamente nos permite mais iterações com certos agentes do que

com outros. Cada classe de mecanismos trabalha em diferentes princípios e atinge diferentes tipos de cenários no contato de agentes. Todos os mecanismos modificam os padrões de interação caso eles tivessem sido determinados aleatoriamente”.

Exemplos destes mecanismos são:

*As barreiras para movimento no tempo e no espaço:* O efeito essencial de uma barreira ao movimento é fazer com que alguns agentes se aproximem mais – mais provavelmente para interagir um com o outro – e outros menos. Mudanças diretas no espaço físico são as formas mais óbvias de alcançar isso: muros e fossos. Mas um pode alterar a tecnologia de mover através do espaço físico. Não manter uma rua entre duas vilas reduzindo o trânsito entre eles. Todos esses dispositivos têm seus opostos, é claro. Para os muros, fossos e ruas esburacadas podemos substituir por portas, pontes, boa manutenção. O tempo também pode ser alterado através do controle da tecnologia de mover-se através dele. A escrita é uma forma de interagir com o futuro (assim como através do espaço). Destruir registros escritos é uma forma de acabar com as interações hereditárias com agentes futuros.

*Barreiras ao Movimento em Espaços Conceituais:* Os espaços conceituais são usados por agentes para fazer distinções. Acompanhando essas distinções existem os limites. O movimento em um espaço conceitual não está livre de restrição. Como exemplos destas barreiras citamos: identidades de clã, clubes e critérios de sociedade de fraternidades, regras de cidadania, grupos étnicos, afiliações religiosas e um hospedeiro de outras categorias definidas socialmente com limitações rígidas. Essas barreiras conceituais têm um filtro refinado em padrões de interação. Porque são conceituais ao invés de físicas, os seus efeitos na interação podem ser muito mais seletivos.



Barreiras Semi-permeáveis: Uma barreira semi-permeável é qualquer coisa que proíbe algum tipo de interações e permite outras.

Normalmente as pessoas podem fazer de uma barreira ou limite existente seletivamente permeável. Na verdade, muitos muros têm portões e guardas que exercitam controle seletivo de ida e vinda. As nações têm regras de imigração reforçadas nas suas fronteiras; as religiões permitem conversões em condições específicas; existem sistemas de filtro de e-mail deixados em algumas mensagens e que apagam o restante.

Na visão de Stacey (1996), a dinâmica de redes de feedback não lineares adaptativas são também sensíveis ao grau de conectividade entre os agentes em um sistema. Poucas conexões trazem estabilidade e muitas trazem instabilidade, mas entre esses extremos existem pontos críticos onde conexões são ricas o suficiente ou não muito ricas e o resultado é uma enorme variedade de comportamentos. Estudos de redes entre agentes humanos produzem conclusões semelhantes. Uma variedade comportamental maior ocorre quando laços entre pessoas em uma rede são fracos. Quando os laços são fortes (as pessoas passam bastante tempo juntas, estão emocionalmente envolvidas, são mutuamente confidentes e existe ajuda recíproca) o efeito é unir as pessoas, desenvolvendo-as e é mais provável que o comportamento será repetitivo e uniforme. Laços fracos, por outro lado, criam pontes para outras partes de uma rede, através das quais a variedade pode ser importada para diversas pessoas unidas por fortes laços. O que se verifica, então, é que existe algum ponto crítico entre fraqueza e fortaleza e muitos e poucos, e é neste ponto em que a rede produzirá uma grande variedade de comportamentos. Com poucos e fortes laços ela produzirá comportamento estável – isto é – pouca variedade para aprendizado eficaz – e presumivelmente, com muitos e fracos laços ela

produzirá comportamento instável – isto é – muita variedade para aprendizado eficaz.

O nono conceito é **espaço físico (space(physical))**: Axelrod & Cohen (2000) definem espaço físico como a localização no espaço geográfico e no tempo de agentes e artefatos.

A identificação e caracterização do espaço físico é determinante numa estrutura de referência direcionada para trabalhar a sustentabilidade. Aqui nosso interesse não se resume a determinação da localização dos agentes ou sistemas, às coordenadas de latitude, longitude, altitude, e Greenwich, mas a todos os recursos naturais que este espaço contém e como ele está sendo utilizado pelos agentes.

Um dos fatores chaves do gerenciamento ambiental é a identificação dos aspectos e impactos gerados por uma organização. De acordo com a NBR ISO 14001, *aspectos ambientais* são todos os elementos das atividades de uma organização (processo), seus produtos ou serviços, que podem interagir com o **meio ambiente** e *impacto ambiental* qualquer modificação do **meio ambiente**, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização.

A NBR 14001 define **meio ambiente** como a circunvizinhança em que uma organização opera, incluindo ar, água, solo, recursos naturais, flora, fauna, seres humanos e suas inter-relações.

Todos os conceitos ligados às questões ambientais têm ligação direta com o espaço físico. As influências no espaço físico podem ser de abrangência local (poluição do solo, recursos hídricos); regional

(poluição atmosférica); continental (redução da camada de ozônio); global (efeito estufa).

O décimo conceito é ***espaço conceitual (conceptual space)***. Axelrod & Cohen (2000) definem espaço conceitual como a “localização” num conjunto de categorias estruturadas de forma que agentes “próximos” tenderão a interagir.

Por exemplo, um organograma de uma organização nos fornece um mapa de um espaço conceitual. Uma pessoa pode ser designada um “diretor de compras”. Esta é uma localização definida de uma posição de responsabilidades na hierarquia de uma companhia. Coloca o ocupante do emprego próximo às pessoas que lidam com compras, no sentido de que estas pessoas mais provavelmente serão aquelas que interagirão com este diretor.

Os espaços conceituais de organizações são familiares e, portanto, tornam-se bons exemplos. Mas existem tantos outros espaços conceituais que localizam e organizam as interações entre agentes. Tudo o que é requerido é que os conceitos se tornem um senso de categorias múltiplas que podem ser “localizações”, que agentes na população podem ser membros de diferentes categorias (e portanto, possuírem diferentes localizações), e que as “localizações” se tornem coisas semelhantes para as quais os agentes irão interagir. Um sistema social de castas, ou classes, ou status podem servir como espaços conceituais.

Para dar mais um exemplo, enquanto as nações podem ser vistas como regiões, em espaço e tempo nas quais agentes estão localizados, nacionalidades são categorias conceituais. Nacionalidades israelense e árabe vivendo na cidade de Nova York podem sistematicamente evitar

uma à outra até mesmo quando eles moram apenas a alguns quarteirões de distância.

A identificação e caracterização do espaço conceitual também é determinante numa estrutura de referência direcionada para trabalhar a sustentabilidade. Ao olharmos a figura 2.1 entendemos que a segunda fronteira para a sustentabilidade apontada por Stahel (2000) representada pela ecologia social e cultural passa pelo nosso entendimento das dimensões do que vem a ser o espaço conceitual em que as organizações estão inseridas.

O décimo primeiro conceito é **seleção (selection)**. Axelrod & Cohen (2000) definem seleção como o conjunto de processos que conduzem a um acréscimo ou decréscimo na frequência de vários tipos de agentes ou estratégias.

Enquanto a seleção natural oferece um paradigma importante de como um sistema adaptativo pode funcionar, também tem sérias desvantagens quando comparada com métodos mais diretos de alcançar a adaptação. Qualquer momento que seja possível de atribuir sucesso a algo mais específico do que todo o agente, há a possibilidade de selecionar estratégias ao invés de todos os agentes.

Essas duas abordagens, selecionar no nível de agentes inteiros e selecionar no nível de estratégias, compartilham a necessidade de fazer cópias que retenham adaptações efetivas, incorporar variação para adaptações posteriores e ampliar o sucesso (e diminuir o fracasso) realmente ocorrem. Mas diferem no nível no qual operam – e a seleção nos dois níveis pode funcionar de forma diferente.

No entanto, se todos os agentes ou estratégias que são avaliados e submetidos à reprodução, um projeto para um sistema adaptativo de seleção deve lidar com quatro tópicos:

- Definir critérios de sucesso.
- Determinar se a seleção está no nível dos agentes ou das estratégias.
- Atribuir crédito para o sucesso e o fracasso.
- Criar novos agentes ou estratégias.

Na opinião de Axelrod & Cohen (2000), a importância de saber o que contar como sucesso é um dos pontos-chaves da adaptação de um sistema. Para um negócio, o lucro parece uma medida natural de sucesso. Para um jogador de xadrez, ganhar jogos é uma medida natural de desempenho. Porém, mesmo nesses exemplos, com critérios de sucesso que parecem indisputáveis, a complexidade pode ser compreendida mais efetivamente se outras medidas de sucesso forem usadas.

Usando o jogo de xadrez como exemplo, considere as dificuldades para aprender se a vitória é o único critério de sucesso. O problema central é que a vitória ou a derrota vem somente uma vez por jogo. Porém, ter mais de uma medida de desempenho por jogo poderia melhorar dramaticamente a taxa de adaptação. A forma mais comum de usar critérios que podem ser medidos no decorrer do jogo. No xadrez ou na dama, isso é possível através da avaliação do jogo atual para ver quem está na frente nas peças e em vários aspectos da posição. Tais avaliações permitem escolhas inteligentes no meio do jogo baseadas em promessas que levam a uma melhor posição no jogo em poucos movimentos. Isso não exige ver todas as formas de vencer ou perder no final do jogo. Uma vez que você não consegue medir precisamente as

conseqüências dos primeiros movimentos para a vitória, você introduz outros méritos que são mais facilmente previstos. Em um paradoxo mais parecido, você aumenta a chance de ganhar concentrando em um grupo de critérios que não incluem a vitória.

Dois processos básicos ampliam o sucesso: seleção de agentes e seleção de estratégias. A seleção natural de agentes biológicos funciona fazendo um agente inteiramente novo sem a necessidade de determinar a causa do sucesso do pai ou mãe ou de ambos. A seleção de estratégias, por outro lado, cria novas estratégias para agentes existentes. Normalmente envolve alguma decisão explícita sobre qual estratégia ou parte do agente foi responsável pelo sucesso.

A seleção de agente normalmente funciona em escalas mais demoradas – mais rápido nem sempre é melhor – e preserva a variação e o contexto. A seleção de estratégias isola os padrões chaves que podem ser mais facilmente e rapidamente copiados.

