

INTRODUÇÃO À TEORIA DOS SISTEMAS

B3-8i
e.1

NOTA DO AUTOR

O propósito deste material é apresentar ao estudante uma síntese coerente dos principais conceitos e idéias sobre a Teoria dos Sistemas, que se encontram dispersos em vários livros e artigos.

Este material é resultado de um trabalho de simples compilação, na medida em que reúne, por assunto, textos produzidos por outros autores, referenciados na bibliografia.

Pela associação de conhecimento fragmentado e idéias dispersas, tornou-se possível o desenvolvimento de um corpo concreto, sistêmico, onde os fatos isolados talvez não apresentem valor ou interesse, mas agrupados formam um conjunto útil de novas idéias e concepções.

Os termos utilizados pelos autores são apresentados com exatidão, na tentativa de não distorcer as idéias originais. Contudo, adaptações foram feitas quando convenientes para a preservação do objetivo deste texto.



SUMARIO

1. Conceito Geral.....	03
1.1. Método Analítico e Método Sintético.....	03
1.2. Introdução ao Pensamento Sistemico.....	07
1.2.1. O Problema do Auto-Controle.....	09
1.2.2. O Problema da Humanização.....	16
1.2.3. O Problema do Meio-Ambiente.....	21
1.3. Caracterização.....	24
1.4. Glossário de Conceitos.....	29
2. O Enfoque Sistemico.....	33
2.1. Implicações.....	33
2.2. A Organização Segundo o Enfoque Sistemico.....	36
2.2.1. Propriedades dos Sistemas Organizacionais.....	39
2.3. Classificação de Sistemas.....	46
2.3.1. Uma Proposta de Classes de Sistemas.....	50
3. A Ciência e a Evolução dos Sistemas.....	52
3.1. A Metodologia da Engenharia de Sistemas.....	57
3.2. A Metodologia da Análise de Sistemas.....	62
3.3. Uma Metodologia para Sistemas "Soft".....	71
3.3.1. A Metodologia Proposta por Checkland.....	72
Bibliografia Básica.....	84

1. Conceito Geral

1.1. Método Analítico e Método Sintético

a) A ERA DAS MAQUINAS:

Os fundamentos intelectuais da era das máquinas consistem de duas idéias básicas sobre a natureza do mundo (e das coisas) e sobre o modo de como o entendemos.

A primeira idéia é chamada Reduccionismo. É a crença de que todas as coisas, e nosso conhecimento e experiência sobre elas, podem ser reduzidos, decompostos ou desmontados até os elementos finais, partes indivisíveis. Por exemplo, os átomos na física, substâncias simples na química, células na biologia, instintos básicos na psicologia.

O Método (pensamento) Analítico é um complemento natural da doutrina do Reduccionismo. É o processo mental através do qual qualquer coisa a ser explicada e, portanto, compreendida, é decomposta até as partes independentes e indivisíveis (Análise). Explicações do comportamento e propriedades do todo eram extraídas das explicações do comportamento e propriedades das partes.

Assim, a análise de um problema consistia em decompo-lo em um conjunto de problemas mais simples. Estes problemas eram então resolvidos e estas soluções eram montadas (agregadas) para se obter a solução do todo (problema original). Se o problema a ser resolvido pudesse ser reduzido a um conjunto de sub-problemas independentes, então a solução para o todo não era nada mais que a soma das soluções para suas partes.

Pode ser observado que os conceitos de divisão do trabalho e estrutura organizacional, são manifestações do Pensamento Analítico.

Quando o todo a ser explicado não pudesse ser decomposto em partes independentes, as relações entre estas partes tinham que ser entendidas, de modo a entender o todo. Consistente com o reduccionismo, acreditava-se que todas as interações entre objetos, eventos e suas propriedades poderiam ser resumidas, pela

análise, a uma relação fundamental de CAUSA-EFEITO.

Uma coisa ou evento era dito ser a causa de outro, seu efeito, se o primeiro fosse necessário e suficiente para o segundo. Para se explicar o efeito não se exigia nada mais que a causa. Assim, a busca por "CAUSAS" se dava em "Ambientes Controlados", empregando-se o que hoje é chamado de Sistemas Fechados.

Leis como a de corpos em queda livre, eram formuladas excluindo os efeitos do ambiente (o vácuo é não-ambiente). Ambientes especialmente projetados (ambiente não-natural) eram usados para eliminar os efeitos ambientais em um fenômeno sob estudo (ambientes chamados de laboratórios).

Com isto, a visão do mundo era DETERMINÍSTICA: tudo que ocorria acreditava-se ser completamente determinado por algo que o precedia.

Dentro deste contexto, surgiu a segunda idéia desta era chamada de MECANICISMO.

Levado a seu limite, o pensamento reducionista-causal força a concepção do universo como uma máquina.

b) A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

As máquinas foram concebidas para serem reduzíveis a três elementos mecânicos básicos: a roda e o eixo, a alavanca e o plano inclinado. O trabalho de uma forma similar foi analisado e reduzido até as operações de trabalho mais elementares (básicas). Este processo tornou-se conhecido como Estudo do Trabalho (Work Study).

Máquinas foram desenvolvidas para desempenhar tantas tarefas quantas possíveis. O homem realizava as que não podiam ser mecanizadas. Homens e máquinas foram organizados em redes de processamento, culminando na produção em massa e linha de montagem.

Assim, a mecanização constituiu-se na substituição de homens por máquinas, que acabou por afetar a natureza das tarefas "deixadas" para o homem desempenhar. A mecanização levou a desumanização do trabalho do homem, esta foi a ironia da Revolução Industrial.

Dentro deste processo, o homem passou a executar operações tão simples e repetidas vezes, que em curto espaço de tempo passou a ser uma parte do processo produtivo.

c) A ERA DOS SISTEMAS

Embora as eras não tenham um início e um fim precisos, diz-se que por volta de 1940 teve início a ERA DOS SISTEMAS. Esta nova era é o produto de uma nova estrutura intelectual, na qual as doutrinas do reducionismo e mecanicismo e o pensamento analítico estão sendo substituídas por doutrinas como o expansionismo, teleologia e o pensamento sintético.

Expansionismo estabelece que todos os objetos e eventos, e a experiência sobre eles, são partes de todos maiores. Ele não contradiz que estes objetos e eventos têm partes, mas enfoca o todo do qual fazem parte.

Expansionismo é uma outra forma de "ver" as coisas, um modo que é diferente, mas compatível com o reducionismo. Ele transfere a atenção dos elementos finais, para o todo com partes interrelacionadas, em suma para SISTEMAS.

Sistemas tem sido amplamente reconhecidos como um conceito novo para a organização da ciência, ou seja, o conceito não é novo, mas seu papel de organização na ciência é.

Segundo Ackoff, um Sistema é um conjunto de elementos interrelacionados de qualquer espécie, por exemplo, conceitos (como no sistema numérico), objetos (como no sistema de telefonia ou no corpo humano) ou pessoas (como na sociedade). Os elementos do conjunto e o conjunto de elementos que formam o sistema têm as seguintes três propriedades:

- 1) As propriedades ou comportamento de cada elemento do conjunto influenciam (têm efeito sobre) as propriedades ou comportamento do conjunto como um todo. Exemplo: todo órgão do corpo de um animal afeta o seu desempenho global.
- 2) As propriedades e o comportamento de cada elemento, e o modo pelo qual ele afeta o todo, dependem das propriedades e com-

portamento de pelo menos um outro elemento do conjunto. Exemplo: o comportamento do coração e o efeito que ele tem sobre o corpo humano dependem do comportamento dos pulmões.

- 3) Todo possível sub-grupo de elementos do conjunto tem as duas primeiras propriedades. Cada um tem um efeito, e nenhum um efeito independente sobre o todo. Um sistema não pode ser decomposto em subsistemas independentes. Por exemplo, todos os subsistemas do corpo de um animal - como o nervoso, o respiratório, o digestivo e o motor - interagem e cada um afeta o desempenho do todo.

Em função destas três propriedades o conjunto de elementos que formam um sistema tem certas características ou determinado comportamento, que nenhuma de suas partes ou sub-grupos têm.

Um sistema é mais que a soma de suas partes. Um ser humano pode escrever, correr, mas nenhuma de suas partes pode.

Do ponto de vista Estrutural, um sistema é um todo divisível, porém do ponto de vista Funcional é um todo indivisível, no sentido em que algumas de suas propriedades essenciais são perdidas quando o sistema é separado (decomposto).

Na Era dos Sistemas, tendemos a visualizar as coisas como partes de todos maiores, em vez de todos a serem decompostos. Esta é a doutrina do Expansionismo.

O expansionismo conduziu ao modo SINTÉTICO DE PENSAR, no qual alguma coisa a ser explicada é vista como parte de um sistema maior e, é explicada em termos do seu papel no sistema mais amplo. Por exemplo, a Universidade deve ser explicada pelo seu papel no sistema educacional, do qual ela é uma parte, e não pelo comportamento de suas partes (faculdades, departamentos).

O modo sintético de pensar, quando aplicado a problemas sistêmicos, é chamado ABORDAGEM SISTÊMICA. Esta abordagem apoia-se na observação de que o melhor desempenho de cada parte do sistema (eficiência) não garante o melhor desempenho do sistema como um todo. A ilustração a seguir torna esta afirmação mais clara.

Suponha que façamos uma pesquisa, entre todos os tipos de automóveis disponíveis, para levantar:

- qual o melhor carburador
- qual a melhor transmissão
- qual o melhor comando de válvulas, volante, embreagem, bloco, etc.
- até completar todas as peças do automóvel.

Completada esta fase, todas estas peças são retiradas para que sejam montadas em um automóvel - cada uma das melhores partes disponíveis.

Isto não seria possível porque as partes não se ajustam entre si. Mesmo que as partes se ajustassem, elas não trabalhariam bem juntas, porque o conjunto seria afetado pela eficiência das partes.

O desempenho de um sistema depende fundamentalmente de como as partes se ajustam e trabalham juntas, e não simplesmente do bom desempenho de cada parte, considerada isoladamente (sub-otimização das partes).

Além disso, o desempenho de um sistema depende também do seu relacionamento com o meio-ambiente (sistema mais amplo do qual faz parte) e com os outros sistemas neste ambiente. Por exemplo, o desempenho de um automóvel também depende das condições viárias em que opera. Da mesma forma, uma empresa depende do mercado em que opera.

Na Era dos Sistemas, a ciência está se desenvolvendo através da reunião de suas partes em uma grande variedade de "todos" cada vez mais compreensíveis. Os novos desenvolvimentos - como Cibernética, Pesquisa Operacional, Administração, etc. - valorizam as interrelações entre as partes e, conseqüentemente, têm características interdisciplinares.

1.2. Introdução ao Pensamento Sistêmico

Em função da ERA DOS SISTEMAS ter uma orientação TEOLÓGICA (ou seja, concepção de sistemas humanos e homens/máquinas como entidades funcionais, que perseguem metas), ela se

preocupa com Sistemas com Propósitos, ou seja, com sistemas que permitem a escolha dos meios e dos fins. Nesta categoria incluem-se todas as formas de organização, seja um grupo, seja uma empresa, ou seja a própria sociedade.

Existem três problemas básicos na Administração e Controle de Sistemas com Propósitos:

- 1) Problema do Auto-Controle
- 2) Problema da Humanização
- 3) Problema do Meio-Ambiente

O PROBLEMA DO AUTO-CONTROLE

Consiste de projetar e administrar os sistemas de modo que eles possam superar rapidamente e com complexidade crescente os problemas oriundos de um ambiente dinâmico, sob constantes mudanças.

O PROBLEMA DA HUMANIZAÇÃO

Consiste de encontrar maneiras de atender, de forma eficiente, aos propósitos das partes de um sistema, sem ferir os propósitos do próprio sistema.

O PROBLEMA DO MEIO-AMBIENTE

Consiste de encontrar modos de atender aos propósitos dos sistemas ambientais (que fazem parte do meio-ambiente) mais efetivamente, de forma a melhor atender aos propósitos do próprio sistema.

1.2.1. O PROBLEMA DO AUTO-CONTROLE

Quando um Sistema com Propósitos controla outro que é uma de suas partes, o primeiro administra o segundo. Administração envolve tomada de decisão, que por sua vez envolve a solução de problemas, sempre que o decisor estiver em dúvida sobre a escolha a fazer.

Convém ressaltar, que nenhum problema existe em completa isolamento. Qualquer problema interage com outros problemas e, portanto, é parte de problemas interrelacionados, uma situação problemática.

Na era das máquinas as situações problemáticas eram abordadas analiticamente. Elas eram quebradas em problemas discretos simples, que se acreditava serem passíveis de solução, independentemente uns dos outros.

Em situações problemáticas, dentro da abordagem sistêmica, a orientação deve ser "O QUE PLANEJAR". Na era das máquinas, grande esforço foi dedicado ao desenvolvimento de métodos e técnicas de solução de problemas, mas pouca atenção foi dedicada ao Planejamento.

Na era dos sistemas, o esforço está sendo concentrado no desenvolvimento de métodos eficientes para o Planejamento.

Existem muitos administradores e gerentes que ainda não acreditam em planejamento. As atitudes em relação a ele variam muito, mas podem ser agrupadas em quatro tipos básicos (puros), INATIVISMO, REATIVISMO, PREATIVISMO e INTERATIVISMO.

Estas atitudes podem ser combinadas em várias proporções no indivíduo e na organização, e podem variar de tempos em tempos ou de situação para situação.

Estas atitudes em relação ao planejamento são como cores básicas, podem ser misturadas de formas diferentes gerando atitudes secundárias, que podem mudar sob diferentes condições.

I - INATIVISMO

Os inativistas estão satisfeitos com as coisas como estão e a maneira com que estão indo. Assim, eles acreditam que qualquer intervenção no curso dos eventos não trará nenhum benefício.

Os inativistas têm uma postura de não mudar, sua filosofia administrativa é conservadora. Eles buscam a estabilidade e sobrevivência. Eles podem ser considerados como satisfeitos. Acreditam que a maioria das mudanças sociais e ambientais são ilusórias, superficiais ou temporárias. Não acreditam em crise, em função de já terem sobrevivido a crises e, não veem razões para acreditar que não o farão novamente.

As organizações inativistas desenvolvem várias atividades para evitar que mudanças sejam feitas. Elas realizam nada de várias formas. Primeiro, elas exigem que todas as decisões importantes sejam tomadas pela alta administração (topo). A rota para o topo é feita deliberadamente cheia de obstáculos (como uma proteção). Isto evita que muitas propostas de mudança cheguem até lá. Aquelas que eventualmente chegam são "esfriadas", até que se tornem inviáveis ou inoportunas. Estas propostas, alternativamente, são enviadas de volta para modificação, ou avaliação (para ganhar tempo).

Os inativistas, sempre que possível, utilizam palavras em lugar de ação. São prolixos, produtores de propostas, documentos estratégicos, relatórios, memorandos e muitas outras formas de documentos que podem substituir a ação.

Outro meio pelo qual a inatividade é atingida consiste da criação de comitês, conselhos, comissões, grupos de estudo, etc.. As responsabilidades de tais grupos são deliberadamente vagas, de forma que eles gastem a maior parte de seu tempo definindo suas funções, e em disputas internas de representatividade.

Em vez de tentarem obter o que eles desejam, os Inativistas tendem a querer o que eles podem obter. Em outras palavras, os fins escolhidos são os mais próximos dos meios disponíveis.

Em geral, as únicas organizações que suportam uma

administração inativa são as que estão protegidas de seu ambiente, por meio de subsídios que asseguram a sua sobrevivência independentemente do que realizam, empresas públicas, por exemplo.

II - REATIVISMO

Os reativistas preferem o estágio anterior ao estágio em que se encontram, e eles acreditam que as coisas estão caminhando de mal a pior. Assim, eles não só resistem a mudanças, como também tentam desfazer mudanças prévias, para retornarem aonde estavam. Geralmente eles são nostálgicos sobre "os bons velhos tempos". Sua propensão de retornar ao passado faz sua filosofia administrativa ser reacionária.

Sua orientação é voltada para remediar e não para aspirar. Eles tentam evitar o indesejável, em vez de perseguir o desejável. Sua reação a maioria das propostas de mudança é: "tentamos e não funcionou".

Em função das mudanças tecnológicas serem tão marcantes e, pelo do fato da tecnologia no passado ser menos complexa, que no presente, ela é a alegação principal para todos os males percebidos.

Ao lidar com problemas, os reativistas confiam no bom senso, intuição e no julgamento baseado em vasta experiência. Quanto maior a experiência melhor, por isso, eles dão grande valor a idade, estabilidade e maturidade, e definem posições e responsabilidades proporcionalmente a estes fatores.

Reativistas não apreciam complexidade e tentam evitá-la. Eles reduzem os problemas para obter soluções mais simples, soluções que são testadas e validadas. Eles tentam recriar o passado.

As empresas e organizações que já tiveram sucesso um dia (no passado), e agora estão em declínio, são particularmente susceptíveis a este ponto de vista.

III - PREATIVISMO

Os preativistas não estão satisfeitos como as coisas estão ou como já estiveram. Eles acreditam que o futuro será melhor que o presente (ou passado), o quanto melhor dependerá de quão bem estejam preparados para ele. Daí, eles tentam prever e preparar. Eles querem mais que sobrevivência, eles querem crescer, tornar-se melhor, maior, mais poderosos, fazer o melhor possível - otimizar.

Eles se esforçam para identificar e lidar com os problemas antes que eles se tornem sérios e, se possível, antes de acontecerem. Por esta razão, eles preocupam-se com projeções, previsões e outras formas de vislumbrar o futuro. Eles acreditam que o futuro é incontrollável, mas que eles podem acelerar a sua chegada e controlar seus efeitos sobre eles. Assim, eles planejam para o futuro (não planejam o futuro).

O planejamento e a solução de problemas são baseados mais na lógica, ciência e experimentação, que em bom senso, intuição e julgamento. De uma forma diferente dos reativistas, os preativistas creditam à ciência e à tecnologia a maior parte dos progressos obtidos e, advogam que seu mau uso é o fato gerador dos problemas atuais e das crises. Eles buscam a resolução dos problemas atuais e exploram as oportunidades através da pesquisa e desenvolvimento, e não através de mudanças no indivíduo ou nas instituições.

Os decisores e planejadores preativistas tendem a administrar os sistemas em termos dos recursos sobre os quais têm controle. Eles se preocupam com a alocação e uso destes recursos dentro do sistema, e não tentam influenciar outros sistemas do meio ambiente. Daí, eles são competitivos, em vez de cooperativos, quando outros sistemas estão envolvidos.