A atribuição de crédito refere-se a como um agente usa um critério de desempenho para aumentar a freqüência de estratégias de sucesso ou diminuir a freqüência dos sem sucesso.

O décimo segundo conceito é **critério de sucesso (success criterion)** ou **medida de desempenho (measure performance)**. Axelrod & Cohen (2000) definem como critérios de sucesso ou medidas de desempenho um “score/pontuação” usado por um agente ou designer para atribuir crédito na seleção de estratégias ou agentes com sucesso relativo (ou insucesso).

Um dos desafios da busca da sustentabilidade é o desenvolvimento de medidas de desempenho. O desenvolvimento de indicadores de

sustentabilidade é uma das respostas para esse desafio. Que critério básico estamos usando, ecoeficiência ou ecoefetividade? Atualmente várias organizações e órgãos de pesquisa têm trabalhado no sentido de desenvolver esses indicadores.

O décimo terceiro conceito é **auto-organização (self-organization)**. Para entendermos este conceito precisamos estabelecer a idéia de fechamento operacional (Varela, 1997). O fechamento operacional é um parente próximo do feed-back, mas se distingue do mesmo na medida que o feed-back supõe uma fonte de referência externa. No caso da auto-organização falamos de uma fonte interna de referência.

Independência é a característica que certas unidades (agentes) têm de tornar impossível ou insatisfatória uma descrição em termos de acoplamento por input. A idéia de independência faz referência a um sistema com forte determinação interna, ou auto-afirmação. A noção de independência é tão necessária para compreender os sistemas naturais, como é a célula para compreender os sistemas orgânicos.

Nos sistemas dinâmicos os pontos de contato entre duas séries de eventos independentes (ou inputs) são os fios condutores para compreender a dinâmica do sistema. Já no caso dos sistemas independentes, o inverso é que vale, as transformações internas são o fio condutor, e os pontos de contato não intervêm a não ser na medida que certos eventos imprevistos ou circunstâncias nos ajudem a melhor compreender tal ou qual caminho particular de transformações. Falamos de perturbações e não de inputs.

input - especifica a única forma pela qual uma transformação de estado dada pode acontecer; uma entrada, ou um input, faz parte

integrante da estrutura da unidade; só pode acontecer de forma específica.

perturbação - não especifica o agente; não leva em conta os seus efeitos sobre a estrutura da unidade; não faz parte da definição da unidade apesar de poder estar ligado a ela. Uma dada perturbação pode acontecer de um número indefinido de formas. As perturbações permitidas são assim definidas pela estrutura do sistema. Estes são os sistemas independentes. A independência está ligada a uma atitude, que consiste em definir um sistema por sua coerência interna cujo papel é explicitado no conceito de fechamento operacional.

Auto-organização é o comportamento característico das unidades independentes. Podemos descrever uma unidade independente passando do ponto de vista da dependência por input para a dependência interna;

- acoplamento por fechamento - coerência interna ou comportamentos próprios da unidade;
- uma unidade de plasticidade estrutural suficiente tem uma coerência interna complexa e diversificada.;
- a diversidade da coerência interna autodeterminada, observada como um comportamento, sob certas condições de interação apropriadas aparece como novidade, afirmação de si, imprevisibilidade.

O décimo quarto conceito é **adaptação (adaptation)**. Holland (1995) lembra-nos que adaptação, no uso biológico, é o processo por onde um organismo se encaixa em seu ambiente. Grosseiramente, experiências provocam mudanças na estrutura dos organismos, assim, à medida que o tempo passa os organismos podem fazer uma melhor



utilização do ambiente para seus próprios fins (ver quadro 6.1). Aqui nós expandimos o número de termos para incluir aprendizagem e processos relativos.

Com esta extensão, adaptação aplica-se a todos agentes *sac*, apesar das diferentes escalas de tempo dos processos *sac*. E de fato, as escalas de tempo variam. Mudanças adaptativas em neurônios individuais do sistema nervoso colocam-se sobre um intervalo que varia de segundos pra horas; mudanças adaptativas no sistema imunológico requerem horas a dias; mudanças adaptativas nos negócios levam de meses a anos; mudanças adaptativas no ecossistema levam de anos a milênios ou mais. Ainda, o mecanismo envolvido em todos esses casos tem muito em comum, uma vez que o tempo é produzido fora.

SISTEMA	MOD. TEMPO
S. Nervoso Central	Segundos p/ horas
S. Imunológico	Horas p/ dias
Empresas	Meses p/ anos
Espécies	Dias p/ séculos
Ecossistemas	Anos p/ milênios

Quadro 6.1: Adaptação e aprendizagem

Fonte: Holland, 1995.

Segundo Kelly & Allison (1997), para ver onde você e sua organização se situam em um mapa de avaliação evolucionária de negócios você deve avaliar tanto a sua capacidade interna de auto-

organização quanto o status de sua adaptação externa. Negócios se auto-organizam porque respondem a nova informação – disparado por eventos que se originam tanto dentro como fora da empresa, um negócio responde, por exemplo, não apenas a eventos externos como novos produtos ou serviços introduzidos por competidores e mudanças nas necessidades com os clientes, mas também a eventos acontecendo dentro da organização, tais como inovações em produtos e serviços potenciais e mudanças nas habilidades e

### Estágios de adaptação para co-evolução

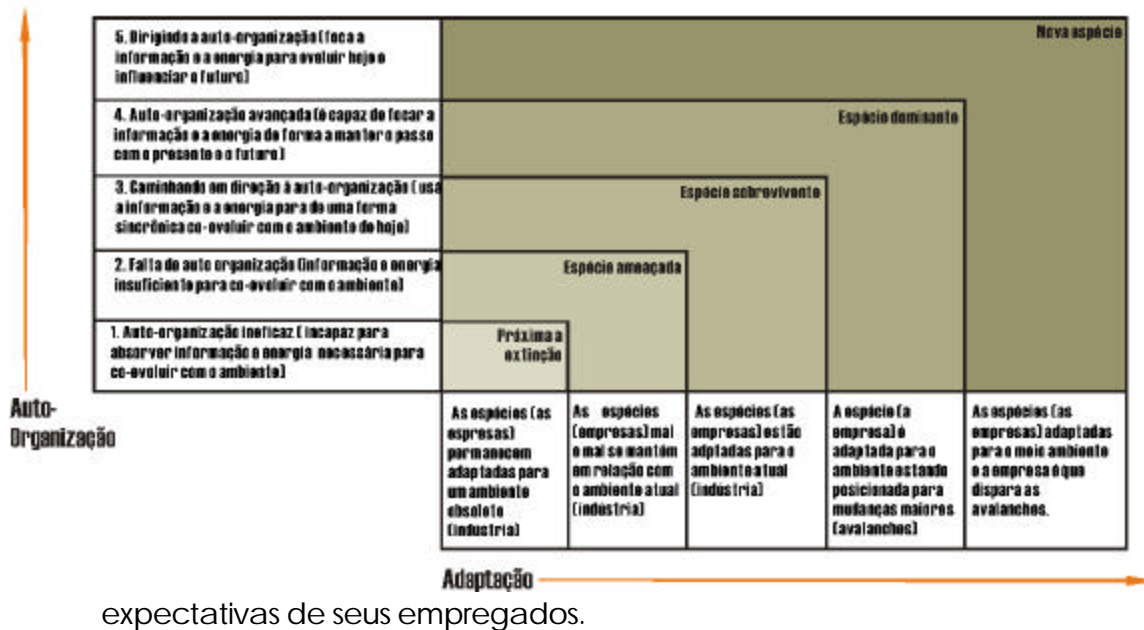


Figura 6.6: Estágios de adaptação para co-evolução

Fonte: Adaptado de Kelly & Allisson, 1997.

O décimo quinto conceito é **atrator (attractor)**, é o padrão de atuação, o que direciona a trajetória de um sistema. Estamos interessados aqui em definir pólos e bases de atração dentro do espaço de todos os comportamentos possíveis de um sistema adaptativo complexo (agentes, organizações) e a forma como esses atratores evoluem no tempo.

Stacey (1996, p.54) denomina de "atrator" aquele padrão de comportamento em que um sistema assumiu por último na ausência de distúrbios externos. Em outras palavras, um "atrator" é sempre uma direção que está presente como determinante de um comportamento.

### **6.3 Como os Elementos Formam uma Estrutura de**

#### **Referência Coerente**

**Agentes**, de uma **variedade** de **tipos**, usam suas **estratégias**, em **interações** padronizadas, entre si e com **artefatos**, formando **populações** de agentes e/ou estratégias. As **interações** são afetadas pelo tempo e pelos **espaços físico** e **conceitual** em que os **agentes** estão inseridos. Medidas de desempenho com base em **critérios de sucesso** dos eventos resultantes direcionam a **seleção** de agentes e/ou estratégias através de **cópia e recombinação**, mudando assim a frequência dos tipos dentro do **sistema**. A capacidade interna de **auto-organização** quanto o status de **adaptação** externa do **sistema** vão determinar a sua evolução. A

trajetória de evolução do sistema pode ser representada por um **atrator**.

## **6.4 O que um usuário pode perguntar da estrutura de trabalho?**

Segundo Axelrod e Cohen (2000), para aplicar a estrutura de trabalho, o usuário precisa determinar o significado dos conceitos centrais do cenário a ser estudado. Além das questões sugeridas pelos autores, sugerimos outras que podem auxiliar a guiar o usuário no estudo da complexidade com vistas a sustentabilidade de um sistema em particular:

A sustentabilidade de uma organização está relacionada a forma como esta empresa opera no seu meio ambiente (espaço físico e conceitual). Quais são os agentes, as estratégias e os artefatos do sistema?

Em que espaços físico e conceitual o SAC está inserido e atua? Quais são as demandas provenientes dos espaços físicos e conceituais? Meio ambiente (e suas demandas) baseado no pensamento do ciclo de vida, onde consideramos que começa e acaba a área de influência da organização, em termos econômicos, ambientais, etc.

Quais são as idéias, regras, rotinas e normas que os agentes consideram ao agir?

Quais são as ferramentas ou os recursos que eles podem contar?

Qual é a população de agentes no sistema? Em particular, quem copia estratégia de quem?

O que eu posso observar sobre como os próprios agentes classificam outros agentes e artefatos em tipos? Os agentes têm rótulos especiais para categorias de outros agentes, ou para tipos de ferramentas, ou recursos?

Como eu posso classificá-los? Que categorias de agentes e estratégias serão mais utilizáveis por mim como um designer ou formulador de políticas para compreender a complexidade?

Que processos de cópia e recombinação criam e destroem a variedade de tipos? Que processos adicionais devem servir como funções de copiar e recombinar? A nova tecnologia de informação oferece novas possibilidades?

Que intervenções poderiam ser proveitosas para criar e destruir variedade? Como erros ocorrem em processos correntes? A variedade que resulta nunca oferece valor potencial? Pode outra fonte de variedade ser mais promissora?

Qual é o equilíbrio correto entre variedade e uniformidade de tipos dentro de um sistema?

A exploração é especialmente valiosa porque melhorias podem ser amplamente aplicadas e/ou utilizadas por um longo período? Inversamente, há um risco de desastre por tentar uma estratégia ruim?

Como ocorrem as interações dos agentes entre si e com os artefatos? O que influencia tais interações?

Quais são os padrões de interações entre os tipos dentro do SAC e com outros SACs? Há alguns agentes seguindo outros? Existem agentes, ou sinais, que deveriam ser seguidos?

Que intervenções poderiam mudar os padrões de interação (de formas que poderiam ser proveitosas para o sistema como um todo; para você, como um designer, ou para você, como um agente)? Existem vizinhanças físicas ou conceituais de interação que necessitam auxílio para formar, ou que merece ser interrompido?

Que critérios de sucesso o sistema usa para selecionar os tipos que se tornam mais (ou menos) comuns ao longo do tempo? Há múltiplos critérios dentro da população? A seleção é feita por muitos agentes ou apenas por poucos? As medidas de desempenho cometem erros sistemáticos na atribuição de créditos?

A seleção atua sobre agentes ou sobre estratégias? Ou o sistema é híbrido, com seleção em ambos os níveis?

Como a seleção de agentes ou estratégias poderia ser usada para promover adaptação?

Quanto tempo os processos dinâmicos levam em um sistema complexo? Muitos sistemas complexos têm respostas específicas para mudanças em seu ambiente que requerem mudanças nas suas estruturas internas.

Como pode uma estrutura complexa responder em um período de tempo razoável?

Quais são os ciclos dos materiais (artefatos) que estamos manipulando? Qual a nossa relação com o tempo, isto é, qual o nosso horizonte quando falamos em curto, médio e longo prazo?

Auto-organização e/versus organização por design: Como os sistemas complexos surgem? Quais são os processos dinâmicos que podem ocasionar os sistemas complexos? Muitos sistemas complexos passam por um processo de desenvolvimento guiados como parte de sua formação? Como são guiados os processos de desenvolvimento?

## **6.5 O que o usuário da estrutura de referência pode**

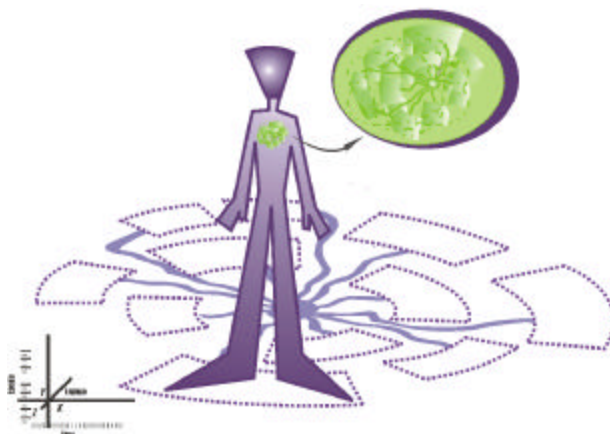
### **fazer**

Para mostrar como a abordagem dos SACs pode ser usada para gerar ações, nós sugerimos que, primeiramente, o usuário tenha em mente o que vem a ser uma estrutura fractal ou holográfica.

Em segundo lugar, ao definir o SAC para estudo ele tenha, ao mesmo tempo, um olhar para dentro (como é constituído e sua capacidade/habilidade de auto-organização) e para fora (em que

espaço físico e conceitual está inserido, e como se adapta – figura 6.7).

No capítulo 7 Prêmio Expressão de Ecologia,



trabalhamos algumas dessas questões levantadas aqui.

o um SAC

## **6.6 O que pode vir dessa abordagem?**

Uma estrutura de referência baseada na teoria da complexidade é dinâmica, a qual vai se modificando a medida que vamos nos familiarizando com os conceitos e a forma de usá-los.

Essa é a primeira versão da estrutura de referência baseada na teoria dos sistemas adaptativos complexos relacionada com a sustentabilidade. Muitas reflexões, avaliações e alterações poderão ser feitas.

Todos nós somos SACs e como tal interagimos com outros SACs diariamente. A forma como nos apropriamos dos conceitos da complexidade nos auxiliará a viver perceber novas possibilidades de atuarmos tanto no nível organizacional quanto pessoal.



## **7 PRÊMIO EXPRESSÃO DE ECOLOGIA**

### **7.1 Introdução**

Parte do objetivo deste trabalho é apresentar o Prêmio Expressão de Ecologia como fonte de estratégias e práticas ambientais nas organizações na região sul do Brasil.

De forma a compreender o direcionamento das ações das organizações para a preservação do meio ambiente e, conseqüentemente, na busca do desenvolvimento sustentável, procuramos analisar os cases das empresas vencedoras do “Prêmio Expressão de Ecologia” de 1993 a 2000 no sentido de identificar os setores da sociedade que estão participando, bem como as estratégias utilizadas pelas empresas vencedoras. A análise desses dados permitirá aprofundar a dinâmica de evolução das ações ambientais das organizações e auxiliar na construção da estrutura de referência

Como apresentado na Estrutura de Referência, capítulo 6, quando falamos de sistemas adaptativos complexos e da forma como nascem, crescem e morrem estamos falando da forma como estabelecem e aprimoram seus critérios e medidas de sucesso usados pelos agentes.

Segundo Axelrod & Cohen (2000), tipicamente, agentes humanos têm alguma consciência de suas próprias estratégias e eles podem estar aptos a observarem alguma coisa de como ela está se saindo através de medidas de sucesso. Geralmente, eles podem observar as ações ou o sucesso de agentes com quem interagem. Isto pode

desencadear um agente insatisfeito a tentar uma nova estratégia baseada em tentativa e erro ou imitar a estratégia de outro agente.

As competições com premiações podem ser compreendidas como um mecanismo que muda os critérios de sucesso em uma área, identificando e recompensando indivíduos ou atividades exemplares.

Para Axelrod & Cohen (2000; p.124),

“Um exemplo esclarecedor de mudança de critérios de sucesso é o método de estabelecimento de competição com prêmio. Considere, por exemplo, a antiga prática Ateniense de condução dos concursos dramáticos anuais (Pickard- Cambridge, 1968). Pela declaração explícita de que o drama é melhor, a premiação realiza três coisas. Primeiro, o autor é condecorado com sucesso, trazendo fama e influência para os indivíduos como Aeschylus e Sophocles. Segundo, a premiação encoraja a produção de novas composições com o objetivo de atender aos critérios dos implicados nas premiações anteriores. Nos nossos termos, as estratégias dos últimos escritores haviam mudado. Terceiro, a premiação ajudou a educar e moldar o gosto da audiência, desse modo provendo um suporte futuro para o critério de excelência implicado na premiação.”

## **7.2 A Revista Expressão**

A Editora Expressão surgiu há 11 anos ao lançar no mercado “Expressão”, uma revista de economia e negócios que abrange os estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

A revista Expressão oferece um grande volume de informações econômicas sobre a região Sul - um nicho de mercado que apesar de ocupar apenas 10% do espaço das principais publicações brasileiras, reúne estados que estão entre os cinco maiores exportadores do País. Trata-se de um veículo de comunicação empresarial, integrado à comunidade econômica, que gera pautas para vários jornais e revistas nacionais.

A Editora Expressão também produz **projetos especiais** para empresas como boletins, perfis institucionais, relatórios, balanço social, livros, revistas e folders para empresas.

([www.expressao.com.br/premio\\_ecologia\\_quepremio.htm](http://www.expressao.com.br/premio_ecologia_quepremio.htm), em 28/07/2001)

### **7.3 Prêmio Expressão de Ecologia**

O **Prêmio Expressão de Ecologia** foi instituído em 1993. Ao longo desses oito anos, foram mais de 500 cases inscritos, sendo 144 os cases vencedores, que mostraram que cuidar do meio ambiente não é mais uma exigência de órgãos fiscalizadores e consumidores ecologicamente corretos, é um compromisso com a sociedade que se torna realidade dentro da maioria das empresas do sul do país.

Na opinião de Américo Laboreiro, gerente de marketing para a América Latina da empresa multinacional Grace Dearborn que patrocinou a 3ª. versão do Prêmio, "pelo simples motivo que a Terra é o nosso lar, temos obrigação de protegê-la, temos por princípios que as ações ambientais não podem ficar restritas ao cumprimento das leis de proteção, elas devem ir muito além. Anualmente investimos 90 milhões de dólares em projetos ligados à preservação ambiental em todo o

planeta" (Revista Expressão, no. 61 1995; p: 27).

Segundo Axelrod e Cohen (2000), "As competições com premiações atuais são usadas para recompensar, encorajar e definir excelência em uma ampla faixa de atividades, desde um concurso de arte na escola primária até os Prêmios Nobel em física, paz e literatura. Há novos prêmios para beleza, o mais valioso instrumentista, o mais bem vestido, e para qualidade nos negócios. A efetividade dos prêmios é ampliada na medida em que a sociedade desenvolve mais canais extensivos para disseminar novas premiações".

Quando iniciou em 1993, a área de abrangência do Prêmio era apenas Santa Catarina. Em 1994, estendeu-se para o Paraná e, em 1995, para o Rio Grande do Sul, sendo a partir deste ano Prêmio de abrangência regional. O quadro 7.1 apresenta a distribuição dos prêmios pelos estados ao longo dos oito anos analisados.