Se a filosofia de administração do reativista é reacionária, do inativista é conservadora, então a do preativista é liberal.

Preativistas buscam mudanças dentro do sistema, mas não a mudança do sistema ou de seu ambiente. Eles são reformadores, não revolucionários.

IV - INTERATIVISMO

Os interativistas não estão satisfeitos com o presente e não querem retornar ao passado. Eles querem projetar um futuro desejável e inventar maneiras de obtê-lo. Eles acreditam que são capazes de controlar uma parte significativa do futuro, bem como de seus efeitos. Eles tentam prevenir (não somente preparar-se para) os desafios, e criar (não simplesmente explorar) as oportunidades.

Segundo os interativistas, os preativistas gastam muito tempo tentando prever o futuro. O futuro, eles argumentam, depende mais daquilo que é feito hoje, do que o já feito até hoje. O maior obstáculo entre o homem e o futuro que ele deseja é o próprio homem.

Interativistas não são inclinados a concentrar esforços em sobrevivência ou crescimento. Eles buscam auto-desenvolvimento, auto-realização e auto-controle: uma habilidade crescente de projetar e controlar seus próprios destinos. Eles não são do tipo que se satisfazem, nem otimizadores: são IDEALIZADORES.

Interativistas perseguem ideais que eles sabem não poder atingir, mas que podem ser continuamente aproximados. Daí, a formulação de ideais e a concepção de futuros desejados não são considerados meros exercícios de futurologia (utópicos), mas sim passos necessários ao estabelecimento de diretrizes de longo prazo, que permitam um desenvolvimento contínuo.

Em função das aceleradas taxas de mudanças tecnológicas e sociais, os interativistas tentam projetar os sistemas que eles controlam, como uma forma de aumentar sua habilidade de aprender e adaptar-se rapidamente.

Nenhum aspecto de um sistema está protegido contra mudanças. Os interativistas são favoráveis a modificar a estrutura, o funcionamento e as pessoas de um sistema, bem como a alocação e o uso dos recursos.

Diferentes dos preativistas, os interativistas tentam induzir mudanças conjuntas nos sistemas do meio-ambiente.

Os interativistas extraíram, através de sua experiência, quatro princípios para a prática do planejamento.

- 1) **Participação** - O principal benefício do planejamento não se obtém pelo consumo de seu produto (planos), mas através do engajamento na sua elaboração. Assim, em planejamento, o processo é o produto mais importante. Um planejamento efetivo não pode ser feito para uma organização, mas sim pela organização. O papel do planejador profissional não é planejar para os outros, e sim facilitar o trabalho dessas pessoas, ou seja, fornecer uma oportunidade a todos que sejam afetados pelo planejamento de participar dele e, assim, provê-lo de informações e motivação, fatores que permitirão a realização de um planejamento eficiente, em termos de objetivos, metas e execução do trabalho.

- 2) **Coordenação** - todos aspectos de um sistema devem ser planejados simultaneamente e interdependentemente. Nenhuma parte ou aspecto de uma organização pode ser projetada para ter eficiência se for planejada de um forma independente das outras partes ou aspectos (Planejamento Horizontal). Por exemplo, o planejamento da produção deve envolver considerações sobre materiais, qualidade, capacidade de produção (equipamentos e mão-de-obra), etc..

- 3) **Integração** - em muitas organizações exige-se planejamento a cada nível, que deve ser integrado com o planejamento de todos os outros níveis. Nas organizações onde os objetivos são dominantes, o Planejamento Estratégico (seleção dos fins) tende a fluir de cima para baixo (da alta administração para baixo) e o Planejamento Tático (seleção dos meios) tende a fluir de baixo para cima (Planejamento Vertical). Esse fluxo é normalmente revertido em sistemas cuja função primária seja atender a seus componentes (membros).

Estratégia refere-se a objetivos de longo-prazo e aos modos de atingí-los, o que afeta o sistema como um todo; Tática refere-se a metas de prazo mais curto e às formas de atingí-las, o que geralmente afeta somente uma parte da organização.

- 4) **Continuidade** - uma vez que os sistemas com propósitos e seu ambiente estão mudando continuamente, nenhum plano retém o seu valor ao longo tempo. Assim, um plano deve ser atualizado, estendido e corrigido frequentemente. Os planos devem ser continuamente comparados com as expectativas estabelecidas (padrões), se desvios ocorrerem, as causas devem ser identificadas e tomadas medidas corretivas.

O planejamento compreende cinco fases interdependentes, a saber:

1) Definição dos Fins:

Consiste em determinar o que é desejado. Isto exige a especificação de metas, objetivos e ideais, para curto, médio e longo prazo.

2) Determinação dos Meios:

Consiste em estabelecer como atingir os objetivos. Isto requer a seleção de cursos de ação, de programas e políticas.

3) Alocação de Recursos:

Consiste em determinar que tipos de recursos serão necessários e em que quantidades, como eles serão obtidos ou gerados, e como eles serão alocados às atividades quando estiverem disponíveis (recursos como homens, máquinas, materiais e dinheiro).

4) Concepção Organizacional:

Consiste em especificar as exigências organizacionais e projetar um sistema de administração compatível com os

meios estabelecidos.

5) Implementação e Controle:

Consiste em definir como implementar as decisões e controlá-las, mantendo e melhorando o plano sob condições, internas e externas, de contínuas mudanças.

1.2.2. O Problema da Humanização

Durante a era das máquinas uma empresa era vista como um instrumento de seus proprietários, sua função era garantir um retorno para os seus investimentos. Notava-se, é claro, que os componentes de uma corporação eram humanos e tinham seus próprios propósitos (objetivos), que eram considerados irrelevantes sob o ponto de vista de gerenciamento. As metas e objetivos pessoais dos empregados eram relegados e a contrapartida do emprego era a remuneração (salário). Assim, eles poderiam ser, e eram, tratados como partes substituíveis de uma máquina. Este tratamento era válido tanto para os executivos como para os trabalhadores.

Favorecidos pelo gradual afastamento dos proprietários da direção da empresa e, movidos por uma necessidade de realização de seus próprios propósitos, suas necessidades básicas de privacidade e vida em família, os executivos passaram a pensar em termos de organismos (não máquinas), ou seja, entidades que tinham propósitos por si, mas cujas partes não. Seguindo esta analogia, sobrevivência e crescimento passaram a ser os principais objetivos de uma organização, fato que fez com que os executivos assumissem para si o papel de "cérebro da firma". Eles aumentaram seu controle sobre a empresa e passaram a tratar a si próprios de uma forma mais humana, mas suas atitudes para com os trabalhadores modificaram-se muito pouco.

Operários eram vistos então como partes de um organismo, e não mais como partes de uma máquina. Eles eram tratados como partes funcionais mas sem propósitos, dentro de um

sistema com propósitos. Saúde e segurança passaram a ser objetos de preocupações por parte da administração. Mais atenção foi dispensada ao estabelecimento de condições, segundo as quais os operários poderiam se tornar mais eficientes para a corporação. Incentivos monetários foram utilizados para obter respostas desejadas. Assumia-se que o trabalhador era movido por dinheiro.

Na primeira metade deste século, com menor dependência financeira e maior educação, os trabalhadores passaram a reivindicar melhores condições, jornada menor e maior compensação no trabalho.

Atualmente, os trabalhadores estão dando mais valor a si próprios e discutindo formas de como tornar as corporações instrumentos para servir, também, às suas necessidades.

Com o progresso tecnológico, aumentou o conteúdo técnico de muitos trabalhos, necessitando-se de mais mão-de-obra especializada. Quanto mais especializado um trabalhador, tanto menor a sua inclinação para uma "lealdade cega" para com a organização, e mais marcante a sua postura de profissional, dando prioridade a seus interesses pessoais e profissionais.

Sintetizando, na era das máquinas assumiu-se que os homens deveriam ajustar seus objetivos aos objetivos da organização da qual eram parte. Esta hipótese era realista em um período no qual a insegurança econômica e a ignorância eram dominantes. Com mais educação e segurança econômica as atitudes para com as organizações começaram a mudar. Existe uma demanda crescente para que os objetivos organizacionais sejam ajustados aos individuais, para que seja dada a seus membros participação na sua administração e para que o trabalho seja projetado de forma a moldar-se à capacidade humana.

Assim, o problema central na era dos sistemas é como humanizar as organizações e as instituições, como projetá-las de forma a melhor atender aos propósitos de seus membros (partes), sem se afastar de seus próprios propósitos, enquanto sistema.

A humanização tem dois aspectos básicos: satisfação e participação. Satisfação é uma medida da intensidade com que os propósitos das partes são bem atendidas pelo todo. Participação refere-se ao grau de envolvimento dos indivíduos com as

decisões que afetam sua satisfação. Participação é em si uma fonte de satisfação, mas a satisfação de um participante depende de outras coisas como o conflito a que está sujeito, a natureza da atividade que desempenha, o meio no qual está engajado e o efeito de sua atividade atual no seu futuro.

Muitas organizações têm uma tendência, não intencional, de promover conflitos internos, que implicam na redução da satisfação oriunda do trabalho.

Os objetivos de uma organização são normalmente impostos a seus membros, através do uso de incentivos baseados na medida de seu desempenho. Por exemplo, quando se paga um indivíduo pelo número de peças que ele produz, assume-se que um de seus objetivos principais seja o de maximizar seu ganho. Se isto for verdade, tal pagamento compatibiliza os objetivos da corporação e do indivíduo. No entanto, o trabalhador pode ter outros objetivos de igual ou maior importância que o de maximizar sua receita, objetivos que são pobremente atendidos pelo pagamento por produção (peça), o que amplia os conflitos entre a organização e seus empregados. Considere o seguinte exemplo:

Uma companhia, que produz várias peças que exigem precisão, emprega uma grande quantidade de mulheres para inspecionar o produto acabado. O número de peças corretamente inspecionadas por funcionária estava diminuindo. Estas funcionárias eram pagas por dia, independentemente de seu desempenho (produtividade)

Na esperança de aumentar a produtividade, a companhia propôs um plano de compensação na base de pagamento por peças inspecionadas, que permitiria a essas empregadas aumentar significativamente seus ganhos. Esta proposta foi rejeitada.

Um grupo consultor, ligado a uma universidade, foi contratado. Esses pes-

quisadores levantaram que as funcionárias estavam trabalhando para aumentar a receita da família, já que o marido ganhava o suficiente para manter a casa (a maioria era casada) e, que elas não queriam competir com eles. Assim, as mulheres não estavam ansiosas para ganhar mais do que ganhavam.

Outra descoberta importante foi que a maioria delas tinham filhos na escola, e este fato fazia com elas tivessem um sentimento de culpa, por não estarem em casa quando eles voltavam da escola. Fazer com que as crianças cuidassem de si mesmas, ou deixá-las a cuidados de terceiros era uma fonte de ansiedade e elas responsabilizavam a companhia por esta situação.

Com esta descoberta, os pesquisadores propuseram um novo sistema de incentivo. Um dia de trabalho justo - o número de itens a serem corretamente inspecionados foi especificado. Esta quantidade estabelecida era maior que a produção média diária. Permitia-se à funcionária que ela deixasse o trabalho e fosse para casa, toda a vez que o número especificado fosse atingido, alternativamente elas poderiam continuar o trabalho em uma base de pagamento por peça inspecionada (incentivo financeiro), por tanto tempo quanto desejassem, dentro das restrições legais e de produção.

Elas aceitaram esta proposta. A produção mais que dobrou, os erros diminuíram e a satisfação no trabalho aumentou, porque elas passaram a ter a

possibilidade de encontrar seus filhos,
quando eles voltassem da escola.

O incentivo certo pode manter o todo e suas partes unidos, mas o errado pode separá-los.

Convém lembrar também, que em muitas situações um ganho relativo em um aspecto só pode ser conseguido se houver uma perda relativa em outro. Por exemplo, pode não ser possível melhorar simultaneamente na produção, a qualidade e a quantidade, é o mesmo que dizer a uma criança divirta-se e comporte-se bem.

Do mesmo modo, objetivos impostos sobre unidades interagentes, dentro de uma mesma organização, produzem conflitos entre elas, entre os gerentes e entre os subordinados. Por exemplo, um departamento de marketing que tem por objetivo vender tanto quanto possível, necessita uma grande variedade de produtos, preço e prazo. Um departamento de produção que recebe, simultaneamente, o objetivo de maximizar a produção e minimizar custos unitários, precisa de uma linha de produtos tão pequena quanto possível (pequena variedade), de forma que possa produzir em grandes lotes, com poucas mudanças da linha de produção (preparação).

Há uma tendência crescente nas organizações de incluir a participação dos gerentes (e em alguns casos de trabalhadores) no estabelecimento dos objetivos através do qual seu desempenho será avaliado. Este envolvimento é chamado ADMINISTRAÇÃO POR OBJETIVOS. Não há dúvida de que este tipo de participação aumenta o compromisso com os resultados, contudo não elimina conflitos entre os objetivos de diferentes unidades (departamentos), porque muitos não compreendem a maneira pela qual os objetivos de diferentes unidades interagem.

Contudo, a atitude de um trabalhador para com seu empregador não é simplesmente resultado de incentivos e objetivos aos quais esteja sujeito. Depende também da natureza do trabalho que ele executa, do ambiente no qual trabalha, da compensação que recebe e da oportunidade de participação na especificação e projeto do trabalho, entre outros fatores.

Em muitas organizações os empregados sofrem restrições, pela autoridade maior, em relação a o que eles podem

fazer (fins) e o como fazer (meios). Esforços graduais têm sido feitos para permitir ao trabalhador uma oportunidade maior de participar das decisões que afetam o seu trabalho, nas dimensões de O QUE e COMO fazer. Estes esforços referem-se às novas formas de Organização do Trabalho.

Finalizando, o objetivo da humanização não é converter as organizações em instrumentos de satisfação dos propósitos das partes de um sistema, pois isto poderia colocar muitas organizações fora de seu negócio e, com isso eliminar as interações e as responsabilidades para com o sistema mais amplo do qual faz parte (meio-ambiente). Esta responsabilidade origina o Problema do Meio-Ambiente que é interativo com o problema da humanização exigindo, portanto, solução conjunta.

1.2.3. O Problema do Meio-Ambiente ✕

Na era das máquinas, as corporações (organizações) acreditavam ter pouca ou nenhuma responsabilidade sobre o seu ambiente ou sobre as outras organizações ou pessoas com as quais interagiam. Elas se consideravam virtualmente auto-suficientes e autônomas. Acreditavam que o ambiente natural era capaz de absorver qualquer tipo de uso pelo homem e se recuperar totalmente, como se fosse uma fonte ilimitada de recursos.

Conforme a era das máquinas ia chegando a seu fim, estas atitudes começaram a mudar, por várias razões. As pessoas passaram a suspeitar que o suprimento de recursos naturais não era ilimitado e que alguns deles iriam esgotar-se rapidamente. A qualidade do meio-ambiente natural e artificial (criado pelo homem) começou a se deteriorar visivelmente, e a taxa de deterioração parecia exceder à capacidade de recuperação da sociedade e da natureza.

Dentro do pensamento sistêmico, considera-se que todo sistema com propósitos tem um meio-ambiente, e que faz parte de um ou mais sistemas mais amplos. Uma companhia pode ser considerada como parte da indústria e a indústria como parte da economia. Cada um desses sistemas pode ser considerado como tendo um efeito sobre, e ser afetado por, pelo menos um sistema do qual

faz parte (vide propriedades dos sistemas), bem como tendo interações com outros sistemas do meio-ambiente.

O meio-ambiente de um sistema consiste de todas as coisas físicas e sociais, naturais e artificiais que são externas, e que afetam ou são afetadas pelo comportamento do sistema.

Ambientalização é o processo de incluir, incorporar ao sistema suas interações com o todo do qual é parte. Esta conscientização coloca em discussão a seguinte questão: deve ou não uma corporação envolver-se em programas e atividades destinadas a melhorar o meio-ambiente físico e social? Esta questão gera dúvidas quando este envolvimento consome parte do lucro da corporação, quando gera lucros não. A resposta a esta questão reflete as quatro atitudes básicas em relação ao presente e ao futuro.

a) A Visão Inativista e Reativista

Os inativistas e reativistas se opõem a uma maior responsabilidade social por parte da corporação. Os reativistas querem retornar a ser menos regulados e controlados pelo governo. Os inativistas não querem mais do que o atualmente em vigor.

Quando algum projeto ou mesmo lei é proposta no sentido de melhorar o meio-ambiente, inativistas e reativistas tentam barrá-la de todos os modos possíveis. Eles exploram qualquer ambiguidade que possa existir, contestam sua legalidade e dificultam a criação de entidades fiscalizadoras.

A principal argumentação contra a colaboração das corporações, ou a recusa em aceitar maior responsabilidade social, é que esta atitude é contrária aos interesses dos acionistas que enfocam o lucro.

b) A Visão Preativista

Os preativistas acreditam que o incremento da responsabilidade social da corporação pode conduzir a maiores lucros a curto ou longo prazo. Eles argumentam que os investimentos

feitos em muitos programas sociais podem ser justificados pelos benefícios resultantes, apesar do seu retorno ser, frequentemente, de longo prazo e de difícil quantificação (medida).

Assim, quando a responsabilidade social é lucrativa não há problema. Entretanto em situações onde a lucratividade não é aparente, as companhias preativistas buscam formas de converter problemas sociais em oportunidades para a corporação, ou eles tentam mostrar que investir na melhoria ambiental trás retornos, as vezes tardios e outras vezes que não podem ser medidos. Eles esforçam-se para medir esses retornos porque aceitam - como as companhias inativistas e reativistas - a maximização do lucro como objetivo dominante.

c) A Visão Interativista

Inativistas, reativistas e preativistas assumem, implícita ou explicitamente, que o significado de lucro ou maximização do lucro é claro, mas esta afirmação está longe de ser verdadeira. Dentro de certos limites, o lucro pode ser considerado como um produto da imaginação contábil, uma vez que grandes somas podem ser criadas ou destruídas pela simples manipulação do sistema de contabilidade ou através de políticas financeiras.

O lucro consiste do dinheiro disponível por uma firma, para ser aplicado da forma que ela julgar mais conveniente, incluindo-se o pagamento de dividendos a seus acionistas. O valor do lucro é puramente instrumental, extrínseco, não tem valor por si só, o valor está naquilo que pode ser feito com o lucro. O lucro para uma organização é como o oxigênio para um indivíduo, necessário para sua sobrevivência, mas não a razão de sua existência.