Quadro 7.1: Distribuição do Prêmio por Estados

Prêmios por Estados					
Ano	SC	PR	RS	Região Sul	Subtotal
1993	10				10
1994	6	3		2	11
1995	5	4	7		16
1996	9	1	4	1	15
1997	10	2	9		21
1998	12	6	5		23
1999	15	4	5		24

2000	12	6	6		24
Total	79	26	36	3	144

De acordo com as diretrizes da Editora Expressão ([www.expressao.com.br](http://www.expressao.com.br), em 28/07/200) o prêmio pretende divulgar os esforços de empresas e instituições no sentido de diminuir os impactos da poluição no meio ambiente e contribuir para a conservação dos recursos naturais e o desenvolvimento de uma consciência ambiental.

### 7.3.1 Júri e Julgamento

A Editora Expressão Sul e a revista Expressão têm função de coordenação junto a júri previamente escolhido, levando-se em conta o conhecimento técnico, a projeção pessoal e a credibilidade de cada um dos participantes. O Júri tem se alterado ao longo de cada Prêmio.

No caso do Prêmio Expressão de Ecologia, o júri é soberano e de seu julgamento não caberá nenhum tipo de recurso, sendo que durante o processo de julgamento, o júri poderá solicitar informações complementares sobre cada case, assim como documentos comprobatórios.

Para Axelrod e Cohen (2000), "a partir do ponto de vista da complexidade, a maior vantagem das competições com premiações é que elas podem dar crédito para pessoas ou atividades baseado em critérios que são diferentes dos padrões existentes. A pressuposição é que seleção cuidadosa de uma comissão julgadora pode fazer valer a pena avaliações de qualidade. Os efeitos indiretos são tão importantes como os efeitos diretos."

### **7.3.2 Critérios de julgamento**

O júri baseou seus critérios de julgamento na legislação vigente e nos seguintes parâmetros de avaliação, considerando a categoria em que a empresa está competindo:

- a) Sistema de gestão e auditoria ambiental institucionalizado na empresa;
- b) Otimização do processo de produção, quanto aos balanços de massa e de energia, com mínimo de geração de efluentes líquidos e gasosos e de resíduos sólidos;
- c) Utilização da melhor tecnologia disponível para controle da poluição, seu monitoramento e destino de resíduos;
- d) Relação custo/benefício, inclusive ambiental, e cronograma físico-financeiro da implementação do projeto;
- e) Harmonia da integração com as entidades de proteção ambiental, comunidade interna, externa e público consumidor;
- f) Potencial de difusão, ou seja, aplicabilidade em outras empresas;

O júri levará em consideração os documentos gerados pelos processos de regulamentação da série ISO 14000.

Os itens f e g foram incorporados somente nos anos de 1999 e 2000.

### **7.3.4 Análise dos dados**

Os dados apresentados neste trabalho são os que foram publicados na revista Expressão, por ocasião da premiação. Não foi realizada a

checagem dos dados originais enviados pelas empresas para participação no Prêmio.

No anexo 1, são apresentados os resumos dos cases das empresas vencedoras relativos aos anos de 1993 a 2000.

A análise dos dados e a construção da estrutura de referência ocorreram ao mesmo tempo. A medida que íamos identificando os conceitos básicos, voltávamos para os cases procurando extrair uma relação entre o teoria e a prática. O primeiro desafio foi, então, estabelecer essa relação.

O segundo foi encontrar uma forma gráfica que passasse a idéia de dinamicidade, característica primordial dos Sistemas Adaptativos Complexos. Para isso, emprestamos da teoria dos sistemas dinâmicos o conceito de "road map" ou mapas iterativos. Segundo Bar - Yam (1997), um mapa iterativo  $f$  é uma função que mostra a evolução de um espaço do sistema  $S$  em função do tempo (discreto)

$$s(t) = f(s(t - \delta t))$$

ou seja, onde  $s(t)$  é o estado atual descrito como uma função do estado anterior.

Um road map é um mapa iterativo na medida em que as ações tomadas em um determinado instante seguem uma seqüência lógica. Essa seqüência lógica pode implicar em trajetórias dentro do espaço de estados que podem variar de ordenadas, passando por homeostáticas até caóticas (ver figura 4.1).

Ao longo dos 8 anos (1993- 2000), foram realizadas 144 premiações nas categorias apresentadas na figura 7.1.



**Categorias  
Prêmio Expressão de Ecologia  
1993 a 2000**

- Personalidade Ambiental
- Controle de poluição Industrial
- Agropecuária/ Manejo Agropecuário
- Educação Ambiental
- Manejo Florestal
- Marketing Ecológico
- Produto Verde
- Mineração
- Recuperação de áreas degradadas
- Turismo e qualidade de vida
- Entidade de Classe
- Reciclagem
- Tecnologia de Controle Ambiental

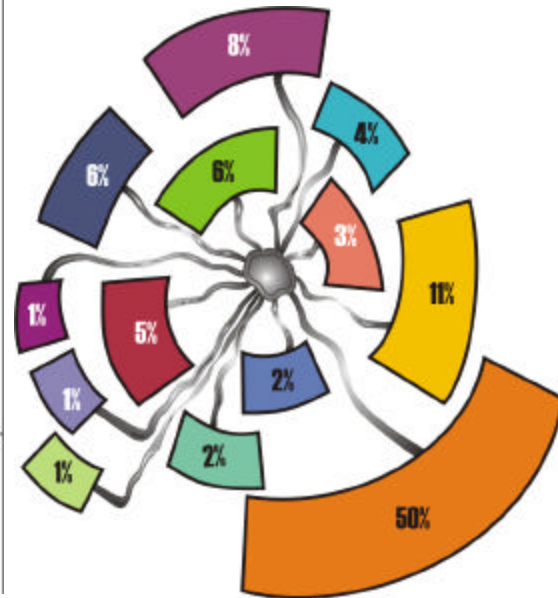
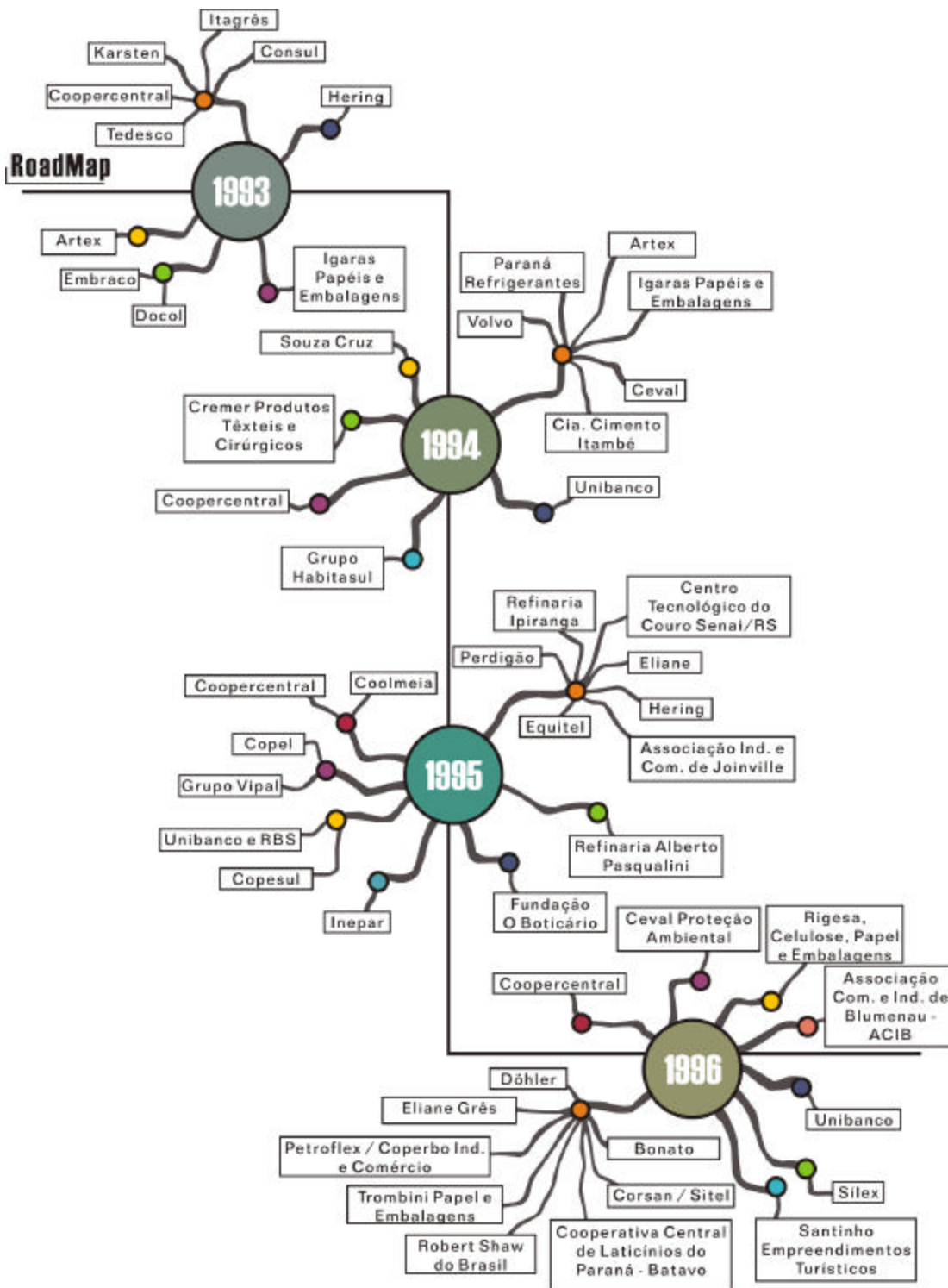


Figura 7.1: Categorias do Prêmio Expressão de Ecologia (1993-

A Figura 7.2 apresenta, de forma gráfica, as empresas vencedoras por ano e por categoria da premiação nas oito versões do Prêmio (1993 a 2000).







Com o objetivo de auxiliar a compreensão de alguns conceitos dos sistemas adaptativos complexos, escolhemos alguns deles para olhar o universo das premiações.

A primeira etapa da análise foi trabalhar com os conceitos **agente, população, tipo, estratégia e sistema adaptativo complexo** e ver como eles poderiam ser utilizados no contexto do Prêmio.

Quando olhamos para um Sistema Adaptativo Complexo, procuramos por características que possam nos mostrar a singularidade do sistema.

Ao olharmos para a Figura 7.2 (a e b), experimentamos considerar as 144 entidades/ empresas vencedores do Prêmio como um sistema. Procuramos identificar, por exemplo, os **tipos** de empresas (setores industriais) que venceram nas categorias **Controle da Poluição**.