O objetivo de uma organização deve ser definido em termos de para que o lucro pode ser usado. Para compreender esta afirmação, devemos ter uma concepção clara do que faz uma organização. Basicamente, ela transforma trabalho, materiais, capital, etc, em bens e/ou serviços, interagindo com seis tipos de participantes, a saber:

1. Empregados - com os quais a organização troca dinheiro por trabalho.
2. Clientes - com os quais a organização troca bens e/ou serviços por dinheiro.
3. Fornecedores - com os quais a organização troca dinheiro por bens e/ou serviços (materiais, etc.), incluindo o governo que fornece produtos e serviços públicos, pelos quais a organização paga, através de taxas e impostos.
4. Investidores - que colocam dinheiro a disposição da organização, hoje, para pagamento posterior.
5. Devedores - para os quais a organização coloca dinheiro disponível, hoje, para pagamento posterior. Incluem-se outras companhias e bancos onde a organização investe dinheiro.
6. O Público - que é afetado pelo que a organização faz, e que regula o comportamento da organização através do governo ou de outras entidades.

Na Era dos Sistemas, as corporações terão que buscar soluções para os problemas inerentes à sua atividade e para os problemas sociais existentes, de modo a privilegiar o meio-ambiente e, beneficiar a própria empresa e toda a sociedade. Em outras palavras, as organizações deverão preservar os interesses de cada um dos seis participantes e da corporação como um todo.

1.3. Caracterização

O objetivo das organizações, na era das máquinas, era voltado para a eficiência das operações, para a racionalização, para a redução de custos. O enfoque do ponto de vista da

eficiência é baseado na idéia do melhor modo, isto é, o modo correto de realizar uma atividade. Em muitos casos, evidentemente, o melhor modo não é conhecido, mas, argumenta o entusiasta da eficiência, a organização deve esforçar-se e fazer o melhor que puder para aproximar-se dele.

A oposição feita pela abordagem sistêmica é baseada no argumento de que a concentração sobre a eficiência por si só, pode ser um modo muito ineficiente de administrar um sistema, do ponto de vista global.

Normalmente, as operações de qualquer empresa industrial ou organização são ineficientes, e é sempre possível aumentar a eficiência mediante a revisão dos métodos de trabalho ou através da redução da mão-de-obra. A ociosidade das empresas industriais e organizações nunca foi estimada, mas ninguém discute que ela é significativa, o que justifica a iniciativa de desenvolver e implementar políticas, procedimentos e programas que visem à racionalização de métodos e processos, a redução de custos, etc.. Contudo, estas iniciativas restringem-se aos estreitos limites de cada área ou departamento da organização, raras exceções contemplam a organização como um todo.

Rotular a ociosidade (ou espera) como ineficiência é não compreender a idéia central do planejamento sistêmico. O simples fato de haver homens ou equipamentos ociosos, não implica em que o sistema, do ponto de vista global, esteja operando ineficientemente. Esta idéia pode ser melhor ilustrada pelo seguinte caso:

Dois executivos, de uma grande empresa americana, frequentavam um curso de Pesquisa Operacional, na década de 70. Durante o curso tomaram contato com uma técnica matemática para a solução de problemas de transporte, onde estoques de produtos acabados existentes em diversas unidades produtivas devem ser enviados a um conjunto de armazéns (depósitos) que distribuirão os produtos aos diversos clientes, ao mínimo

custo de transporte. Esta técnica especifica exatamente que produtos, e em que quantidades, devem ser enviados de uma dada fábrica, para um dado armazém de modo a satisfazer a demanda, ao mínimo custo de transporte. Para aplicar esta técnica basta que se calculem os custos de transporte de cada fábrica para cada armazém. O resultado é o máximo em eficiência no transporte.

Os dois executivos inspirados pelo curso, pediram a um de seus matemáticos para trabalhar no problema. As informações sobre custos foram levantadas e o modelo matemático foi construído, tendo a solução sido gerada por um computador.

Para desapontamento dos executivos, a nova técnica economizava somente 50.000 dolares por ano, uma economia pequena segundo suas expectativas, uma vez que só o custo de computação já a tinha superado.

Estes executivos, de espírito muito eficiente, estavam preocupados apenas com um aspecto de suas operações, a saber, como reduzir custos com transportes. Desde que, em princípio, os computadores não se enganam, deve ter sido o matemático que errou. Em consequência, os executivos apelaram para outra equipe de pesquisa a fim de examinar os resultados e descobrir os erros de seu matemático. Esta equipe conferiu os cálculos do matemático e enunciou essencialmente a mesma economia.

Contudo, enquanto os executivos espera-

vam pelos resultados, a equipe mergulhou um pouco mais fundo no problema em questão. Começaram a fazer perguntas sobre o modo de conduzir a produção em cada uma das fábricas e sobre o problema de transporte de todos os materiais para elas. Questionaram porque um certo armazém necessitava de certos materiais. Em outras palavras, começaram a alargar sua visão do sistema e a sustentar que o sistema total consistia de materiais que entravam nas fábricas e de produtos acabados que saíam das fábricas para os armazéns, e desses para os consumidores finais.

Quando este quadro total foi reunido, tornou-se claro que os procedimentos adotados para regular a quantidade estocada em cada armazém eram irracionais, relativamente a operação total, certos armazéns não deveriam receber os produtos que recebiam tradicionalmente, enquanto outros deveriam recebê-los.

Assim, na tentativa de tornar o sistema de transporte eficiente, estava sendo resolvido corretamente o problema errado. Pode-se notar deste caso, que conforme o problema foi sendo analisado no todo, as interrelações e interdependência das partes foram se tornando claras, possibilitando que os vários problemas interagentes fossem detectados e a situação problemática resolvida, com uma economia de dezenas de milhões de dolares.

A questão da existência de estoques nas empresas deve ser abordada do ponto de vista da eficiência? Ou do ponto de

vista de sistemas? Qual a diferença?

Até este momento, as colocações foram feitas com um papel crítico à filosofia da eficiência, com o propósito de contribuir para um melhor entendimento do processo de pensar em termos do sistema mais amplo. Este entendimento do sistema mais amplo deve envolver também considerações sobre o ambiente.

O ambiente do sistema, de uma forma bem simples, é tudo aquilo que está situado fora do sistema e que guarda algum grau de interação com este sistema. Contudo, não é fácil de ser definido.

Quando olhamos para um automóvel podemos fazer uma primeira tentativa, avaliando o que está dentro do automóvel e o que está fora dele. Temos vontade de dizer que tudo quanto se acha além da pintura do carro está no ambiente do automóvel. Mas é correto dizer isso? É correto dizer, por exemplo, que tudo que se encontra além dos muros de uma fábrica está necessariamente fora da fábrica, entendida como um sistema? A fábrica pode ter agentes em todas as partes do país comprando matérias-primas ou vendendo seus produtos. Eles são seguramente partes do sistema total da fábrica, e não estão habitualmente dentro de suas paredes.

Portanto, a maneira de pensar a respeito do ambiente do sistema deve ser mais sutil que a simples procura de limites. O que se traduz em compreender que quando alguma coisa está fora do sistema, pode-se fazer relativamente pouco a respeito das propriedades ou do comportamento de tal coisa. O ambiente, com efeito, constitui-se dos eventos que são fixados ou dados para o sistema.

O ambiente, como já discutido, não é apenas alguma coisa que está parcialmente fora do controle do sistema, mas é também algo que determina, em parte, o seu funcionamento.

As interações do ambiente com o sistema acontecem através de variáveis que normalmente estão fora do controle do sistema. Analisemos, por exemplo, os pedidos de vendas recebidos por uma empresa industrial. É evidente que a empresa pode interferir, em certo sentido, na quantidade de pedidos que recebe, através de campanhas publicitárias, promoções especiais, etc.. Mas, na medida em que a demanda pelos produtos da firma é deter-

minada pelas pessoas individuais situadas fora do sistema, que são os clientes da empresa, esta demanda é um elemento do ambiente do sistema, porque é um "dado" para o sistema, e porque seu comportamento influencia o seu funcionamento.

Em cada caso, devemos perguntar:

- A organização pode controlar esse evento ou objeto?
- Esse objeto ou evento tem importância em relação aos objetivos da organização?

Se a resposta a primeira questão é "não", mas a resposta a segunda é "sim", então esse objeto ou evento está no ambiente do sistema.

1.4. Glossário de Conceitos

Ambiente ou Meio-Ambiente (de um sistema) - "Environment"

A totalidade das condições externas e dos itens concretos e abstratos que afetam, ou são afetados pelo comportamento de um sistema.

Caixa Preta - "Black Box"

Um (componente de um) sistema que só é considerado em termos de suas entradas e saídas. Seus mecanismos internos são desconhecidos e ignorados.

Cibernética - "Cybernetics"

Teoria dos mecanismos de controle da tecnologia e da natureza, baseada nos conceitos da teoria da informação e retro-alimentação (retroação).

Comportamento - "Behaviour"

O curso ao longo do tempo das variáveis de estado de um sistema.

Estrutura - "Structure"

Os componentes (partes) de um sistema ou subsistema e as interrelações entre eles.

Holismo - "Holism"

Teoria ou doutrina segundo a qual o todo não pode ser analisado como a soma de suas partes (sem resíduo), ou reduzido a elementos discretos.

Homeostase - "Homeostasis"

A manutenção de um sistema em um estado relativamente constante em um ambiente em mudanças (equilíbrio).

Limites - "Boundary"

A divisão conceptual entre um sistema e seu ambiente. Pode ou não corresponder à divisão geográfica, física legal ou cultural reconhecida pelo sistema. Os limites são demarcados de acordo com os propósitos do observador.

Pensamento Sistêmico - "Systems Thinking"

Usar idéias de sistemas, tratar as coisas como sistemas ou do ponto de vista de sistemas.

Retro-Alimentação/Retroação - "Feedback"

A modificação de uma variável, processo ou sistema, resultante de seus próprios efeitos ou resultados (saídas). A modificação depende da diferença entre o estado atual e um estado de referência.

Sinergia - "Sinergy"

Fenômeno segundo o qual a reunião das partes (todo) pode ser mais ou menos que a soma de suas partes. Seu desempenho não pode ser previsto através do pleno conhecimento do desempenho isolado de cada parte.

Sistemas - "Systems"

- ACKOFF, R. L. - Um conjunto de dois ou mais elementos interrelacionados de qualquer espécie.
- BEER, S. - Um sistema é um conjunto coerente de coisas.
- BERTALANFFY, L. von - Complexo de componentes em interação.
- KAST e ROSENZWEIG - Sistema é uma lista de componentes projetados para realizar determinado objetivo, de acordo com um plano.
- MEDEIROS DA SILVA - Sistema é uma entidade constituída de partes interrelacionadas, interagentes e integradas.
- OPTNER, S. L. - Sistema é um conjunto de objetos com um determinado conjunto de relações entre eles e seus atributos;
- Um sistema é definido como algum processo em funcionamento envolvendo um conjunto de

elementos, cada um deles funcional e operacionalmente unidos na consecução de um objetivo.

Sistema Aberto - "Open System"

Um sistema que está conectado e interage com seu ambiente, ou seja, são reconhecidas as interações do sistema com seu meio-ambiente.

Sistema Adaptativo - "Adaptative System"

Um sistema que tem a capacidade de modificar seu estado ou estrutura interna, em resposta às mudanças nas oportunidades ou demandas ambientais.

Sistema com Propósitos - "Purposeful System"

Um sistema que pode escolher os fins e os meios para atingí-los, um sistema que aprende e que se reposiciona.

Sistema Fechado - "Closed System"

Sistemas que são considerados estarem isolados de seu ambiente.

Weltanschauung

Literalmente significa visão do mundo. É o ponto de vista individual ou coletivo, que é condicionado pelo ambiente, conhecimento, crenças, etc.. É o conjunto de valores do indivíduo ou da coletividade.

2. O Enfoque Sistêmico

2.1. Implicações

Enfoque sistêmico ainda não é uma frase de uso geral, eventualmente, este enfoque será um dos componentes fortes do pensamento científico, mas este estágio da nossa história intelectual ainda não foi alcançado. O enfoque sistêmico está apoiado em dois pares de idéias, as de emergência e hierarquia, e as de comunicação e controle.

O conceito de complexidade organizada tornou-se o escôpo da nova disciplina chamada sistemas. O modelo geral de complexidade organizada estabelece a existência de uma hierarquia de níveis de organização, cada nível sendo mais complexo que o nível inferior (ou anterior), ou seja, cada nível é caracterizado por propriedades emergentes que não existem nos níveis inferiores. Convém ressaltar, que além de não existirem em níveis inferiores, estas propriedades emergentes não têm significado na linguagem utilizada nos níveis inferiores.

Por exemplo, a forma de uma maçã, apesar de ser resultado de processos que acontecem a níveis de células e moléculas orgânicas que dão origem às macieiras, e apesar de explicável em termos destes processos, não tem significado (sentido) a estes níveis inferiores de descrição. Os processos a esses níveis conduzem a um resultado que evidencia a existência de um novo e estável nível de complexidade - o da maçã - que tem propriedades emergentes, uma delas sendo a sua forma.

Um fato importante de ser observado é que a existência de entidades ou organismos que têm propriedades como um todo exigem diferentes níveis de descrição, os quais correspondem a diferentes níveis da realidade.

A idéia de que a arquitetura da complexidade é hierárquica e que diferentes linguagens de descrição são necessárias a diferentes níveis tem conduzido ao desenvolvimento da teoria da hierarquia. Esta teoria está relacionada com as diferenças fundamentais entre um e outro nível de complexidade, a fim de estabelecer quais são as relações entre os diferentes níveis, e também para verificar como as hierarquias observadas se for-

mam: o que gera os níveis, o que os separa, o que os une.

Esta teoria está apoiada no fato de que as propriedades emergentes associadas a um conjunto de elementos em um nível da hierarquia constituem-se no que podemos chamar de restrições sobre a flexibilidade (liberdade) destes elementos. As propriedades emergentes resultantes da aplicação das restrições fornecerão obrigatoriamente uma linguagem descrita a um nível mais amplo, que o da simples descrição dos elementos.

A imposição de restrições sobre as atividades de um certo nível, o qual utiliza certas leis para tornar estas atividades significativas aos níveis superiores, é um exemplo de ação regulatória ou de controle.

Hierarquias são caracterizadas por processos de controle que operam nas interfaces entre os níveis.

Este fato nos leva ao segundo par de idéias do pensamento sistêmico. À hierarquia e emergência devemos adicionar comunicação e controle.

Para o tratamento de organismos vivos como um todo, como um sistema, em vez de simplesmente um conjunto de elementos com interrelações entre si, Bertalanffy ressaltou a importante distinção entre sistemas que são abertos para seu ambiente e os que são fechados. Ele destacou que, os sistemas vivos não são sistemas fechados em estado de equilíbrio (componentes que não mudam), mas sistemas abertos em estado estável (estado que depende de contínuas trocas com o ambiente).

Uma característica notável dos estados estáveis e dos sistemas abertos é a que pode ser denominada equifinalidade, onde os resultados finais (estados estáveis) podem ser alcançados através de diferentes condições iniciais e de diferentes modos. A manutenção de qualquer hierarquia de um sistema aberto envolve um conjunto de processos nos quais existe comunicação de informação para fins de regulação ou controle.

O processo genético envolve "mensagens" químicas que carregam instruções para ativar ou reprimir futuras reações, e constitui o processo de controle que dirige o desenvolvimento do organismo. É intuitivo que a hierarquia de sistemas abertos envolve processos de comunicação e de controle, se o objetivo principal é responder e adaptar-se ao ambiente.

Este fato é mais evidente se considerarmos, não a hierarquia dos sistemas naturais, mas os sistemas hierarquizados construídos pelo homem, como máquinas e fábricas industriais. Por exemplo, o projeto de uma empresa industrial, para fabricar um determinado produto químico, deve ser concebido em termos de sistemas. Ele deve considerar não somente os reatores, os trocadores de calor, bombas e etc., que constituem a fábrica, mas também, a um diferente nível de consideração, a fábrica como um todo, cujo desempenho global deve ser controlado a fim de produzir o resultado (produto) desejado, dentro dos padrões exigidos de quantidade, custo e qualidade (pureza).

O projeto deverá assegurar a existência de meios, através dos quais informações sobre o estado do processo possam ser obtidas e utilizadas para iniciar a ação de manter a reação dentro de limites pré-estabelecidos. Felizmente, pelo conhecimento da variabilidade dos materiais utilizados e de possíveis distúrbios ambientais aos quais o processo está sujeito, é possível manipular automaticamente uma certa quantidade de parâmetros do processo, através das chamadas variáveis de controle.

A ligação entre os mecanismos de controle estudados nos sistemas naturais e aqueles projetados para sistemas artificiais é possível através da cibernética.

Um rápido exame do escopo da cibernética e da natureza básica de um mecanismo de controle indica quão estreita é a ligação entre controle e comunicação. Todo processo de controle depende da comunicação de um fluxo de informações na forma de instruções ou restrições, um fluxo que pode ser manual ou automático.

Em geral, a idéia de informação antecede a de realimentação, que se configura em um mecanismo capaz de detetar variações e permitir correções. Alguns trabalhos importantes mostram que a manutenção de controles efetivos em um ambiente variável (em constantes mudanças) requer um controlador com uma grande variedade de respostas, que possam compatibilizar-se com a variedade de informações ambientais - é a chamada lei da variedade requerida.

2.2. A Organização Segundo o Enfoque Sistêmico

A teoria da organização tradicional utilizou para o seu desenvolvimento uma abordagem altamente estruturada e voltada para sistemas fechados, já a teoria moderna baseia-se em uma abordagem voltada para sistemas abertos. As qualidades que distinguem a teoria moderna referem-se à sua base conceptual-analítica, sua dependência de pesquisas empíricas e, sobretudo, à sua natureza integrativa.

Os sistemas podem ser considerados de dois modos: (1) fechados ou (2) abertos e em interação com seu ambiente. As Teorias Clássicas de Administração eram, inicialmente, voltadas para sistemas fechados, uma vez que se concentravam nos aspectos internos da organização, adotando abordagens racionalizantes inspiradas nos modelos das ciências físicas. A organização era considerada suficientemente independente, de forma que seus problemas podiam ser analisados em termos da estrutura interna, tarefas e relações formais - sem referência a seu ambiente.

Uma característica de todo sistema fechado é sua tendência inerente de se mover para um equilíbrio estático e para a entropia. Entropia é um termo que foi originado na termodinâmica e é aplicável a qualquer sistema físico. É a tendência de qualquer sistema fechado se mover na direção de estados caóticos ou aleatórios, no qual não há potencial (possibilidade) para transformação de energia ou trabalho. A desordem, desorganização ou aleatoriedade de um sistema é conhecido como sua entropia. Um sistema fechado tende a aumentar sua entropia ao longo do tempo, movendo-se na direção de maior desordem e aleatoriedade.

A visão de sistemas abertos reconhece que os sistemas biológicos e sociais guardam um relacionamento dinâmico com seu ambiente. Estes sistemas são abertos não somente em relação a seu ambiente, mas também em relação a si próprios, internamente, para as interações entre os componentes que afetam o sistema como um todo. Um sistema aberto se adapta a seu ambiente mudando a estrutura e os processos de seus componentes.

Além de poder ser considerada como um sistema aberto em interação com seu ambiente, a organização também pode ser vista como um sistema sócio-técnico. Esta visão da organi-

zação foi desenvolvida pelos pesquisadores do Tavistock Institute of Human Relations (Dr. Emery, F.E.).

O subsistema técnico (ou tecnológico) baseia-se nas tarefas a serem executadas e inclui os equipamentos, as ferramentas, os dispositivos e as técnicas operacionais. O subsistema social refere-se às relações entre os participantes da organização. Os subsistemas são interagentes e interdependentes.

A concepção de Trist sobre os sistemas socio-técnicos surgiu da consideração de que qualquer sistema produtivo requer tanto a organização tecnológica-equipamentos e lay-out de processos - como a organização do trabalho - envolvendo aqueles que realizam as tarefas necessárias. O processo tecnológico impõe limites sobre as possíveis formas de organização do trabalho, mas a organização do trabalho tem propriedades sociais e psicológicas, que são independentes da tecnologia.

Sob esta ótica, uma organização não é simplesmente um sistema técnico ou social, é a estruturação e integração de atividades humanas em torno de várias tecnologias. Contudo, o subsistema social determina a eficácia com que a tecnologia é utilizada.

Os subsistemas técnicos são determinados pela exigências do processo de transformação de cada organização. O subsistema técnico de uma fábrica de automóveis é muito diferente do existente em uma refinaria de óleo ou de empresas do ramo eletrônico. O subsistema tecnológico é determinado em função da especialização de conhecimento e habilidades necessárias, dos tipos de máquinas e equipamentos envolvidos e do arranjo físico da instalação.

A tecnologia frequentemente define o tipo de mão-de-obra necessária. Por exemplo, uma empresa aero-espacial requer o emprego de muitos cientistas, engenheiros e outros tipos de profissionais especializados. A tecnologia também é prioritária na determinação da estrutura e das relações entre as atividades (tarefas).

Além do subsistema técnico, toda organização tem, dentro de seus limites, um subsistema psico-social, o qual consiste das interações, expectativas e aspirações, sentimentos e valores de seus participantes.

Deve ser enfatizado que, estes dois subsistemas não podem ser tratados separadamente, quando se considera o contexto da organização como um todo. Qualquer mudança no subsistema técnico terá repercussões no subsistema social e vice-versa.

A estrutura da organização pode ser considerada como um subsistema secundário conectado aos subsistemas técnico e social. As exigências tecnológicas (processos) têm uma influência fundamental sobre a estrutura. A estrutura está relacionada às formas utilizadas para dividir as atividades (tarefas) da organização em unidades operacionais, bem como ao modo de coordenar estas unidades. No sentido formal, a estrutura é representada pelo organograma, descrição de cargos e por regras e procedimentos. Ela também se refere aos padrões de autoridade, às comunicações e ao fluxo de operações.

Em certo sentido, a estrutura da organização fornece os mecanismos para a formalização das relações entre os subsistemas técnico e social. Contudo, deve ser enfatizado que este processo não é completo, e que muitas interações e relações entre os subsistemas ocorrem "fora" da estrutura formal (relações informais).

Uma forma de visualizar a organização como um sistema sócio-técnico estruturado é mostrada na figura 1.

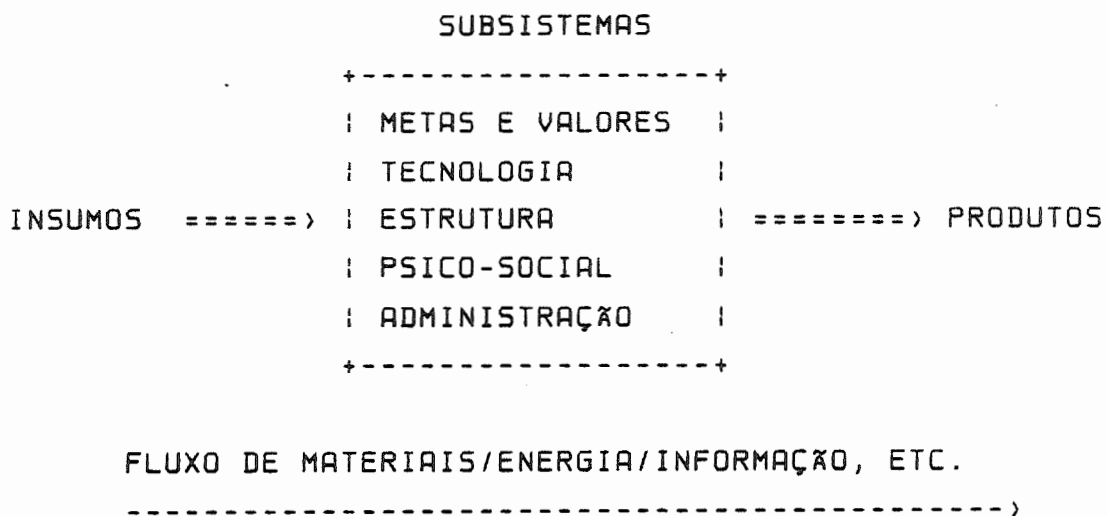


Figura 1 - A Organização como um Sistema Sócio-Técnico

A teoria clássica de organização enfatizava os subsistemas estrutural e administrativo. Os cientistas do comportamento e de relações humanas enfatizavam o subsistema psicossocial e centralizavam sua atenção sobre motivação, dinâmica de grupo, entre outros fatores. A escola de ciências administrativas enfatizava o subsistema técnico-econômico e desenvolvia técnicas para dar suporte às decisões e ao controle de processos.

Assim, cada uma destas abordagens da organização enfatizavam subsistemas primários, específicos, praticamente não reconhecendo a importância dos outros.

A abordagem sistêmica reconhece a organização como um sistema sócio-técnico, composto de subsistemas que guardam interações entre si.

2.2.1. Propriedades dos Sistemas Organizacionais

a) Sistemas Projetados

Organizações não são sistemas naturais como o mecânico ou o biológico, elas são sistemas projetados (artificiais) e, portanto, não pode ser feita nenhuma analogia exata entre a organização e qualquer sistema físico ou biológico.

b) Limites

A visão da organização como um sistema aberto sugere a existência de limites que a separam do seu ambiente, limites que são permeáveis permitindo certos tipos de transações com o ambiente, necessárias ao funcionamento da organização.

Os limites de uma organização são flexíveis e mutáveis ao longo do tempo, dependendo das novas atividades e funções. Normalmente, a definição de limites constitui-se em uma questão de conveniência ou estratégia.

O papel básico da administração é atuar como um elo de ligação ou um agente limítrofe entre os vários subsistemas, de modo a assegurar a sua integração e cooperação, e entre a

organização e seu ambiente.

O conceito de interface é muito útil para o entendimento das relações limítrofes. Uma interface pode ser definida como a área de contato entre um sistema e outro. A organização tem muitas interfaces com outros sistemas, que se caracterizam pelos seus participantes, segundo a visão interativista.

c) Entropia Negativa

Nos sistemas abertos, a entropia pode ser interrompida, e pode, eventualmente, ser transformada em entropia negativa - um processo mais completo de organização e de habilidade na transformação dos recursos. Isto é possível porque nos sistemas abertos, os recursos (materiais, mão-de-obra, informação) utilizados para interromper o processo de entropia são retirados do ambiente (externo) e, após a sua transformação, são redistribuídos continuamente para o ambiente.

d) Estado de Estabilidade ou Equilíbrio Dinâmico

Um sistema aberto pode alcançar um estado onde o sistema permanece em equilíbrio dinâmico através do fluxo contínuo de materiais, mão-de-obra, energia e informação - é o chamado estado de estabilidade.

O estado estável para um sistema aberto, em contraste ao sistema fechado sujeito a entropia, ocorre enquanto o sistema puder manter suas funções e seu desempenho efetivamente. Sob este conceito, uma organização é capaz de adaptar-se às mudanças em seu ambiente e de manter um contínuo estado de estabilidade.

O estado de estabilidade tem um significado adicional: dentro do sistema organizacional, os vários subsistemas alcançaram um balanço (equilíbrio) de forças e relações, que permitem um desempenho efetivo do sistema como um todo. Em biologia, o termo homeostase é aplicado a organismos em estado de

estabilidade.

Em termos da organização, o estado de estabilidade não é absoluto, mas sim um equilíbrio dinâmico, com ajustes constantes às variações internas e externas.

e) Mecanismos de Re-Alimentação

O conceito de re-alimentação é importante para a compreensão de como um sistema mantém um equilíbrio dinâmico. Através do processo de re-alimentação, o sistema recebe continuamente informações de seu ambiente. Estas informações é que indicam se o sistema está se desviando de um curso pré-estabelecido (padrão de comparação) e se é necessário um redirecionamento para um novo estado de estabilidade.

Em organizações complexas que recebem inúmeras informações de seu ambiente, a re-alimentação é de vital importância. Nelas os administradores estão envolvidos com a interpretação e correção destas informações, aspectos fundamentais da função de controle organizacional.

f) Mecanismos de Adaptação e de Manutenção

Todo sistema deve ter dois mecanismos conflitantes. Primeiro, de forma a manter um equilíbrio, ele deve ter mecanismos de manutenção que assegurem que os vários subsistemas estejam em equilíbrio e que o sistema total esteja em harmonia com seu ambiente. As forças que atuam para a manutenção do sistema são conservadoras, e tentam proteger o sistema de uma mudança muito rápida que possa colocar os vários subsistemas e o sistema total fora de balanço. Segundo, mecanismos de adaptação são necessários para possibilitar um equilíbrio dinâmico, ou seja, mecanismos que permitam ao sistema responder às mudanças das exigências internas e externas.

Em termos da organização deve-se buscar um ponto de equilíbrio entre as forças de manutenção e de adaptação. Embora os mecanismos de manutenção protejam o sistema contra

mudanças bruscas que possam desestruturá-lo, eles não se constituem em condição suficiente para a sobrevivência do sistema, que depende da adaptação contínua a um ambiente em constantes mudanças. A compreensão dos mecanismos de adaptação contribui para o entendimento da lei da variedade requerida.

g) Equifinalidade

Em sistemas físicos existem relações diretas do tipo causa-efeito entre as condições iniciais e o estado final. O conceito de equifinalidade diz que resultados finais podem ser atingidos a partir de diferentes condições iniciais e através de diferentes maneiras. Esta idéia sugere que a organização pode atingir seus objetivos diversificando os insumos (entradas) e as atividades internas.

A equifinalidade de sistemas sociais é de grande importância para o gerenciamento de organizações complexas. As relações de causa-efeito dos sistemas fechados sugere a existência de um melhor modo de atingir um dado objetivo. O conceito de equifinalidade sugere que o administrador pode utilizar, na organização, diversos grupos de insumos, pode transformá-los de variados modos e pode obter resultados satisfatórios.

Estendendo este raciocínio, pode-se inferir que a função de gerenciar não é necessariamente a de buscar uma solução ótima rígida, mas sim a de ter disponível uma variedade de soluções satisfatórias para os problemas, ou seja, é preferível um conjunto flexível de boas soluções, a uma solução ótima rígida (o bom é inimigo do ótimo, em muitos casos).

h) Hierarquia de Sistemas

Em geral, todos os sistemas podem ser analisados em um sentido hierárquico. Um sistema é composto de subsistemas de ordem inferior (subsistemas) e também é parte de um sistema mais amplo, correspondendo a uma hierarquia de componentes.

Grandes organizações são, na sua maioria, hierarquizadas em termos de sua estrutura. Pessoas são organizadas em grupos, grupos são organizados em departamentos, departamentos em divisões, divisões em companhias, e companhias são partes da indústria e da economia.

A estrutura hierarquizada não se limita a níveis, também se refere à necessidade de uma maior combinação de subsistemas em sistemas mais amplos, de forma a coordenar atividades e processos. Em organizações complexas existe uma hierarquia de processos, bem como de estrutura.

Dentro da estrutura hierarquizada de empresas complexas pode-se identificar três níveis de organização (ou planejamento): o nível operacional (ou de produção), o nível tático (ou agregado) e o nível estratégico. Outras nomenclaturas e subdivisões podem ser utilizadas, contudo, para efeito de um melhor entendimento da hierarquia de sistemas, esta classificação é apropriada.

O nível operacional refere-se às funções de produção e distribuição de bens e/ou serviços. Ele não está envolvido com trabalho físico, mas sim com a utilização do conhecimento em muitos tipos de atividades técnicas. Por exemplo, controle de produção, pesquisa de mercado e a aplicação de técnicas da Pesquisa Operacional às diversas funções da organização.

O nível tático coordena e integra as tarefas do nível operacional, junto ao nível estratégico. Uma função primária da administração (planejamento) a este nível é integrar as entradas (fluxo) de material, energia e informações para o nível operacional.

O nível estratégico está envolvido com as interações das atividades da organização com seu ambiente.

A figura 2, a seguir, ilustra através de um diagrama a representação desses três níveis.

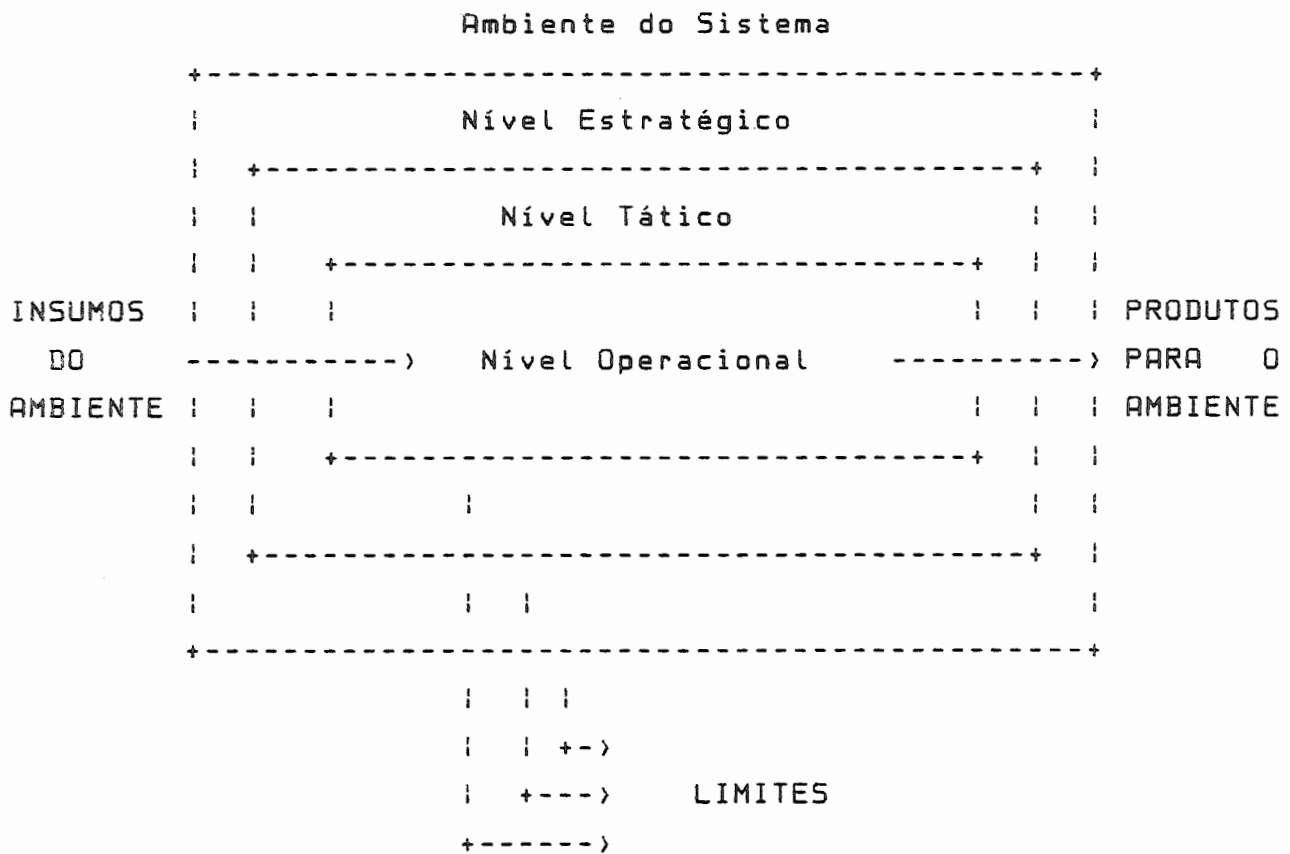


FIG. 2 - A organização como um sistema hierarquizado

É interessante classificar as diferentes orientações administrativas existentes em cada um dos três níveis. Utilizando-se como base para esta classificação a natureza da tarefa executada, as técnicas empregadas, o horizonte de planejamento e a estratégia para a tomada de decisão, temos o seguinte quadro:

NÍVEL	NATUREZA DA TAREFA	TÉCNICAS EMPREGADAS	HORIZONTE PLANEJ.	ESTRATÉGIA DECISÃO
Operacional	.Técnico-econômica (racionalização e eficiência)	.Pesquisa Operacional .Administração Científica	.Curto Prazo	.Computacional
Tático	.Coordenação .Integração	.Mediação	.Curto e Médio Prazo	.Compromissos
Estratégico	.Lida com incertezas (organização e ambiente)	.Negociação .Oportunidade	.Longo Prazo	.Julgamento

QUADRO 1 - Características dos Níveis Hierárquicos

As tarefas ao nível operacional são de natureza técnica-econômica, e estão relacionadas com a eficiência dos resultados (saídas) para uma dada tecnologia. Os administradores tendem a adotar uma visão de sistemas fechados e utilizam os métodos da administração científica. As decisões deste nível são de curto-prazo e normalmente apoiadas em recursos computacionais.