A figura 7.3, apresenta os tipos de empresas vencedoras na categoria Controle da Poluição.

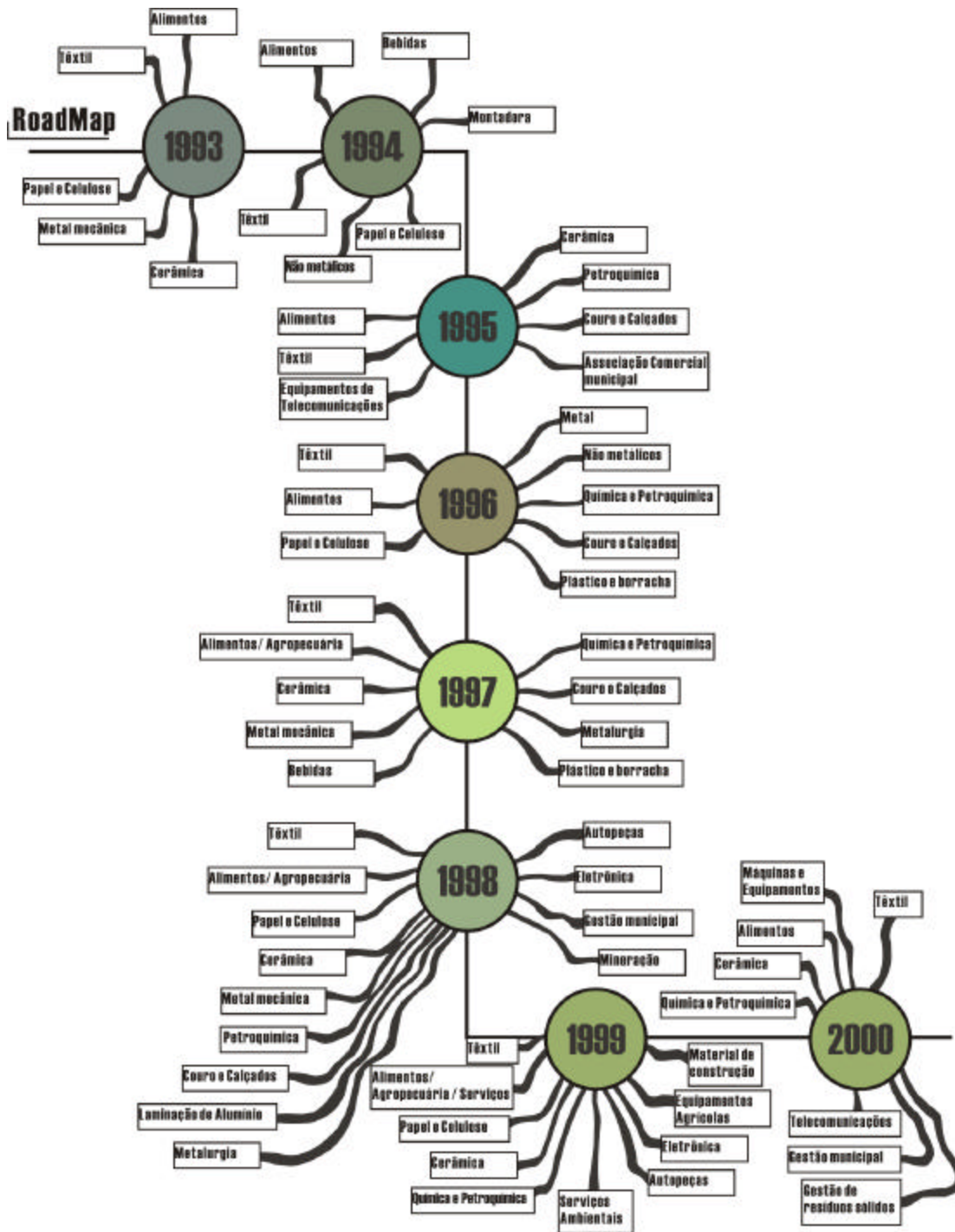


Figura 7.3. Tipos de empresas vencedoras da Categoria Controle de Poluição



Ao analisarmos a figura 7.3, podemos notar a ampliação do número de tipos de empresas participantes (variedade). No início, temos setores mais tradicionais como têxtil, alimentos, papel e celulose, metal mecânico, etc., para áreas como eletrônica, telecomunicações, gestão municipal, serviços ambientais, etc., mostrando a ampliação das possibilidades de atuação ambiental.

Outra maneira de analisarmos o resultado dos Prêmios é identificar os agentes, isto é, as empresas vencedoras em cada setor. Neste caso, podemos identificar quais foram as empresas vencedoras na categoria Controle de Poluição para o setor Têxtil.

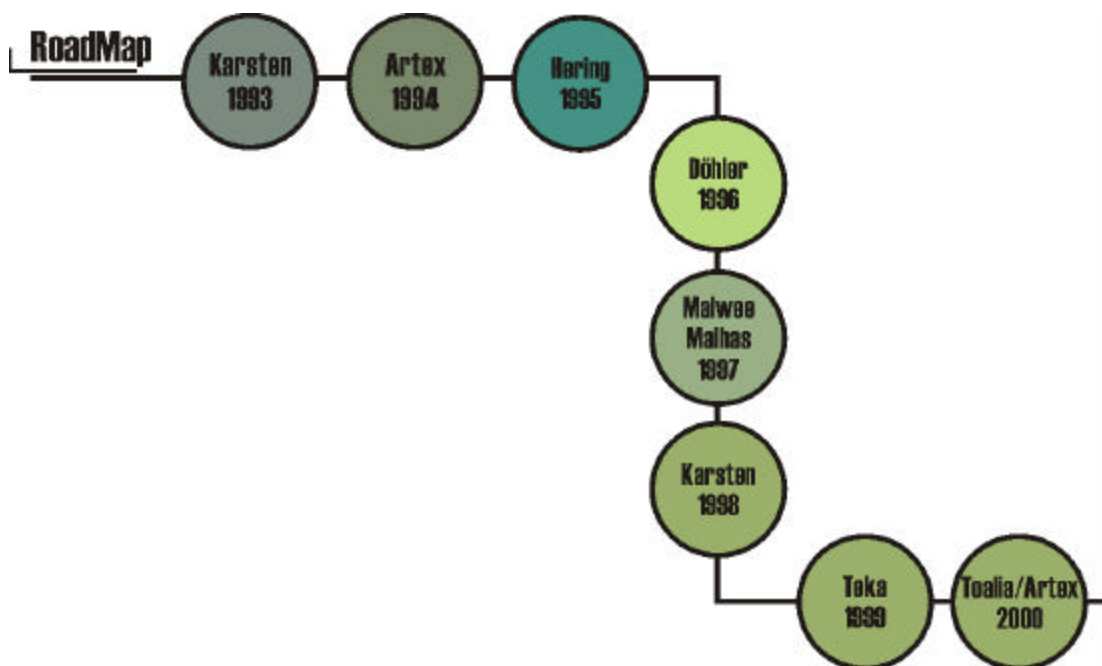


Figura 7.4: Empresas do Setor Têxtil Vencedoras da Categoria Controle da Poluição

Podemos, também, olhar as organizações através de seu conjunto de estratégias, no caso específico deste trabalho, as que estão ligadas ao meio ambiente. Por exemplo, quais as estratégias vencedoras

utilizadas pelas empresas do setor têxtil na Categoria Controle da Poluição, ao longo dos anos analisados?

**Karsten 1993:** Controle emissões atmosféricas e efluentes líquidos; redução consumo de combustível; substituição de matéria-prima.

**Artex 1994:** Sistema de tratamento de efluentes; redução do consumo de água; alteração de equipamentos do processo; pesquisa para substituições de insumos que têm potencial poluidor; atuação junto a fornecedores para buscar insumos menos poluentes.

**Hering 1995:** Compra de máquinas que consomem menos energia e geram menos efluentes; segurança dos funcionários; cuidado com as embalagens; preservação da mata nativa e reflorestamento.

**Döhler 1996:** Sistema de tratamento de efluentes líquidos, aterro industrial próprio; redução das emissões aéreas; embalagens recicláveis; produtos têm certificado que não causam nenhum dano à saúde. Participa do Projeto Ecogoman.

**Malwee Malhas 1997:** Reserva de Mata Atlântica; construção de aterro industrial próprio.

**Karsten 1998:** Tecnologia para redução de resíduos sólidos.

**Teka 1999:** Tratamento de efluentes; redução dos resíduos sólidos; reciclagem da sobra de material.

**Toalia/ Artex 2000:** Desenvolvimento de tecnologia para identificação de biodegradabilidade de produtos; substituição de matéria-prima e insumos; aumento eficiência do sistema de tratamento de efluentes.

Podemos concluir que as estratégias desenvolvidas para esta região do país, em termos de setor têxtil na categoria Controle de Poluição, resumem-se em:

- Controle de emissões atmosféricas e de efluentes líquidos e redução dos resíduos sólidos;
- Redução do consumo de combustível;
- Substituição de matéria-prima e insumos;
- Pesquisa para substituições de insumos que têm potencial poluidor;
- Atuação junto a fornecedores para buscar insumos menos poluentes;
- Desenvolvimento de tecnologia para identificação de biodegradabilidade de produtos;
- Embalagens recicláveis;
- Produtos têm certificado que não causam nenhum dano à saúde;
- Compra de máquinas que consomem menos energia e geram menos efluentes;
- Reciclagem da sobra de material;
- Construção de aterro industrial próprio;
- Tecnologia para redução de resíduos sólidos.

Vale lembrar que o Setor Têxtil também ganhou prêmios em outras áreas como: Produto Verde, Marketing Ecológico e Educação Ambiental. Todas essas estratégias podem, depois de analisadas, ser utilizadas pelas indústrias do setor, melhorando a sua atuação ambiental.

Para nos auxiliar a melhorar as estratégias e espaços de atuação na busca da sustentabilidade vamos trazer outros conceitos como Padrão de interação, Espaço físico e Espaço conceitual.

Ao olharmos novamente a figura 7.2, identificamos que a Empresa Coopercentral foi vencedora em sete das oito premiações analisadas, nas categorias de controle da poluição, manejo florestal, agropecuária, manejo agropecuário, marketing ecológico e educação ambiental. Por isso, a escolhemos como exemplo para esclarecer alguns conceitos acima.