O administrador do nível tático deve integrar o nível operacional com o nível estratégico. Ele está mais ligado ao sistema psico-social da organização, e atua como um mediador entre os níveis. Suas decisões referem-se à coordenação das demandas e atividades dos outros níveis.

Ao nível estratégico, o administrador lida com perspectivas de longo-prazo e prepara a organização para se adaptar às mudanças ambientais. Em função das incertezas do ambiente, suas decisões são baseadas geralmente no julgamento.

Essas incertezas são geradas pelas variáveis ambientais, sobre as quais o administrador tem pouco ou nenhum controle. Assim, o administrador a este nível deve ter a visão de sistemas abertos, e concentrar-se em estratégias adaptativas e/ou inovativas.



2.3. Classificação de Sistemas

Imagine um observador que tenha a incumbência de descrever o que seria o mundo existente a nossa volta. Suponha que o observador utilize o enfoque sistêmico para tal finalidade. O que isto implicaria na sua tarefa de fornecer uma descrição do mundo?

Dentro deste enfoque, o observador se preocupará também com os problemas que o método científico (reducionista) não pode superar, especialmente os problemas reais do mundo, opostos aos definidos em laboratórios, e adotará os argumentos de que a natureza é hierarquicamente organizada, com propriedades emergentes nos vários níveis de complexidade.

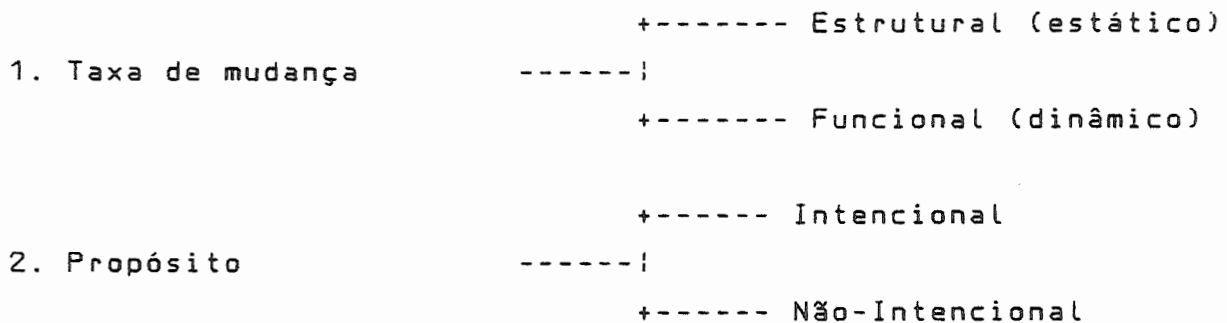
Acima de tudo, o observador estará pronto para testar a utilidade de pensar em termos de entidades coerentemente organizadas, as quais não podem ser adequadamente reduzidas a um agregado de componentes. Ele enfatizará as idéias de sistemas como uma linguagem, através da qual a realidade pode ser descrita.

Nosso observador pode ter vários motivos implícitos ao fazer a descrição do sistema e esta descrição refletirá a natureza de sua motivação. Ele pode ser motivado pela curiosidade, pretendendo somente observar e descrever, de forma a assegurar-se de que descrições claras e inteligíveis são possíveis em termos de sistemas. Ou ele pode querer fazer uso da descrição de sistemas para obter uma solução para algum tipo de problema. Ou ele pode querer inferir sobre mudanças em uma parte da realidade, onde seu motivo pode ser o de projeto. Estas motivações refletem três papéis para o observador, ele pode ser um historiador natural (descrevendo e classificando), um administrador, ou um engenheiro.

Pode-se dizer muito pouco sobre o observador e sua descrição de sistemas, que será verdadeira relativamente a seu papel e propósitos. Tudo que se pode dizer, a este nível geral, é que ele identificará (ou definirá) algumas entidades que são todos coerentes, que ele perceberá (ou inventará) alguns princípios de coerência que dão significado ao estabelecimento de limites para as entidades, distinguindo-as de seu ambiente, e que ele identificará alguns mecanismos de controle através dos quais a entidade-sistema mantém sua identidade e propriedades (pelo menos a curto-prazo).

Sob este prisma, não é surpreendente que se tenha feito um grande número de tentativas para descrever e classificar, em termos gerais, os diversos tipos de sistemas: sistemas vivos e não-vivos, sistemas probabilísticos e determinísticos, sistemas concretos e abstratos, sistemas abertos e fechados, etc.. Contudo, ainda não existe uma classificação de sistemas universalmente aceita, e muitas sugestões refletem um interesse, propósito ou visão específica, como é o caso da classificação voltada para o ponto de vista da ergonomia: Sistemas Manuais, Mecanizados, Automáticos, Colaborativos Homem-Máquina, Administrativos, Voluntários, Físicos e Simbólicos.

Ou ainda, uma tentativa mais geral, que estabelece como base de classificação três princípios de organização de qualquer sistema, a taxa de mudança, o propósito e a propagação de efeitos, onde cada princípio define um par de atributos opostos.



3. Propagação de Efeitos -----|
+----- Mecânico
+----- Orgânico

OBS: Propósito - Refere-se à propriedade do sistema de servir a um propósito de projeto (intencional), ou não (não-intencional).

Propagação de Efeitos - em um sistema classificado como mecânico, os elementos restantes não são afetados quando alguns elementos (ou a conexão entre eles) são modificados, retirados ou destruídos. Nos orgânicos, a mudança de um afeta todos os elementos.

As três dimensões (com dois atributos) permitem oito (8) classificações (combinações), das quais são fornecidas exemplos de cinco delas.

1. Rodovia

- Estrutural
- Intencional
- Mecânico

2. Uma Linha de Produção

- Funcional
- Intencional (a parada de uma máquina não afeta o funcionamento das demais)
- Mecânico

3. Uma Cadeia de Montanhas

- Estrutural
- Não-Intencional
- Mecânico

4. Organismos vivos

- Funcional
- Intencional
- Orgânico

5. Um Elevador

- Estrutural
- Intencional
- Orgânico

Inúmeras outras propostas e exemplos podem ser encontrados na literatura específica, e a maioria parte da observação do fenômeno para identificar as entidades (partes) que o compõe, as suas propriedades e os mecanismos de controle utilizados para manter a entidade como um todo coerente. De um modo geral, estas propostas são parciais e refletem tendências específicas, sendo portanto, dúbias em relação ao enquadramento geral de sistemas.

Uma análise que torna mais clara a debilidade das propostas que partem desse princípio refere-se à utilização dos conceitos de modelos determinísticos e probabilísticos como um atributo para a classificação de sistemas.

Em fenômenos onde a manipulação física do objeto não é possível, são utilizados modelos, que são representações simplificadas da realidade.

Nas situações onde o conhecimento e controle das variáveis que compõem o modelo explicam completamente o fenômeno (resultado determinado), tem-se um modelo determinístico. Naquelas onde as variáveis não são totalmente conhecidas ou não são controladas e, conseqüentemente não se pode explicar com certeza o comportamento do fenômeno, assume-se um conjunto possível de resultados associados a diferentes probabilidades de ocorrência - são os modelos probabilísticos.

Assim, classificar um sistema como probabilístico ou determinístico está muito mais associado ao conhecimento e controle que temos sobre o sistema, que à característica do

sistema ser de natureza probabilística ou determinística.

Por isso, deve-se buscar um esquema de classificação que contemple a natureza dos sistemas independentemente do nosso conhecimento, das explicações que temos para os mesmos ou, eventualmente, da complexidade da solução.

Os modelos determinísticos são geralmente mais fáceis de construir e resolver. É tão mais fácil lidar com tais modelos do que com modelos probabilísticos, que eles são frequentemente empregados, até mesmo quando se sabe que a situação é probabilística.

Em alguns casos, a versão probabilística do modelo é tão complexa, que impede a obtenção da solução exata. Consequentemente, o pesquisador (observador) é frequentemente obrigado a escolher entre a solução exata de um modelo aproximado (determinístico) e a solução aproximada de um modelo exato (probabilístico). A avaliação das alternativas geralmente favorece a primeira e, portanto, surgem os interesses ou propósitos específicos embutidos na classificação dos sistemas, tornando-a tendenciosa.

2.3.1. Uma Proposta de Classes de Sistemas

Se for aceito o argumento de que, como resultado do processo de evolução social, cultural, tecnológica e inorgânica, o universo contém algumas entidades que evidenciam propriedades emergentes e, portanto, constituem-se em um "todo", em vez de mero agregado de componentes. Então, é razoável identificar classes de entidades, de acordo com sua origem.

Pode-se iniciar esta identificação com os sistemas físicos, que aparentemente constituem o universo. Nesta classe tem-se os sistemas naturais, cuja origem está na origem do universo. São sistemas que não podem ser nada além do que são, dado um universo cujos padrões e leis não são aleatórios.

Existem também muitos outros sistemas que têm sua origem em um projeto consciente. São os sistemas físicos projetados (ou artificiais) que são feitos pelo homem, para atender alguma necessidade humana, consequentemente esses sistemas existem para servir a um propósito.

Entretanto, a capacidade de projeto do homem não



se restringe a artefatos físicos. Existe no mundo um grande número de sistemas que podem ser chamados, de sistemas abstratos projetados, tais como a matemática, a filosofia, etc., que representam o produto da ordenação consciente da mente humana, através do conhecimento intelectual.

O ato de projetar é por si mesmo um exemplo da quarta classe possível de sistemas, os sistemas de atividades humanas ou sistemas sociais. Esta classe de sistemas consiste da integração de várias atividades humanas, segundo algum princípio de coerência ou necessidade.

Além dos sistemas naturais, projetados (físicos e abstratos) e sociais, deve existir uma categoria que inclua os sistemas além do conhecimento atual, os sistemas transcendentais.

A figura 3 sintetiza esta proposta para a classificação de sistemas.

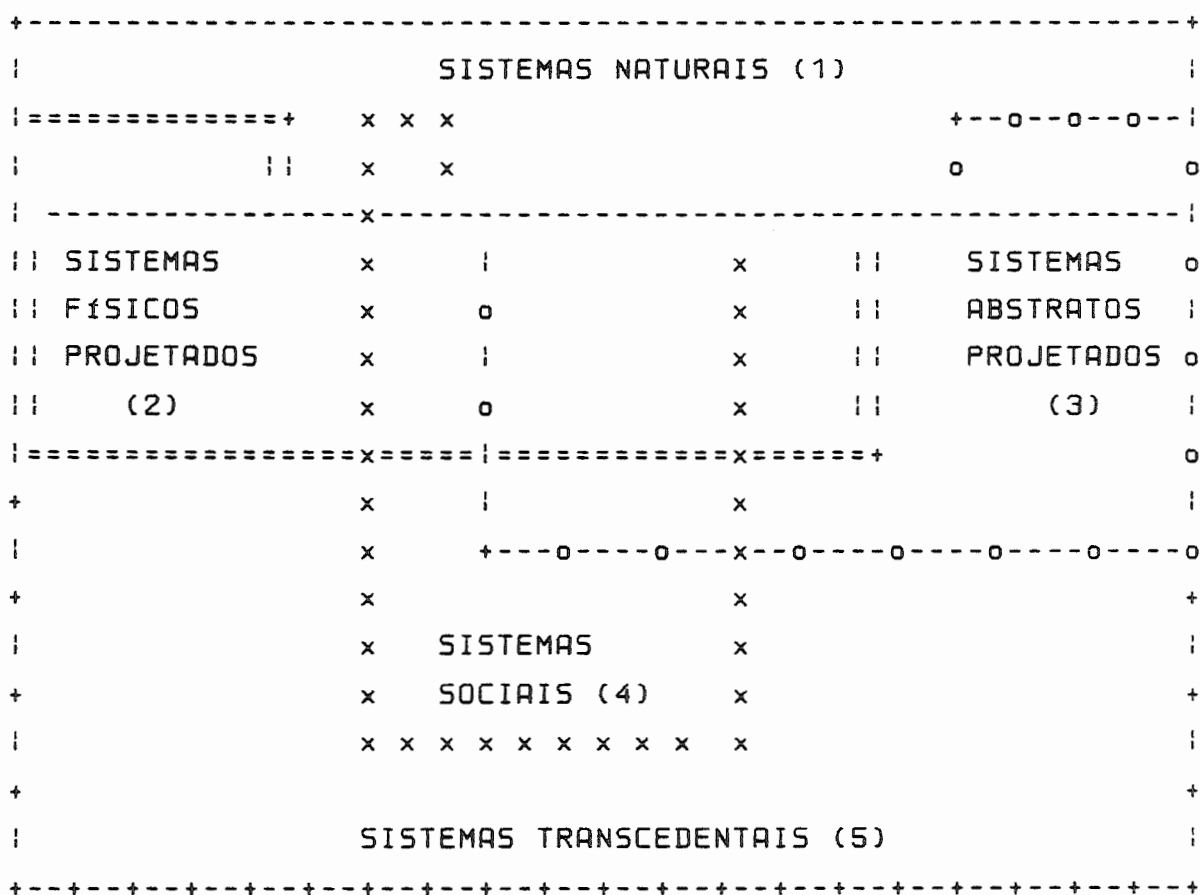


FIG. 3 - Classes de Sistemas

Qualquer entidade que se constitua em um "todo" pode ser descrita como um sistema pertencente a uma das cinco classes ou uma combinação delas. Adotar o enfoque sistêmico significa identificar, pelo questionamento, as propriedades dos sistemas de cada classe, e o modo pelo qual elas se combinam e interagem para formar sistemas mais amplos, caracterizados por propriedades emergentes.

Esta classificação sugere, que quatro é o número absoluto de classes de sistemas necessárias para descrever o total da realidade. Esta classificação é, em si mesma, um exemplo de sistema abstrato projetado, pois fornece um conjunto de tipos conceituais que podem ser utilizados em descrições da realidade apoiadas pela linguagem de sistemas.

Um aspecto interessante desta classificação pode ser obtido se estendermos a análise para a consideração do conhecimento ou dos desenvolvimentos possíveis nas interfaces entre as diversas classes. Por exemplo, uma organização (empresa) pode ser enfocada como pertencendo à interface entre os sistemas sociais e os físicos projetados? Quais trabalhos evidenciam este fato?

De uma forma bem simples, o conceito de interdisciplinaridade pode ser entendido como o trabalho desenvolvido nas interfaces entre as diversas classes de sistemas, pelas diferentes áreas do conhecimento, com o mesmo objetivo sistêmico.



3. A Ciência e a Evolução dos Sistemas

Faz-se necessário estabelecer o que é exatamente o pensamento sistêmico ou abordagem sistêmica, e o que significa adotar a abordagem sistêmica (ou de sistemas) em um problema.

Uma inspeção superficial do mundo sugere que ele seja um complexo gigante, com densas conexões entre suas partes. Nós não podemos lidar com ele nessa forma, e somos forçados a reduzi-lo em algumas áreas separadas, as quais devemos examinar se-

paradamente. Nosso conhecimento do mundo é, então, necessariamente dividido em diferentes assuntos ou disciplinas.

Como a nossa educação é conduzida em termos dessa divisão em assuntos distintas, é difícil lembrar que estas divisões são feitas pelo homem e que são arbitrárias e, portanto, a descrição do mundo e da realidade através da linguagem de sistemas, bem como a utilização do enfoque sistêmico para os seus problemas são encontrados em diferentes disciplinas. A reunião dos esforços feitos nas diversas áreas do conhecimento, será tomada como base para a explicação do "movimento de sistemas".

Segundo Bertalanffy, o movimento de sistemas é pelo menos uma vaga reunião de interesses similares, ligados pelo conceito de sistemas. Bertalanffy insistiu que as idéias emergentes nos vários campos do conhecimento poderiam ser generalizadas pelo enfoque sistêmico, por isso ele é reconhecido como o fundador do movimento de sistemas. Consoante com estas premissas surgiu a idéia da Teoria Geral dos Sistemas (TGS), cujo objetivo era encorajar o desenvolvimento de sistemas teóricos aplicáveis a mais de uma das tradicionais áreas do conhecimento.

Os propósitos da Teoria Geral do Sistemas eram:

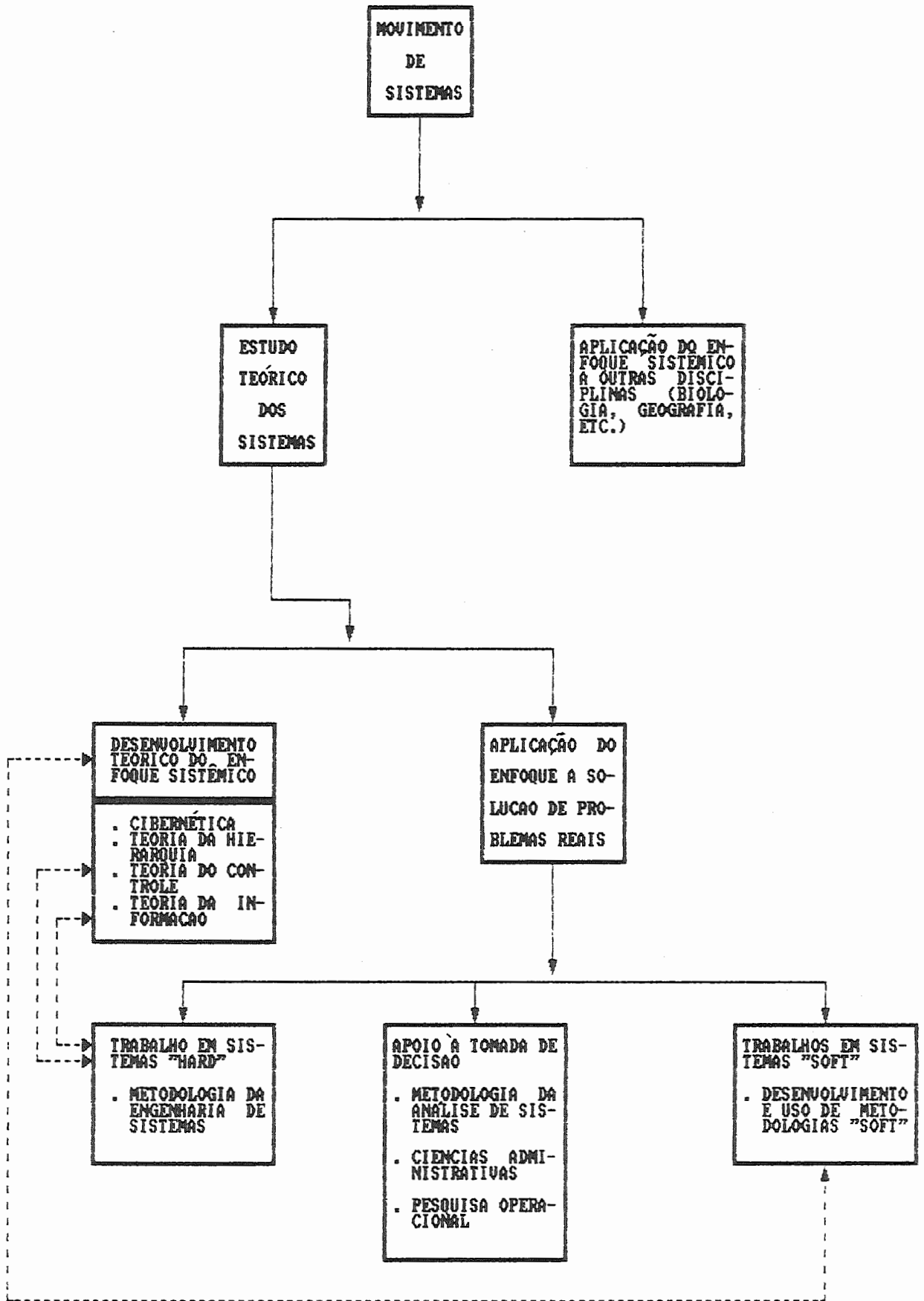
1. Investigar o isomorfismo dos conceitos, leis e modelos nos vários campos, e apoiar a transferência de conhecimentos de um campo para outro;
2. Encorajar o desenvolvimento de modelos teóricos adequados, nas áreas onde houvesse necessidade;
3. Eliminar a duplicação de esforços teóricos nos diferentes campos;
4. Promover a unidade da ciência através de melhor comunicação entre os especialistas.

O problema com a TGS é que a sua generalidade leva a falta de conteúdo. Parece mais provável que os progressos no movimento de sistemas tenham sido obtidos através do uso isolado das idéias de sistemas, do que através do desenvolvimento de uma teoria abrangente.

Embora a TGS, por si só, não forneça um meio para esquematizar a totalidade do trabalho que vem sendo feito no movimento de sistemas, a recente distinção entre o desenvolvimento do enfoque (pensamento) sistêmico enquanto teoria e a aplicação do enfoque sistêmico dentro de certas áreas ou disciplinas pode ser estendida para fornecer um mapa razoável da totalidade de atividades do movimento.

Entretanto, para se construir esse mapa, algumas distinções devem ser feitas. Primeiro, deve-se fazer uma distinção entre o desenvolvimento das idéias de sistemas (como por exemplo, na cibernética) e a aplicação das idéias de sistemas dentro de uma disciplina (como por exemplo, na biologia, geografia, etc.). Isto fornece duas grandes áreas de trabalho em sistemas. Segundo, dentro do desenvolvimento das idéias de sistemas, deve-se distinguir o desenvolvimento das idéias puramente teóricas e suas interrelações, do trabalho baseado no desenvolvimento de idéias procurando projetar sistemas para a solução de problemas reais. A TGS é um exemplo do primeiro caso e a metodologia de Engenharia de Sistemas do outro caso.

A figura 4 esquematiza as fases do movimento de sistemas.



-----> Indicam as principais influências

FIG. 4 - Fases do Movimento de Sistemas

OBS: - Sistemas "HARD" - Metodologia, baseada em sistemas, que lida com problemas reais, para os quais um objetivo ou um fim a ser atingido pode ser pré-estabelecido. Um sistema é então projetado para alcançar o objetivo atestado.

- Sistemas "SOFT" - Metodologia, baseada em sistemas, que lida com problemas reais, para os quais não é possível (claro) se estabelecer um objetivo, ou seja, fins conhecidos e desejados não podem ser assumidos como dados (pré-estabelecidos). OBS: Entre os resultados possíveis conhecidos, um ou alguns são desejados, o escolhido entre os desejados é chamado de objetivo.

Nesta figura estão apresentadas as sete atividades dentro do movimento de sistemas. Nela está representado que os sistemas "hard" foram fortemente afetados pelo desenvolvimento da teoria do controle e pela teoria da informação, e que a engenharia de sistemas deu grande ímpeto ao desenvolvimento de trabalhos em sistemas "soft" - metodologias para solução de problemas mal-estruturados, neste caso será apresentada a metodologia proposta por Checkland.

A figura 4 pode ser estendida para incluir as principais influências "externas" das áreas de conhecimento. As células do quadro 2 indicam essas influências.

DESENVOLVIMENTO TEORICO DO EN- FOQUE SISTEMICO	TRABALHOS EM SISTE- MAS "HARD"	APOIO A TOMADA DE DECISAO	TRABALHOS EM SISTEMAS "SOFT"
Ciências naturais (biologia)		Ciências Naturais	
		Ciências Sociais (Economia)	Ciências Sociais
Filosofia			Filosofia
Engenharia	Engenharia	Engenharia	

QUADRO 2 - Influências Externas

É importante salientar que o projeto de um sistema real pode cruzar várias das categorias apresentadas e que as distinções foram feitas para montar um quadro geral do movimento de sistemas, que se adapte razoavelmente às atividades atuais em sistemas reais, aos esforços intelectuais e à literatura existentes, permitindo que trabalhos e/ou assuntos específicos possam ser enquadrados no contexto do movimento como um todo.

3.1. A Metodologia da Engenharia de Sistemas

Toda a humanidade tem se deparado com problemas oriundos das necessidades básicas do homem, como, por exemplo, comida, moradia, transportes e, etc.. De um modo geral, todas as sociedades desenvolveram tecnologias para satisfazer a essas necessidades. Na nossa civilização, a incorporação da ciência na solução de problemas tecnológicos tem produzido uma força cultural poderosa, a ponto de se restringir a tecnologia à combinação de habilidade e ciência. Contudo, qualquer que seja o

sentido dado à palavra, não há dúvida que sua origem Grega (techne) tem a ver com objetos produzidos artificialmente pelo homem e, é aí que repousa a principal distinção entre ciência e engenharia (tecnologia).

Qualquer atividade humana (com propósitos) tem compromisso com uma escala de valores. Para a ciência, o valor mais alto está associado ao avanço do conhecimento. Para a engenharia e tecnologia maior valor é dado à realização eficiente de algum objetivo estabelecido. Onde os cientistas perguntam: "Aprendemos alguma coisa?", os engenheiros e tecnólogos perguntam: "Funciona?". Onde a ciência está interessada em novos conhecimentos e em verificar se são verdadeiros ou falsos, a tecnologia e a engenharia estão interessadas na ação dirigida a um resultado pré-estabelecido, e em verificar o sucesso ou fracasso dessa ação.

Não é surpresa que a engenharia, como uma atividade profissional, atraia pessoas orientadas para a ação, que valorizam as realizações práticas acima de tudo. Como resultado deste fato a literatura sobre a metodologia da engenharia não é extensa.

Na realidade, os engenheiros não desenvolveram uma abordagem voltada para sistemas mais amplos. A principal contribuição está ligada à engenharia não de componentes, mas de sistemas (físicos e organizacionais) que envolvem as interações de muitos componentes.

Apesar da existência de inúmeras outras, a concepção de engenharia de sistemas como o conjunto de atividades referentes à definição, projeto, avaliação e implementação de um sistema para alcançar alguma necessidade definida - em outras palavras, a realização de um projeto de engenharia - é a que persiste desde o surgimento das atividades desta natureza. E, desde de 1950, muitos engenheiros e gerentes de projetos de grandes organizações estão envolvidos com a formulação de procedimentos necessários ao sucesso de tais projetos, incluindo a sequência de atividades e abordagens necessárias para a coordenação do trabalho de especialistas.

O processo da engenharia de sistemas pode ser descrito através de uma sequência de passos, os quais foram esta-

belecidos a partir da generalização de experiências passadas e não desenvolvidos teoricamente.

A sequência de passos para a solução de um problema é:

1. Definição do Problema

- . Essencialmente a definição de uma necessidade. Refere-se à identificação de oportunidades existentes no meio-ambiente e das restrições tecnológicas, econômicas, financeiras, etc.

2. Seleção de Objetivos

- . Estabelecimento e escolha dos objetivos, definição dos critérios de decisão e identificação das necessidades de recursos materiais e tecnológicos.

3. Síntese de Sistemas

- . Criação de sistemas alternativos possíveis que solucionem o problema e que satisfaçam as necessidades.

4. Análise dos Sistemas

- . Análise dos sistemas hipotéticos à luz dos objetivos estabelecidos e das consequências de cada alternativa, variando os parâmetros do sistema e verificando a sua influência sobre o todo.

5. Seleção do Sistema

- . Escolha da alternativa mais promissora.

6. Desenvolvimento do Sistema

- . Até o estágio de um protótipo.

7. Implantação do Sistema

- . Realização do sistema além do estágio de protótipo, incluindo a monitoração, modificação e re-alimentação de informações para projeto.

Resumidamente, pode-se caracterizar a metodologia da engenharia de sistemas, como segue:

- . **Objetivos:** Concepção, projeto, avaliação e implantação de um sistema para atender a uma necessidade pré-definida.
- . **Aplicações:** Projetos de sistemas complexos.
- . **Fases:** Os sete passos definidos anteriormente.
- . **Característica:** Extensão do conceito tradicional de ciclo de vida da engenharia para aplicação em sistemas.

OBS: A idéia de Ciclo de Vida pode ser entendida como sendo um ciclo de atividades bem definidas, associado a todo produto (bem). As atividades básicas são:

1. Identificação de necessidades e desejos

- . Oportunidades ou necessidades de mercado

2. Planejamento do Produto

- . Análise preliminar de mercado.
- . Estudo de viabilidade técnico-econômica.

3. Pesquisa do Produto

- . Necessidade de pesquisa pura ou aplicada para materiais ou tecnologia.

4. Projeto do Produto

- . Projeto detalhado do produto, especificações, métodos e processos de trabalho.

5. Produção e/ou Construção

- . Fabricação do produto

6. Avaliação do Produto

- . Definição dos testes necessários e padrões de comparação.
- . Planejamento e Aplicação de testes
- . Análise dos resultados
- . Ações corretivas necessárias.

7. Uso do Produto e Apoio Logístico

- . Distribuição
- . Assistência Técnica
- . Modificação do Produto
- . Manual de orientação para o uso
- . Levantamento de informações de desempenho do produto.

Cada uma dessas atividades pode ser representada, ao longo do tempo, como uma função dos investimentos efetuados,

da venda e receita e do comportamento de mercado do produto. A figura 5 esquematiza essas relações.

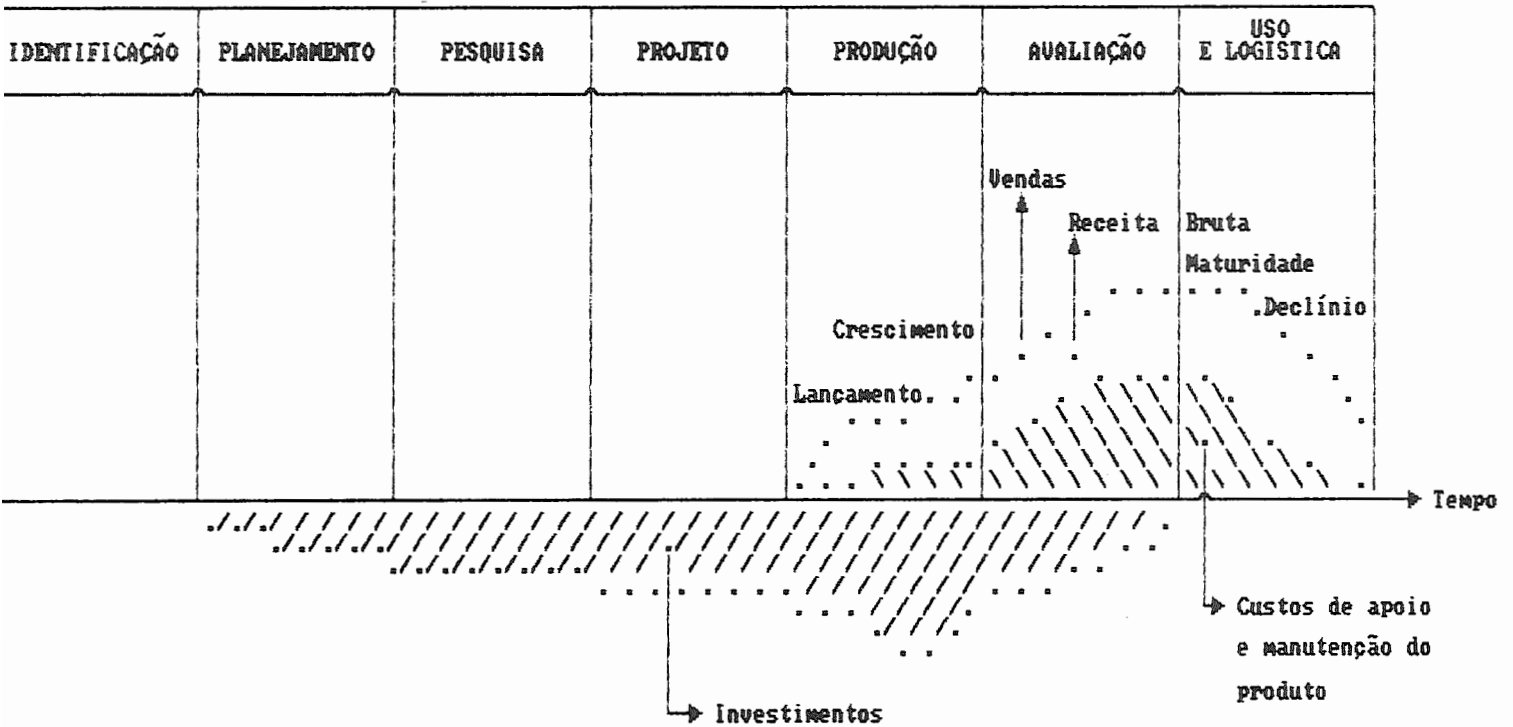


FIG. 5 - CICLO DE VIDA DO PRODUTO

3.2. A Metodologia da Análise de Sistemas

A metodologia da análise de sistemas trata da avaliação e seleção de alternativas propostas para a solução de um problema, colocando-as em ordem de preferência, segundo um critério adotado e usando técnicas científicas de diferentes áreas do conhecimento.

É uma abordagem sistemática que auxilia na escolha de um curso de ação, examinando o problema no todo, esclarecendo os objetivos e alternativas, e verificando as suas consequências, sempre que possível, de uma maneira analítica, de modo a incorporar o julgamento de valores e a intuição humana.

A idéia de uma análise fornecer conselhos não é nova, o que há de novo é o questionamento que deve ser feito para que a análise dê bons resultados.

Três considerações devem ser destacadas:

- a) É necessário uma investigação sistemática dos objetivos do tomador de decisão, e dos critérios relevantes para decidir entre as alternativas promissoras.
- b) As alternativas devem ser identificadas, examinadas quanto à sua viabilidade, e comparadas em relação a efetividade, custo, tempo e risco.
- c) Melhores alternativas devem ser tentadas.

Estes três questionamentos terão pouca utilidade se não forem identificados os elementos que compõem o processo de análise. Em termos gerais, a metodologia da análise de sistemas compreende os seguintes elementos:

- . **Objetivos:** Uma das tarefas mais importantes da análise de sistemas é descobrir quais objetivos o tomador de decisão está tentando alcançar.
- . **Alternativas:** São os meios através dos quais espera-se que os objetivos sejam alcançados.
- . **Custos:** A medida recomendada é em termos de custo de oportunidade (entre alternativas diferentes).
- . **Modelos:** Cujo papel é estimar as consequências das alternativas escolhidas.
- . **Critérios:** Uma regra ou padrão para priorizar as alternativas em ordem de desejabilidade.

A aplicação da metodologia, ou o seu processo, compreende cinco fases ou etapas a saber:

1. Formulação:

(fase conceptual) - esclarecimento dos objetivos, definição do escopo e limitação do problema. Tentativa de isolar as questões envolvidas, para fixar o contexto dentro do qual elas devem ser resolvidas, visando a identificação das variáveis atuantes e as relações entre elas.

2. Fase de Busca:

Relativa ao levantamento de alternativas e de dados, ou de evidências sobre as quais a análise deve ser conduzida.

3. Fase de Avaliação:

Para se fazer uma escolha entre várias alternativas, deve existir um meio de predizer ou estimar as consequências inerentes. Esse meio pode ser:

- solicitar a opinião de especialistas;
- através de um modelo, com função explanatória, visando a organização do raciocínio.

4. Fase de Interpretação:

(Fase de Julgamento) - nesta fase o trabalho desenvolvido é interpretado, usando os dados e informações geradas para obter novas conclusões sobre as alternativas e definir um curso de ação. É uma fase de re-alimentação, correção e de recomendações.

5. Fase de Verificação:

Teste das conclusões, inclusive através de experimentação (nos

casos em que for possível e interessante).