A Coopercentral é uma sociedade cooperativa, fundada em 1969 por oito cooperativas da região oeste do estado de Santa Catarina. Hoje, esta sociedade é composta por 14 cooperativas e possui 19 unidades de negócios, entre eles frigoríficos, fábrica de rações, granja de matrizes de suínos, etc.

Carvalho (1997), em sua tese de Doutorado "As Estratégias de Crescimento das Empresas Líderes e o Padrão de Concorrência das Indústrias Avícola e Suinícola Brasileiras" identificou a Coopercentral como uma das indústrias de carne suína e avícola no Brasil. Dentro dessas indústrias, de acordo com metodologia sugerida por Porter (1996), identificou 5 grupos estratégicos, a partir das seguintes dimensões: grau de especialização, imagem de marca, canais de distribuição, qualidade do produto, grau de integração vertical, posição em termos de custos, extensão de serviços prestados, grau de diversificação, logística de produção e forma de crescimento.

As empresas que fazem parte desses grupos são as seguintes:

Grupo 1: Sadia, Perdigão e Ceval;



Grupo 2: Coopercentral, Chapecó e Frangosul;

Grupo 3: Pena Branca (SP), Batavo (PR), Minuano (RS), Avipal (RS), Da Granja (PR), Cooperativa Central Agropecuária Sudoeste (PR), Cooperativa Triticola Erechin (RS), Prenda (RS);

Grupo 4: Macedo Koerich (SC), Prenda (RS), Frigorífico Riosulense (SC), Granja Pinhal (PR), Avícola Paulista (SP), Sudcoop (PR), Império Lisamar (RJ), Cerati (SP);

Grupo 5: Pequenos abatedouros legalizados e pequenos abatedouros clandestinos.

De acordo com o trabalho de Carvalho (1997), a Coopercentral está inserida no Grupo 2. A classificação “Grupo” é um espaço conceitual construído pelo autor para categorizar as empresas que fazem parte do ramo industrial em estudo.

Consideramos agora a Coopercentral. De acordo com Axelrod & Cohen (2000; p:5), “um dos benefícios chaves da abordagem dos SACs é que ela nos auxilia a nos enxergarmos no contexto de uma população de agentes e nos auxilia a ver nossas ações no contexto de uma população de estratégias.”

Optamos por começar olhando a Coopercentral como uma população de estratégias, nos diversos cases vencedores, ao mesmo tempo que podemos olhar para a população de estratégias das outras empresas vencedoras na área de alimentos e agroindústria (figuras 7.5 e 7.6).

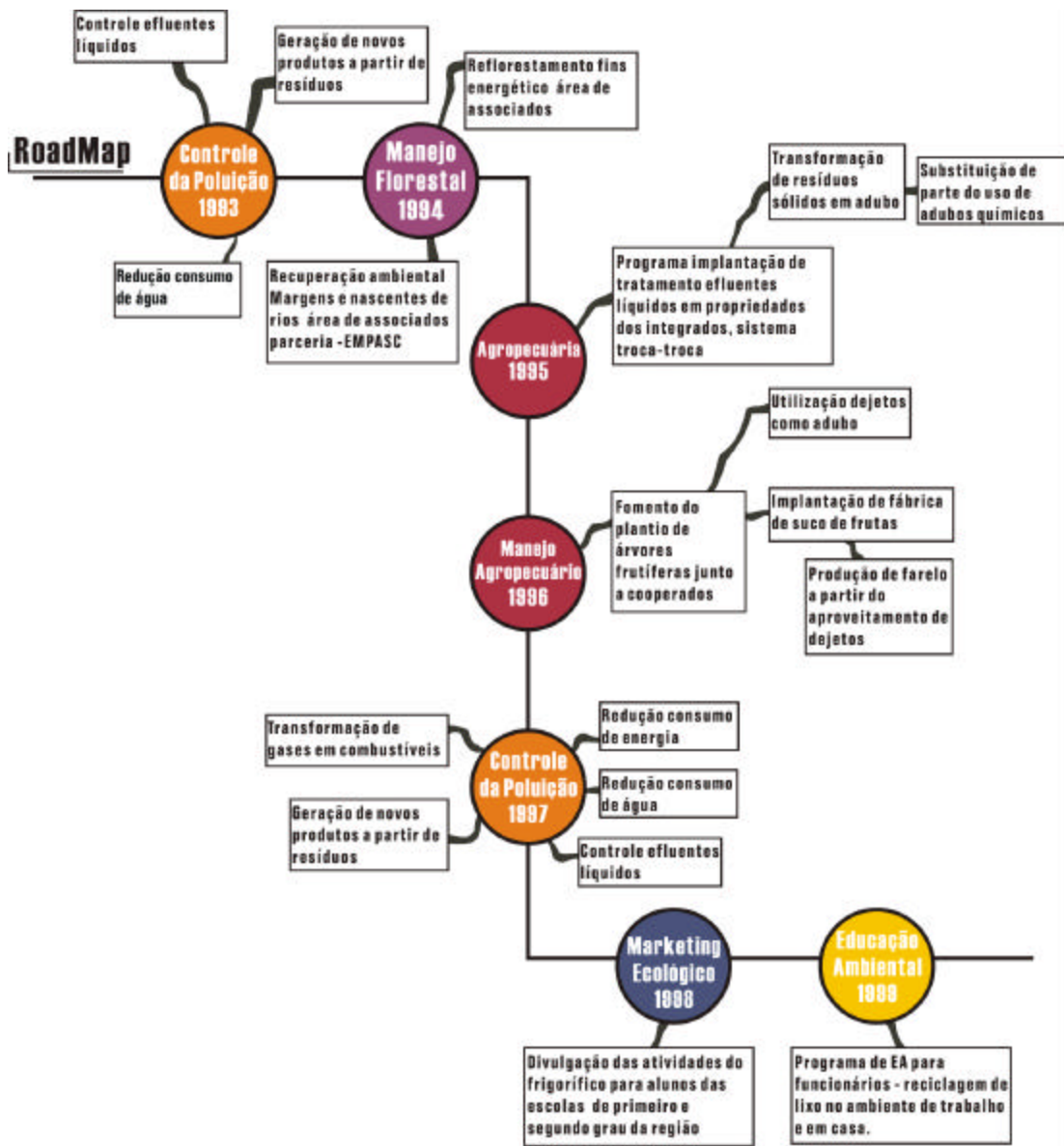


Figura 7.5 Resumo estratégias vencedoras da Coopercentral 1993-2000.

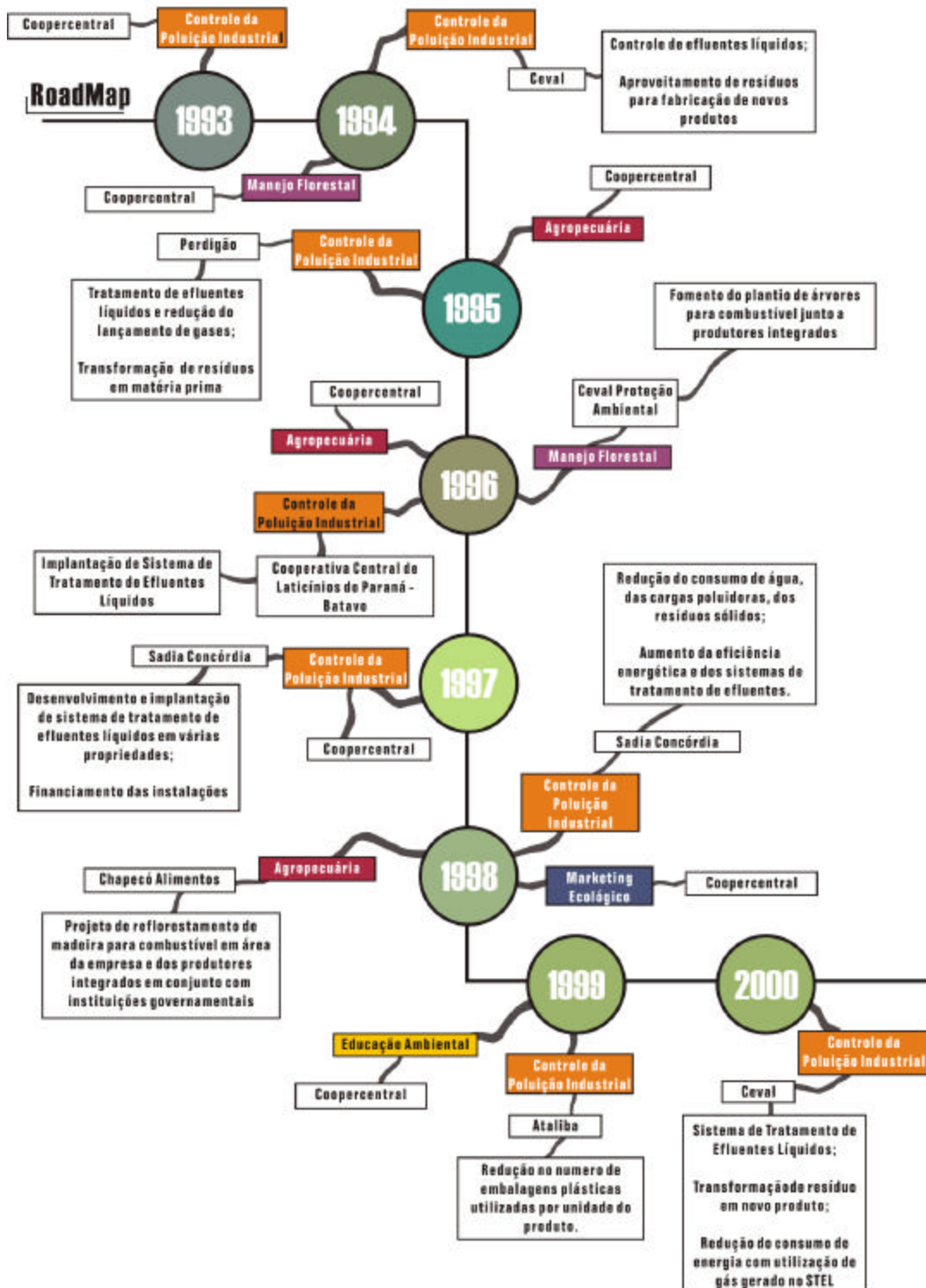


Figura 7.6: Resumo estratégias vencedoras das empresas na área alimentícia e agropecuária

Como podemos observar nas figuras 7.5 e 7.6, a Coopercentral está na frente das demais empresas do setor nas ações realizadas na área ambiental. Enquanto a maioria das empresas ainda está trabalhando para reduzir sua carga poluente, a Coopercentral sai na frente com projetos na área de Marketing Ecológico e Educação Ambiental. No entanto, se levarmos em consideração o Ciclo de estratégias de design para o ambiente (van Hemel, 2000), apresentado no capítulo 2, item 2.2.2, tanto a Coopercentral como as outras empresas ainda têm muito o que explorar ao longo do processo de vida útil de seus produtos e negócios, como os processos industriais, logística de distribuição, embalagens etc.