Estas fases podem ser representadas graficamente, através da figura 6:

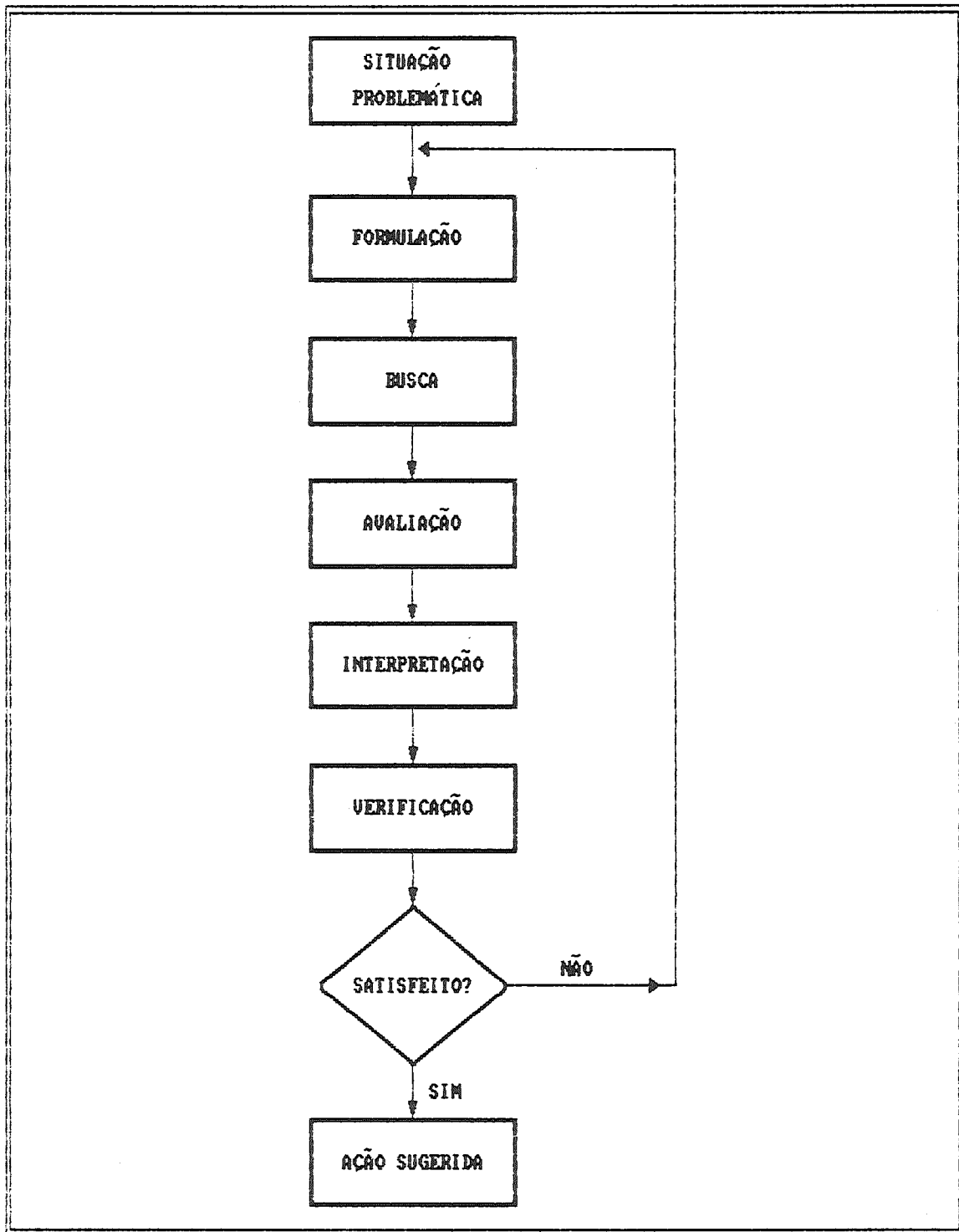


FIG. 6 - Fases da Análise de Sistemas

Resumidamente, pode-se dizer que o processo da análise de sistemas envolve dois pontos principais:

- 1) Exame e comparação sistemáticas das ações alternativas que estão associadas ao cumprimento dos objetivos desejados (definidos), com base em critérios.
- 2) Consideração explícita de incerteza

OBS: 1o. Em relação ao primeiro ponto, algumas técnicas podem ser utilizadas para a comparação de alternativas, três delas serão apresentadas.

A) Análise Custo-Efetividade (ACE)

É uma abordagem analítica para resolver problemas de escolha que requerem uma definição de objetivos, e a identificação da alternativa que produza a maior efetividade para um dado custo ou que produza um grau escolhido de efetividade ao menor custo. Podemos entender efetividade como sendo o grau com que conseguimos nos aproximar dos objetivos, dentro de uma escala apropriada.

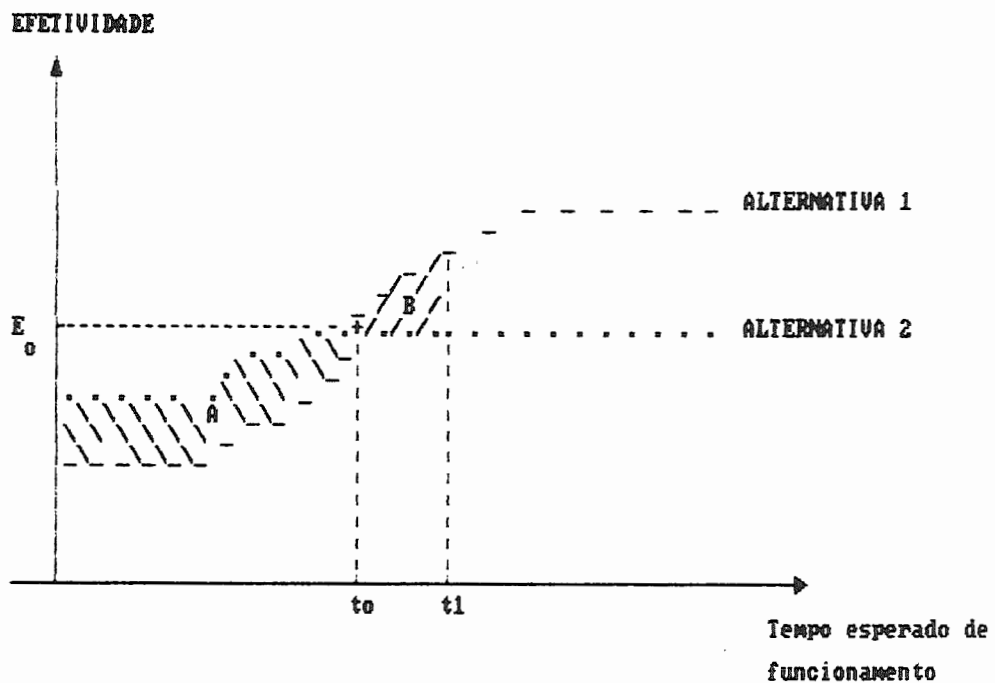
Assim, a ACE pode ser utilizada como auxílio à tomada de decisão nos seguintes casos:

- para a comparação dos custos de diferentes alternativas que tenham a mesma medida de efetividade. A melhor é a que apresentar o menor custo.
- para a comparação de alternativas que tenham o mesmo custo e diferentes medidas de efetividade. A alternativa que apresentar maior efetividade será preferida.
- para a comparação de alternativas que diferem quanto aos custos e quanto à efetividade. Se não existir uma alternativa dominante, o critério a ser utilizado é a maximização da razão efetividade/custo.

Um aspecto que deve ser lembrado é que, os critérios empregados na avaliação das alternativas podem variar consideravelmente (consideração implícita de valores subjetivos). Além disso, em uma análise onde vários parâmetros estão envolvidos, deve-se proceder à ponderação desses, em termos de sua relevância dentro de possíveis níveis de priorização. Tomemos como exemplo os níveis esquematizados na figura 7.

B) Análise Tempo-Efetividade (ATE)

Este tipo de análise é utilizada quando o tempo e a efetividade são relevantes durante o período em que se espera operar o sistema. Graficamente é equivalente a:



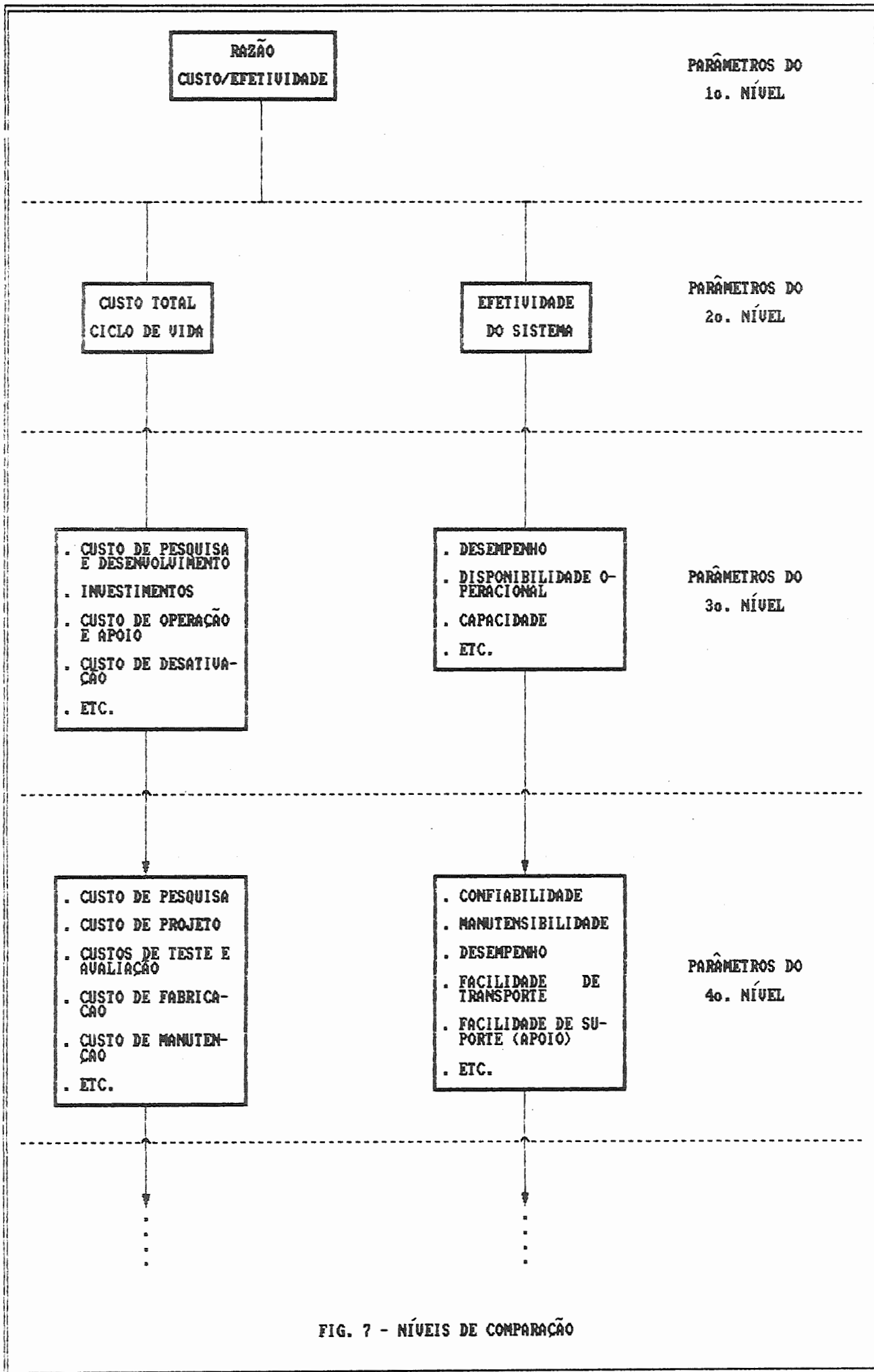


FIG. 7 - NÍVEIS DE COMPARAÇÃO

A decisão deve ser tomada com base no tempo esperado de funcionamento (t_e). Se:

$t_e < t_0 \Rightarrow$ alternativa 2

$t_e > t_0 \Rightarrow$ alternativa 1

$t_e = t_1 \Rightarrow$ comparar pela efetividade global, que é equivalente a comparação das áreas A e B que representam o acréscimo de efetividade de uma alternativa em relação a outra \Rightarrow Max [EFETIVIDADE/TEMPO].

C) Análise Custo-Benefício

Esta técnica é aplicável quando a comparação entre alternativas não pode ser feita em termos de efetividade, exigindo o estabelecimento de critérios relativos aos benefícios oriundos de cada alternativa. Esses benefícios são normalmente de difícil quantificação, onde sua principal componente é de avaliação subjetiva. Eventualmente, benefícios monetários podem ser incorporados. Por exemplo, a decisão de construção de uma praça pública deve contemplar vários parâmetros, entre eles: locais disponíveis, custos associados, disponibilidade de verbas e outros recursos, número de pessoas atingidas e os benefícios decorrentes dos fins a que se destina - parâmetros de difícil mensuração e de caráter subjetivo. Como quantificar, por exemplo, o lazer oferecido? Aspectos urbanísticos?

OBS 2: Referente ao segundo ponto - consideração explícita da incerteza.

Um problema de decisão, na sua forma mais geral, é composto de cinco elementos básicos:

1. Linhas de ação (L_i), constituídas de variáveis controláveis.
2. Estados (E_j), compostos de variáveis não controláveis, pertencentes ao ambiente.
3. Resultados (R_k), que podem ser obtidos como consequência de uma linha de ação, considerando a ocorrência de um dado estado.
4. Probabilidade (P_{ik}^j), de obtenção do resultado (R_k) adotando a linha de ação (L_i), para um certo estado (E_j).
5. Critério de decisão.

Esses cinco elementos são combinados da seguinte forma:

		E1 (P(E1))				E2 (P(E2))				
		R1	R2	...	Rn	R1	R2	...	Rm	
LINHAS DE AÇÃO →	L1	P_{11}^1	P_{12}^1	...	P_{1n}^1	P_{11}^2	P_{12}^2	...	P_{1m}^2	→ ESTADOS (PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA)
	L2	P_{21}^1	P_{22}^1	...	P_{2n}^1	o				→ RESULTADOS POSSÍVEIS
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	o	o			→ PROBABILIDADE DE ATINGIR O RESULTADO (R_m), ADOPTANDO A LINHA DE AÇÃO (L_1), DENTRO DO ESTADO (E_2).
	Ln	P_{n1}^1	P_{n2}^1	...	P_{nm}^1	P_{n1}^2	P_{n2}^2	...	P_{nm}^2	

Variando-se o item 2 (estados) e o item 4 (probabilidades), caracterizam-se os três tipos de problemas de decisão:

1) Decisão tomada sob CERTEZA

Quando para cada linha de ação existe um único estado e um único resultado possível.

2) Decisão tomada sob RISCO

Quando para cada linha de ação existe pelo menos um estado, com dois ou mais resultados possíveis, e há confiança na estimativa da probabilidade associada aos resultados de cada linha de ação (que é função da probabilidade de ocorrência do Estado (E_i) - $P(E_i)$).

3) Decisão tomada sob INCERTEZA

Quando não se conhecem, ou não é possível estimar-se, as probabilidades de ocorrência dos resultados possíveis de cada linha de ação (P_{ik}^j) e nem a dos estados ($P(E_i)$).

Retomando a idéia do movimento de sistemas através das atividades sintetizadas na figura 4, deve ser salientado que as metodologias referentes a Apoio à Tomada de Decisão, são objetos de outras disciplinas do curso e, portanto, não serão exploradas. Para os trabalhos relativos a sistemas "SOFT", será apresentada a metodologia proposta por Checkland.

3.3. Uma Metodologia para o Sistemas "Soft"

O fator que une os estudos sistêmicos, resultantes de pesquisas realizadas em diversos tipos de problemas e de organizações, em que um único grupo com características bem determinadas, é o fato de todos esses estudos serem meios (veículos) para a mesma coisa, ou seja, o desenvolvimento de princípios relativos ao uso das idéias de sistemas para a solução de problemas em situações reais. Todos os estudos têm em comum a metodologia de sistemas.

Por metodologia deve-se entender um estado intermediário entre uma filosofia (no sentido geral) e uma técnica ou método. Filosofia pode ser entendida como uma diretriz

ampla e não específica e; técnica, no outro extremo, como um programa de ação específico e preciso, que produz um resultado padrão: se a técnica for aplicada adequadamente pode-se, com certeza, resolver uma grande variedade de problemas específicos, por exemplo, um sistema de equações.

Nas situações onde a técnica indica o como e a filosofia o que, uma metodologia conterá elementos de o que e como. Neste sentido, uma metodologia que englobe os conceitos de sistemas deve ter quatro características: ser aplicável a problemas reais; não ser vaga, no sentido de que deve fornecer mais base para a ação que uma filosofia; não deve ser precisa, como uma técnica, mas deve permitir o entendimento (compreensão) que a precisão pode excluir; deve permitir que novos desenvolvimentos na ciência de sistemas possam ser incluídos na metodologia.

3.3.1. A Metodologia Proposta por Checkland

Através do diagrama apresentado na figura 8, está representada a sequência cronológica da metodologia proposta por Checkland, a qual deve ser lida de 1 para 7.

A metodologia contém dois tipos de atividades. Os estágios 1,2,5,6 e 7 são atividades desenvolvidas dentro da realidade, envolvendo, necessariamente, as pessoas da situação problemática. Os estágios 3,4, 4a e 4b são atividades do enfoque sistêmico. A linguagem das atividades do primeiro tipo é a linguagem normalmente adotada para a descrição de um problema. A do segundo tipo (3,4, 4a e 4b) é a linguagem de sistemas, onde a complexidade dos problemas reais é desvendada e entendida como resultado da transformação em uma linguagem de sistemas de alto nível.

Os estágios 1 e 2 são fases de descrição, durante os quais é feita uma tentativa de se construir o quadro mais completo (rico) possível, não do problema, mas da situação na qual percebe-se estar o problema. A melhor maneira de se fazer

esta análise, sem impor uma estrutura particular na construção do quadro, é através do registro dos elementos estruturais (com baixa taxa de mudança) e dos elementos do processo (mudanças contínuas), para formar uma idéia de como o processo e a estrutura se relacionam dentro da situação investigada.

O estágio 3 envolve a identificação de alguns sistemas que podem ser relevantes para o problema identificado (inferido), e a preparação de definições concisas do que esses sistemas são - em oposição a o que eles fazem. O intuito é obter afirmações explícitas da natureza de alguns sistemas que serão úteis, nas próximas etapas, para melhorar a situação problemática. Essas definições, feitas no estágio 3, são chamadas de definições básicas, porque se pretende indicar que elas transmitem a natureza fundamental dos sistemas escolhidos.

De posse dessas definições, o estágio 4 ocupa-se da construção de modelos conceptuais dos sistemas de atividades humanas, relacionados nas definições básicas. A linguagem para a construção dos modelos consiste da utilização de verbos, ou seja, é montado um conjunto estruturado de verbos, que descrevem as atividades mínimas necessárias exigidas pelos sistemas de atividades humanas descritos nas definições básicas.

A construção dos modelos é alimentada pelos estágios 4a e 4b. O estágio 4a refere-se ao uso de um modelo geral de qualquer sistema de atividades humanas, que possa ser usado para verificar se os modelos construídos não são deficientes. O estágio 4b consiste da modificação ou transformação do modelo, se desejado, em outra forma que seja considerada adequada à situação. Por exemplo, pode ser desejável reestruturar o sistema como um sistema sócio-técnico.