Importante salientar que, de todos os cases analisados, a Volvo foi a única empresa que desenvolveu estratégias e ações baseadas na análise do ciclo de vida de suas atividades.

Na figura 7.6, apresentamos a Coopercentral como uma população de agentes. Esses agentes ainda podem ser agrupados por tipos (variedade) como: cooperativas, unidades frigoríficas, granja de matrizes, filiais de vendas, etc., que podem auxiliar no melhor direcionamentos das estratégias da organização.

Outra questão importante que essa estrutura nos permite identificar com rapidez e que também podemos observar na figura 7.7 é o espaço, isto é, as áreas da organização (cooperativas, granjas, unidades frigoríficas, etc.) onde foram aplicadas as estratégias (espaço conceitual) e, conseqüentemente, localizar as áreas que estão sendo impactadas (espaço físico, município).

Citamos como exemplo, os prêmios:

- 1993 (Controle da Poluição): Unidade frigorífica de suínos, município de São Miguel do Oeste;
- 1994 (Manejo Florestal): onde as propriedades participantes faziam parte da Cooper A1, no município de Palmitos -SC e da Copérdia, no município de Concórdia;
- 1997 (Controle da Poluição): Unidade frigorífica de aves, município de Quilombo;
- 1998 (Marketing Ecológico): Unidade frigorífica de aves, município de Quilombo, que abrangeu a rede escolar sete municípios da região oeste de Santa Catarina, Quilombo, Formasa do Sul, Irati, Santiago do Sul, Marema, Jardinópolis e União do Oeste;
- 1999: (Educação Ambiental): envolve todas as unidades industriais (nos municípios de Chapecó, Quilombo, Maravilha, São Miguel do Oeste, Pinhalzinho em Santa Catarina e São Gabriel do Oeste, no Mato Grosso do Sul e todos os funcionários da Coopercentral, em Chapecó).

Em função do tempo, não foi possível determinar a evolução dessas estratégias dentro da Coopercentral, mas a utilização da estrutura de referência, no caso, do Prêmio de 1994, permite que cheguemos até o nível do produtor rural, o espaço físico em que está inserido, os recursos tecnológicos (artefatos) utilizados, a melhoria ambiental na região do entorno, etc.

Podemos, também, procurar identificar os padrões de interação que se estabeleceram entre os agentes para a realização das estratégias avaliadas, bem como as medidas de desempenho utilizadas, para acompanhar a aplicação das estratégias.

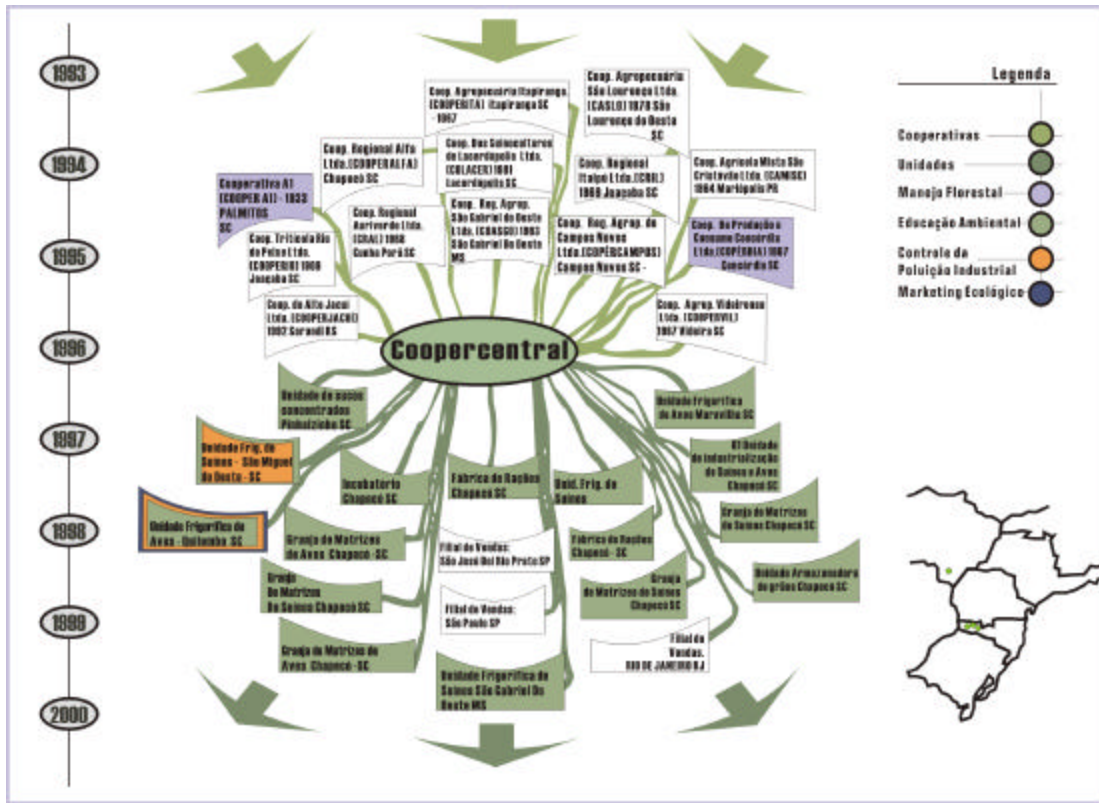


Figura 7.7: Estrutura da Coopercentral

## 7.4 Considerações finais

Até que ponto a mudança de estratégias de uma organização pode prezar pela sua sobrevivência e pela sobrevivência do meio ambiente no qual está inserida? O ponto exato não sabemos precisar, no entanto, alguns casos ganhadores do Prêmio Expressão de Ecologia podem dar alguns exemplos como:

A implantação de sistema de tratamento de efluentes da Coopercentral contribuiu para a recuperação ambiental do rio Iguaçu,



no município de Chapecó; substituição das caldeiras na fábrica da Igaras, em Otacilio Costa, que fazem a recuperação do licor negro permitiu o processamento conjunto do licor negro de outra empresa, a redução de 85% do consumo de produtos químicos e a instalação de turbo gerador capaz de fornecer 70 % da energia consumida contribui para a melhoria da qualidade ambiental do município; a inserção no mercado de novos produtos menos novo ao meio ambiente, o trabalho conjunto das associações comerciais, os programas de educação ambiental, entre tantos outros exemplos vencedores e não vencedores do Prêmio Expressão, dão-nos otimismo e fé de que vale a pena continuarmos pesquisando e ampliando as nossas possibilidades de atuação.

## **8 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS**

### **TRABALHOS**

Quando iniciei meu mestrado em 1992, era integrante de um grupo onde estudávamos os primeiros artigos sobre sustentabilidade. Em alguns momentos sentíamos que nos faltavam palavras, em outros tínhamos dificuldades de abstrair o que este novo conceito trazia no seu âmago e como poderia influenciar nossas vidas, nosso trabalho, as organizações e numa visão maior o próprio planeta terra.


Fechando esta pesquisa de doutorado, percebi o quanto esta semente ficou presente; e a necessidade de fazer brotar em mim este novo conteúdo. Os frutos estão aí, nessas páginas, mas o caminho percorrido, os amigos encontrados, as relações estabelecidas e as ações realizadas, como é colocado pelos cientistas da complexidade, vão além do que possamos prever ou imaginar.

Quatro questões básicas ficaram presentes para mim, com o estudo dos sistemas adaptativos complexos tendo como perspectiva a sustentabilidade:

- a necessidade da construção de “**identidade**” (**self**), que possua um aspecto holográfico ou fractal no qual as partes interagem



continuamente para recriar o todo e o todo afeta a maneira como as partes interagem.

- a necessidade de despertar o sentimento de **“pertencer”**, sem o qual não nos sentimos responsáveis nem pelo meio ambiente, que estamos inseridos, seja ele físico ou conceitual;
- a importância de estarmos conectados com o **“espaço”** e o **“tempo”**, em outras palavras, o **“aqui”** e o **“agora”**, e sabermos que a cada instante estamos diante de oportunidades de fazermos escolhas e que estas escolhas abrirão novas possibilidades para nós e para os outros;
- a transição de pensamento linear, que a palavra chave para mim ficou sendo somatória ( $\Sigma$ ), para um pensamento complexo () , onde as palavras chaves passam a ser emergência, auto-organização e adaptação.

Identificamos a teoria dos sistemas adaptativos complexos como um grande referencial para olharmos as organizações e como esta se insere dentro do seu ambiente, seja ele físico ou conceitual.

A possibilidade de poder estudar os 144 cases vencedores do Prêmio Expressão de Ecologia, também nos ajudou a perceber a riqueza da diversidade de empresas que hoje busca soluções para as questões ambientais nos mais diferentes setores da sociedade. No entanto, sentimos que é necessário ir além. Não um olhar só voltado para as organizações em si, mas nas estratégias que elas utilizam para interagir, internamente e com meio em que estão inseridas, num movimento contínuo de auto-organização e adaptação, como um andar sobre a “fita de Moebius”.

A experiência de ministrar aulas no PPGEP, auxiliou-me a entender o processo de construção do conhecimento, e o que Pierry Levi queria dizer com Rede Hipertextual de Significados.

Os trabalhos nesta área ainda estão por vir. Este é apenas uma pequena contribuição, uma semente, que germinará a medida que outros pesquisadores explorarem o referencial.