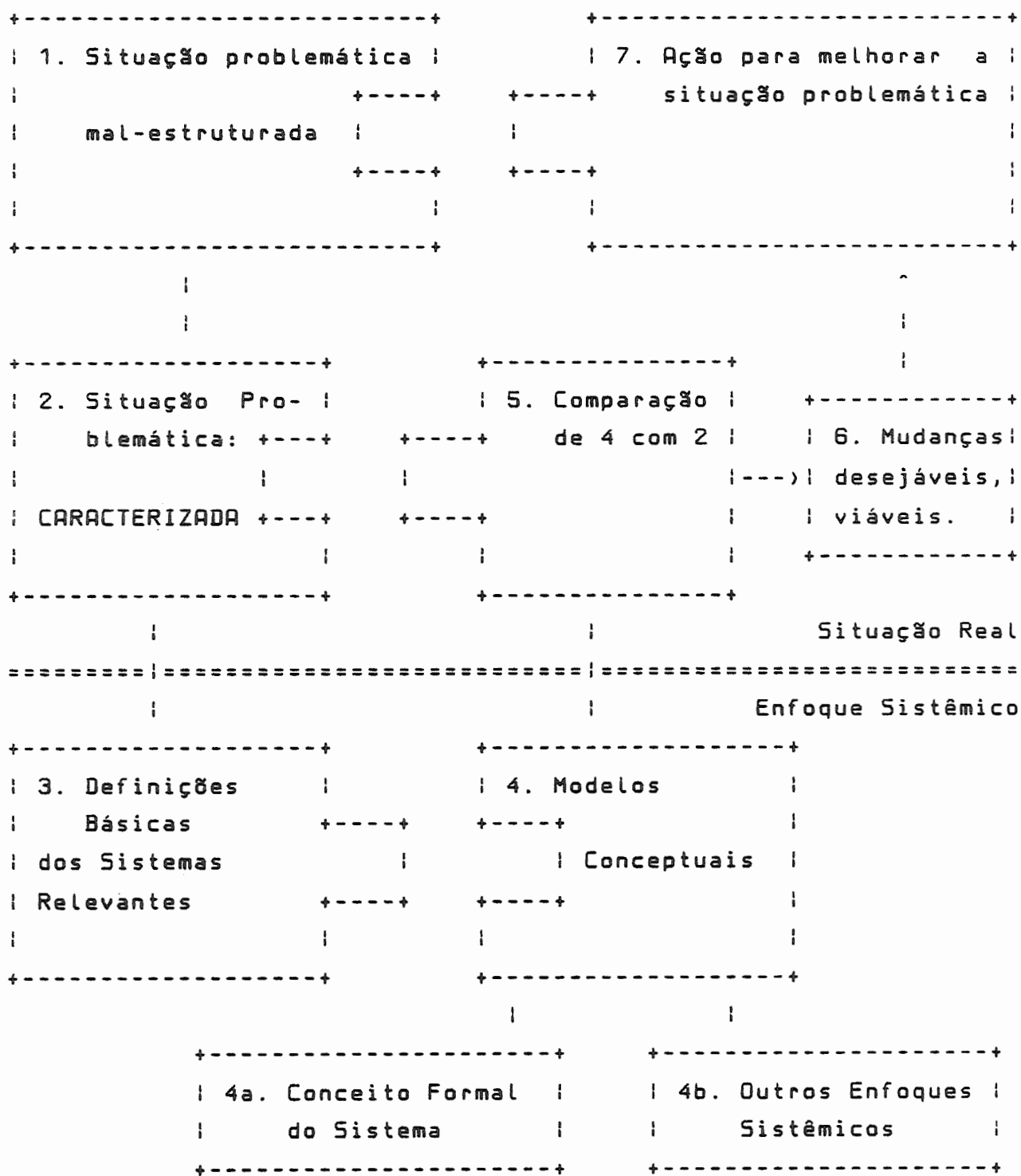


FIGURA 8 - Resumo da Metodologia.

Ocorrendo ou não este tipo de transformação os modelos construídos (no estágio 4) são, no estágio 5, levados para a situação real e comparados com a percepção do que existe. O objetivo desta comparação é gerar um debate com as pessoas envolvidas com o problema, debate que no estágio 6 define possíveis mudanças que satisfaçam duas restrições: sejam desejáveis e, ao mesmo tempo, viáveis dadas as atitudes e estrutura de poder existentes, guardando relação com a história da situação sob exame.

O estágio 7, então, envolve a ação (tomada de posição), baseada no estágio 6, para melhorar a situação problemática.

A seguir, cada um dos estágios será discutido com mais detalhes.

Estágios 1 e 2: Caracterização (Expressão e Análise)

A experiência tem mostrado que apesar da intenção dos dois primeiros estágios, de caracterizar a situação problemática sem impor uma estrutura particular sobre ela, ser usualmente compreendida pela pessoas que utilizam a metodologia, eles são na prática estágios difíceis. Há muita relutância em parar e refletir sobre a caracterização (expressão) inicial, as pessoas em geral demonstram um desejo urgente de ação.

Os melhores estudos têm sido caracterizados, nesses estágios, por uma disponibilidade de coletar tantas percepções do problema quanto possível, através de uma grande variedade de pessoas que atuam na situação problemática e através de constantes análises desses estágios. Na análise de sistemas "HARD", o conceito é que existe um sistema a ser projetado, que ocupa um lugar bem definido em uma dada hierarquia de sistemas. Em sistemas "SOFT" - que incluem a maioria dos sistemas de atividades humanas, considerados a um nível mais alto que o das operações físicas - sempre existirão muitas versões possíveis para o sistema a ser projetado ou melhorado e, além disso, pode ser impossível definir-se os limites e objetivos do sistema.

É muito útil construir-se, na descrição inicial, o quadro mais rico (completo) possível da situação que está sendo

estudada. Este quadro, então, permite que se faça a seleção do ponto de vista (ou pontos de vista) através do qual estudar mais a fundo a situação problemática (em outras palavras, qual enfoque dar ao problema).

Uma vez feita a seleção, um ou mais sistemas específicos, que serão partes de uma hierarquia de sistemas, estarão sendo definidos como relevantes à solução do problema.

Suponha que os problemas de uma biblioteca pública sejam objeto de um estudo sistêmico. Pode ser apropriado, em circunstâncias particulares, encarar a biblioteca como sendo um sistema. Mas, que espécie de sistema? Várias possibilidades são aparentes: Deve ser encarado como um sistema de interesse (conveniência) político do governo local? Ou como um sistema que é parte de um sistema educacional mais amplo? Ou será mais útil defini-lo funcionalmente, como um sistema que procura maximizar a exposição de uma grande variedade de livros e revistas armazenados, para uma população específica? Qualquer uma dessas alternativas pode ser proveitosa, dependendo da situação em particular, e de como as pessoas envolvidas percebem a existência de problemas de uma certa espécie.

A função dos estágios 1 e 2 é classificar a situação problemática, de forma que diversas alternativas (escolhas) possíveis e relevantes possam ser levantadas. Esta é a única função desses estágios.

É na tentativa de se obter uma visão tão neutra quanto possível do problema, que os conceitos de estrutura, processo e a relação entre estrutura e processo têm se mostrado muito úteis. A estrutura pode ser examinada em termos da hierarquia de poder, organograma, "lay-out" e pelo padrão de comunicação forma e informal. O processo pode ser examinado em termos das atividades básicas ligadas a decisão de fazer alguma "coisa", a produção dessa "coisa", à monitorização de quão bem está sendo feita e de seus efeitos externos, e à tomada de ações corretivas. O relacionamento entre a estrutura e processo representa o "clima" (a atmosfera) da situação, e permite verificar se a estrutura funcional se adapta bem ao sistema de realização das tarefas.

Estágio 3: Definições Básicas dos Sistemas Relevantes

Ao final da fase de caracterização (expressão) não se terá resposta para a pergunta: Quais sistemas precisam ser projetados ou melhorados?, mas sim para: Quais os nomes dos sistemas imaginários que, através da fase de análise, parecem relevantes para o problema?

É essencial responder a questão cuidadosamente e explicitamente, escrevendo e discutindo a natureza do sistema ou sistemas escolhidos. A escolha representará uma visão particular da situação problemática. O propósito de nominar o sistema criteriosamente é tornar explícita esta visão, e fornecer uma base através da qual possam ser desenvolvidas as implicações de se adotar a visão escolhida.

As definições básicas têm conotação de hipóteses, voltadas para uma eventual melhoria da situação problemática através de mudanças que parecem desejáveis e viáveis.

Assim, uma definição básica deve ser uma descrição concisa do sistema de atividades humanas, que capta uma visão particular desse sistema. Em outras palavras, a questão é: Dado o quadro da situação problemática e a percepção do problema pelas pessoas envolvidas, a definição básica tem uma chance de ser útil?

Com base na intuição e na experiência advindas da aplicação desta metodologia em situações reais, pode-se afirmar que uma definição básica adequada deve contemplar, explicitamente, seis elementos, a omissão de um deles deve ser consciente e bem justificada:

- 1) A essência de uma definição básica de um sistema será o processo de transformação (T), o meio pelo qual os insumos (entradas) são transformados em produtos (bens e/ou serviços). A transformação incluirá o objeto direto dos verbos associados às principais atividades exigidas para descrever o sistema.
- 2) Existirá o proprietário do sistema (P), alguma pessoa ou entidade que é o principal interesse do sistema e tem o poder

final de causar a extinção do sistema.

- 3) Dentro do sistema, propriamente dito, estarão os atores (A), os agentes que realizam ou originam a realização das principais tarefas do sistema, especialmente as transformações que ocorrem.
- 4) Dentro e/ou fora do sistema estarão os clientes (C), beneficiários ou vítimas afetadas pelas atividades do sistema. Os clientes serão os objetos indiretos dos verbos usados para descrever o sistema.
- 5) Existirão exigências do ambiente (E) sobre o sistema, que são características do ambiente ou dos sistemas mais amplos dos quais faz parte.
- 6) A estes elementos adiciona-se a estrutura ou imagem que torna uma definição básica significativa, é a visão do mundo (V) ou valores inerentes - Weltanschauung. Existindo várias visões deve-se realizar uma definição básica separada para cada visão considerada relevante.

Este seis elementos podem ser lembrados pela regra mnemônica TEVPAC.

Estágio 4: Construção e Teste dos Modelos Conceptuais

Neste estágio, toda definição básica deve ser vista como uma descrição de um conjunto de atividades humanas com propósitos, decorrente de um processo de transformação. Então, é construído um modelo do sistema com as atividades necessárias para realizar a transformação descrita na definição.

A definição básica é um narrativa do que o sistema é ; o modelo conceptual é uma narrativa das atividades que o sistema deve desempenhar, de forma a ser o sistema identificado (nomeado) na definição.

A passagem das definições básicas para o modelo conceptual é a mais rigorosa em toda a metodologia, é a mais próxima de ser considerada técnica.

Uma vez que o modelo conceptual é uma representação das atividades do sistema, seus elementos serão verbos. A

Uma vez que uma versão do modelo tenha sido construída, ela pode ser usada como uma base para versões mais amplas, por exemplo, mostrando as atividades em níveis mais detalhados. Uma tarefa frequente é perguntar para cada atividade: Quais informações são necessárias para realizar esta atividade? Onde devem ser obtidas? Com que frequência? Em que forma? O modelo de atividades básicas torna-se, então, a origem de um modelo do fluxo de informações, que pode ser usado para averiguação dos fluxos de informações atuais ou dos novos sistemas de informação projetados.

Com o modelo conceptual construído, é interessante estabelecer a sua validade (validar o modelo), através, por exemplo, da análise do desempenho do modelo em uma simulação feita por computador ou através da experimentação. Contudo, este tipo de validação não se aplica a modelos conceptuais baseados em definições básicas, uma vez que não existem modelos inválidos, somente modelos conceptuais defensáveis ou menos defensáveis. Mas, pelo menos deve ser possível verificar-se que os modelos conceptuais não são deficientes, e isto é feito no Estágio 4a comparando-os com um modelo geral de qualquer sistema de atividades humanas, o qual foi chamado de sistema formal.

Este modelo formal é simplesmente uma compilação dos componentes administrativos que devem estar presentes em um conjunto de atividades, que constituem um sistema de atividades com propósitos. Os componentes do modelo são os seguintes:

S é um sistema formal se, e somente se:

- 1) S tem um ideal ou missão. No caso de sistemas "SOFT" pode ser a contínua busca de algo que não pode ser alcançado, algo na direção do qual se caminha. Na Universidade este ideal poderia ser, " a descoberta, preservação e transferência de conhecimentos".
- 2) S tem uma medida de desempenho, que indica progresso ou retrocesso na perseguição dos ideais ou na tentativa de se alcançar os objetivos.
- 3) S contém um processo decisório.

- 4) S tem componentes que são sistemas, tendo as mesmas propriedades de S.
- 5) S tem componentes com os quais interage, seja através de fluxo de energia, materiais, informação ou influência, seja através de uma ligação física.
- 6) S existe em um sistema mais amplo como o qual interage, e tem um limite que o separa deste sistema.
- 7) S tem recursos físicos e abstratos (através dos participantes humanos) que estão à disposição do processo decisório.

O valor do sistema formal está no fato de que ele permite a formulação de questões, as quais quando feitas ao modelo conceptual podem revelar inadequações do modelo ou das definições básicas. As questões típicas podem ser: É explícita a medida de desempenho deste modelo? O que se constitui em um bom ou mau desempenho, de acordo com esta medida? Quais são os subsistemas deste modelo? As influências do ambiente são levadas em consideração? Os limites do sistema são bem definidos?

Entretanto, existe algo mais que pode ser feito antes de se iniciarem as comparações com as atividades reais-estágio 5. A metodologia, pela forma com que foi desenvolvida, permite que outros enfoques possam ser utilizados. Este é o ponto no qual os modelos conceptuais podem ser inspecionados por qualquer teoria de sistemas que pareça relevante ao sistema de atividades humanas - é a fase 4b.

Por exemplo, se o analista achar conveniente utilizar o enfoque sócio-técnico, então o modelo conceptual pode ser estendido para incluir este ponto de vista particular. Outra possibilidade pode ser checar o modelo contra os conceitos de sistemas de Ackoff R. L. ou de C. West Churchman, por exemplo.

Estágio 5 - Comparação dos Modelos Conceptuais com a Realidade

É uma questão subjetiva decidir quando encerrar a fase de construção do modelo conceptual e iniciar a comparação com a realidade, ou seja, a comparação entre o que existe e o que está contido, ou é sugerido, nos modelos dos sistemas considerados relevantes.

Esta fase é chamada de comparação porque as partes da situação problemática, analisadas no estágio 2, são examinadas tendo como base os modelos conceptuais. É importante salientar que não se trata de uma simples comparação, como será visto a seguir.

Neste estágio, dispõem-se de alguns modelos de sistemas, que foram originados nas definições básicas dos sistemas de atividades humanas, que pareciam relevantes à situação problemática e conseqüentemente para a sua melhoria.

A comparação entre os modelos conceptuais e a caracterização do problema, montada no estágio 2, é uma estrutura formal de discussão sobre mudanças possíveis, uma discussão realizada com as pessoas envolvidas na situação problemática. De forma a tornar a discussão proveitosa e abrangente, deve-se questionar se as várias atividades descritas nos modelos estão presentes na realidade, bem como quão bem estão sendo feitas, se estiverem presentes. É interessante discutir, também, as alternativas possíveis para as atividades reais, alternativas estas sugeridas pelos modelos conceptuais.

As atividades reais sempre representarão uma forma das "coisas" serem feitas, um como específico para um dado o que. A distinção entre o que e como é que torna a palavra comparação uma descrição muito simples do que está acontecendo no estágio 5.

A relação entre o que e como é hierárquica, o que sendo de mais alto nível, e tendo um conjunto de como relacionado a ele.

Pode-se, então, perceber porque o estágio 5 não é uma comparação direta. Um modelo conceptual define um sistema específico a nível de o que. Na medida em que as definições básicas não contém restrições específicas, elas definem uma

classe de sistemas de atividades humanas. A situação real que está sendo "comparada" com o modelo conceptual conterá atividades específicas que são um particular como. Trazendo as duas situações juntas, deseja-se questionar se outra versão para o modelo conceptual existe, ou deve existir, e se outra versão existir, ela pode não ser superior. O resultado dessa comparação pode ser mudar a maneira pela qual as coisas estão sendo feitas agora (um melhor como), ou introduzir novas atividades ou uma nova versão do sistema como um todo (um novo o que).

Estágio 6 e 7 - Implementando as Mudanças Viáveis e Desejáveis

O propósito do estágio de comparação é gerar um debate sobre as possíveis mudanças que podem ser feitas na situação problemática percebida.

As mudanças possíveis são de três tipos: mudanças na estrutura, nos procedimentos e nas atitudes. Mudanças estruturais são mudanças feitas na organização de grupos, na estrutura dos relatórios ou na estrutura de responsabilidade funcional. Mudanças nos procedimentos referem-se às mudanças nos elementos dinâmicos: os processos de informar e reportar verbalmente ou por escrito (relatórios), todas as atividades embutidas na estrutura estática. As mudanças de atitudes incluem mudanças em características subjetivas que residem na consciência individual e coletiva dos seres humanos quando em grupos, tais como mudanças nas influências, ou na expectativa que as pessoas têm sobre o papel a desempenhar, ou mesmo as mudanças relativas à prontidão em aceitar certo tipo de comportamento quando em grupo.

O propósito do estágio 6 é usar a comparação entre os modelos conceptuais e o que o sistema é, para gerar uma discussão de mudanças de qualquer um dos três tipos. Essa discussão deve ser efetuada com as pessoas envolvidas na situação problemática, as quais sentem o problema e desejam fazer alguma coisa a respeito.

As mudanças levantadas devem satisfazer dois critérios: devem ser desejáveis sistemicamente, como resultado do

conhecimento obtido da seleção das definições básicas e da construção dos modelos conceptuais e; devem ser viáveis culturalmente dadas as características da situação, das pessoas envolvidas e suas experiências.

Bibliografia Básica

- Ø1. ACKOFF, R. L., Redesigning the Future, John Wiley & Sons, 1974.
- Ø2. BERTALANFFY, L. von, Teoria Geral dos Sistemas, 3o. Edição, Ed. Vozes, 1977.
- Ø3. BRYER, R.A., The Status of the Systems Approach, Omega, vol.7, no. 3, pp. 219-231.
- Ø4. CHECKLAND, P.B., Systems Thinking, Systems Practice, John Wiley & Sons, 1981.
- Ø5. CHURCHMAN, C. West, Introdução à Teoria dos Sistemas, Ed. Vozes, 1972.
- Ø6. Open Systems Group (Ed.), Systems Behaviour, Harper & Row Publisher and the Open University Press, 3o. Ed., 1981.