Como sugestão para futuros trabalhos, indicamos a utilização da estrutura de referência para estudos de exemplos práticos, a discussão com outros profissionais para ampliação do entendimento dos conceitos apresentados e a criação de uma Área de Estudos da Complexidade dentro do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

## **9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AXELROD, R. M. and COHEN, M.D. **Harnessing complexity: organizational implications of a scientific frontier**. New York: The Free Press, 2000.

AXELROD, R. M. **The Complexity of Cooperation: Agent-bases models of competition and collaboration**. New Jersey: Princeton University Press, 1997.

BACON, Brian & O'DONNELL, Ken. **No Olho do Furacão – sobrevivência para organizações e indivíduos em tempos de caos**. Salvador. Casa da Qualidade, 1999.

BAR-YAM, Y. **Dynamics of complex systems**. Perseus Books, 1997.

BAUER, Ruben. **Gestão da Mudança: caos e complexidade nas organizações**. São Paulo: Editora Atlas, 1999.

BEDEIAN, Arthur G., ZAMMUTTO, Raymond F. **Organizations – Theory and Design**. USA. The Dryden Press International Edition, 1991.

BOHN, David. **“Quantum Theory or an indication of a new order in physics - Part A. the development of new order as show through the history of physics.”** Foundation Physics.

BLACKMORE, Susan. **The Meme machine**. New York. Oxford University Press Inc., 1999.

BRUYNE p. ET AL. **Dinâmica da pesquisa em ciências sócias: os pólos da prática metodológica**. 2 ed. Rio de Janeiro. Francisco Alves, 1982.

CALLENBACH, Ernest et alli. **Gerenciamento Ecológico: guia do Instituto Elmwood de Auditoria Ecológica e Negócios Sustentáveis**. São Paulo: 1997.

CARVALHO, L. C. As Estratégias de crescimento das empresas líderes e o padrão de concorrência das indústrias avícola e suinícola brasileiras. Florianópolis, 1997. **Tese** (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina.

COELHO, C. C. S. R. A questão ambiental dentro das indústrias de Santa Catarina: uma abordagem para o segmento industrial têxtil. Florianópolis, 1996. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina.

CMSMD -COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum**. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CNUMAD -Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Agenda 21**. 2 ed. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 1997.

CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Relatório de Sustentabilidade Empresarial**. Rio de Janeiro, 1999.

CONSTANZA, R. **Economia ecológica: uma agenda de pesquisa**. In: **Valorando a natureza - análise econômica para o**

desenvolvimento sustentável. Editora  
Campus, Rio de Janeiro, 1994.

CONTRANDIOPOULOS A P.,  
CHAMPAGNE, F., POTVIN, L., DENIS, J. L.  
BOYLE, P. **Saber preparar uma pesquisa.**  
São Paulo: Hucitec, 1997.

CONVENEY, Peter & HIGHFIELD Roger. **Frontiers of Complexity.** New  
York. Ballantine Books, 1996.

DAWKINS, R. **The selfish gene.** Oxford University Press, 1989.

DIJKSTERHUIS, M. S., VAN DER BOSCH, F. A. J., VOLBERDA, H. W. **Where  
do new organizational forms come from? Management logics as a  
source of coevolution.** Organization Science, v. 10, n. 5, set./out. 1999

DOVERS, R. S. & HANDMER, J. W. **Contradictions in Sustainability.**  
<http://nmsu.edu/~iirm/sustlogos/dovers.html> , acessado em 10/12/1998.

EXPRESSÃO. Florianópolis. Ano 4, n.40,1994.

EXPRESSÃO. Florianópolis. Ano 6, n.61,1995.

EXPRESSÃO. Florianópolis. Ano 6, n.71, 1996.

EXPRESSÃO. Florianópolis. Ano 7, n.82, 1997.

EXPRESSÃO. Florianópolis. Ano 8, n.92, 1998.

EXPRESSÃO. Florianópolis. Ano 10, n.108, 2000.

FERREIRA, L. C. **A QUESTÃO AMBIENTAL: sustentabilidade e políticas  
públicas no Brasil.** São Paulo: Jinkings Editores Associados, 1998.

FIALHO, F. A. P. **Introdução às ciências da cognição**. Florianópolis: Insular, 2001.

FIKSEL, Joseph. Measuring Sustainability in Ecodesign. In: CHARTER, M. and TISCHNER, U. (Ed.) **Sustainable Solutions**. Sheffield: Greenleaf Publishing Limited, 2001. p.165-187.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Editora Atlas, 1994. 4 ed.

GLEIK, James. **Caos – a criação de uma nova ciência**. Rio de Janeiro: Campus, 1990.

GODOY, A. **Pesquisa Qualitativa: tipos fundamentais** > revista de Administração de empresas > São Paulo: FGV, v.35, n.3, pp.20-29, maio/jun. 1995.

HOFSTADTER, Douglas R. Göedel, Escher, Bach an eternal golden braid. Vintage Books, 1980.

HOLLAND, J. Hidden Order. **How Adaptation Builds Complexity**. Cambridge: Perseus Books, 1995.

KAUFFMAN, S. **At home in the universe**. New York: Oxford University Press, 1995.

KAUFFMAN, S. **The origins of order: Self-organization and selection in**

evolution. New York: Oxford University Press, 1993.

KELLY, Susanne & ALLISON, Mary Ann. **The Complexity Advantage – how the science of complexity can help your business achieve peak performance.** New York, 1998.

LANGTON, C. G. **Artificial life.** Santa Fe Institute Studies in the Sciences of Complexity, vol 6. Redwood City, Calif.: Addison-Wesley, 1989.

LEWIN, J. **Estatística aplicada as ciências humanas** 2 ed. N.I.: Harper & Row Publisher Inc., 1985.

LEWIN, Roger. **Complexidade: a vida no limite do caos.** Rio de Janeiro: Rocco, 1994.

MACEDO, R.K. **Gestão Ambiental: os instrumentos básicos para a gestão ambiental de territórios e de unidades produtivas.** Rio de Janeiro: ABES: AIDIS, 1994.

MATURANA, Humberto, VARELA, Francisco G. **De Maquinas e Seres Vivos - Uma teoria sobre a organização biológica.** Chile: Editorial Umiversitaria, 1972.

MENON, M., MENON, A. **Enviropreneurial Markenting Strategy: The emergency corporate Environmentalism as Markenting Strategy:** *Jornal of Marketing*, p. 4-18, 1997.

MINTZBERG, H., AHLSTRAND B. and LAMPEL J. **Safári de estratégia: um roteiro pela selva do planejamento estratégico.** Porto Alegre: Bookman, 2000.

MORIN, E. **Ciência com consciência**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

MORGAN, Gareth. **Imagens da Organização**. São Paulo: Editora Atlas, 1996.

NÓBREGA, C. **Em busca da empresa quântica**. 2. ed. Revista - Rio de Janeiro:

Ediouro, 1999.

NUSSENZVEIG, H. M. (org.) **Complexidade e caos**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ/COPEA, 1999.

PAULI, Gunter. **Emissão Zero - a busca de novos paradigmas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1996.

\_\_\_\_\_. **Upsizing: como gerar mais renda criar mais postos de trabalho e eliminar a poluição**. Porto Alegre: Fundação Zeri Brasil/L&PM, 1998.

PASQUALI, L. **Teoria e métodos de pesquisa em ciências do comportamento**. Brasília Instituto de Psicologia/INEP/ UnB, 1996.

PNUMA & ICLEI. **Manual de Planificación para la Agenda 21 Local - Uma introducción a la Planificación para el Desarrollo Sostenible**. Toronto: Internacional Council for Local Environmental Initiatives, 1996.



POLONSKY, M. J. Green Marketing. In: CHARTER, M. and TISCHNER, U. (Ed.) **Sustainable Solutions**. Sheffield: Greenleaf Publishing Limited, 2001, p 282-300.

PORTER, M. E. and C. van der Linde. **Green Competitive: Ending the Stalemate**. Harvard Business Review, p. 120-134, 1995.

ROSZAK, T.; GOMES, M. E.; KANNER, A. D. **Ecopsychology**. San Francisco: Sierra Books, 1995

RUSSEL, Peter. **O Despertar da Terra - O Cérebro Global**. São Paulo: Editora Cultrix, 1991.

SANTOS, N. dos; FIALHO, F. **Antropotecnologia, autopoíese e a ergonomia cognitiva**. IN Segundo Congresso LatinoAmericano e Sexto Seminário Brasileiro de Ergonomia. Anais. Florianópolis: ABERGO/FUNDACENTRO, 1993.

SAPP, A. **Physical Journal** 40.

\_\_\_\_\_. **Nível, Matter, and Quantum Mechanics**. Springer Versley, 1993

SARFATTI, J. <http://www.hia.com>

SENGE, P. M. A. **Quinta Disciplina - Arte, Teoria e Prática da Organização de Aprendizagem**. São Paulo: Editora Best Seller, 1990.

SERRA, C. P. e KARAS, E. K. **Fractais gerados por sistemas dinâmicos complexos**. Curitiba: Champagnat, 1997.

SEAGAN, Carl. **Cosmos**. Rio de Janeiro: Livraria Francisco Alves, 1989.

SILVA, J. S. **Uma abordagem cognitiva ao planejamento estratégico do desenvolvimento sustentável**. Florianópolis, 1998. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina.

SPANGENBERG, J. H. Sustainable Development: from catchwords to benchmarks and operational concepts. In: CHARTER, M. and TISCHNER, U. (Ed.) **Sustainable Solutions**. Sheffield: Greenleaf Publishing Limited, 2001. p.24-47.

STACEY, Ralph D. **Complexity and Creativity in Organizations**. San Francisco. Berret-Koehler Publishers, 1996.

STAHEL, W.R. Sustainability and Services. In: CHARTER, M. and TISCHNER, U. (Ed.) **Sustainable Solutions**. Sheffield: Greenleaf Publishing Limited, 2001. p. 151- 164.

TOLBA, M. K.. **Salvemos el Planeta** - Problemas e Esperanzas. London: Chapman & Hall, 1992.

VIEIRA, List. **Cidadania e globalização**. Rio de Janeiro: Record, 1997.

WIGNER, E. **The Scientist Speculates**. Ed. I. J. Good, Basic Books, 1962.

WACKEERNAGE, M. **Advancing sustainable resource management. Using ecological foot print analysis for problem formulation policy development and communication.**  
[www.rprogress.org](http://www.rprogress.org) (8/08/2001)





