

**INTRODUÇÃO
À TEORIA
DOS SISTEMAS**

**C. WEST
CHURCHMAN**

2ª EDIÇÃO

1

QUE É

UM SISTEMA?

1. PENSAMENTO

Suponhamos que começemos fazendo a lista dos problemas do mundo de hoje que em *princípio* podem ser resolvidos pela moderna tecnologia.

Em princípio, temos a capacidade tecnológica de alimentar, abrigar e vestir adequadamente todos os habitantes do mundo.

Em princípio, temos a capacidade tecnológica de assegurar adequado cuidado médico para todos os habitantes do mundo.

Em princípio, temos a capacidade tecnológica de oferecer suficiente educação a todos os habitantes do mundo para gozarem de uma vida intelectual madura.

Em princípio, temos a capacidade tecnológica de colocar fora da lei a guerra e instituir sanções sociais que evitarão a deflagração de uma guerra ilegal.

Em princípio, temos a capacidade de criar em todas as sociedades uma liberdade de opinião e uma liberdade de ação que reduzirão ao mínimo os estrangulamentos ilegítimos impostos pela sociedade ao indivíduo.

Em principio, temos a capacidade de desenvolver novas tecnologias que libertarão novas fontes de energia e poder para atender às emergências físicas e econômicas em todo o mundo.

Em principio, temos a capacidade de organizar as sociedades do mundo atual para realizar planos bem breza, saúde, educação, guerra, liberdade humana desenvolvidos a fim de resolver os problemas da pobreza, saúde, educação, guerra, liberdade humana e o desenvolvimento de novos recursos.

Se o ser humano tem a capacidade de fazer todas essas coisas por que não as faz? Haverá algum verso traço de caráter que corre através da espécie humana e torna um ser humano indiferente à condição de outro? Estamos essencialmente em face de um tipo de degradação moral que nos permite ignorar nosso vizinho em razão de nosso próprio interesse?

Ou existe alguma razão mais profunda e sutil pela qual, a despeito de nossa enorme capacidade tecnológica, não estamos ainda em condições de resolver os principais problemas do mundo? Se passarmos os olhos sobre a lista dos problemas, há um aspecto deles que logo se torna evidente: esses problemas são interligados e se sobrepõem parcialmente. É claro que a solução de um problema tem muito a ver com a solução de outro.

São tão interligados e imbricados de fato que não é de modo algum claro por onde devemos começar. Suponhamos, por exemplo, que concebemos a idéia de que o primeiro problema a ser solucionado é o de alimentar, abrigar e vestir adequadamente todos os habitantes do mundo. Como começariamos a resolver este problema? A capacidade tecnológica existe. Podemos produzir o alimento necessário para chegar a este resultado e os materiais de construção que ofereceriam abrigo e os tecidos que vestiriam cada indivíduo. Então por que não fazemos isso? A resposta é que não estamos organizados para fazê-lo.

Em outras palavras, o objetivo final, a criação de um conjunto de organizações que resolverão os maiores problemas do mundo, tem de ser tratada em primeiro lugar. É por aí que deveríamos começar? Por que simplesmente não organizamos o mundo para a tarefa de alimentar, abrigar e vestir? Por exemplo, por que os Estados Unidos não reúnem uma conferência em algum local tranquilo do mundo com a finalidade de esboçar e levar a cabo um plano de alimentar, abrigar e vestir os habitantes do mundo?

A resposta a esta última questão é que não existe suficiente confiança nos Estados Unidos para que estes tomem a iniciativa desta conferência. Muitas nações do mundo temem o poderio militar dos Estados Unidos. Os Estados Unidos são capazes de fazer a guerra em sua própria defesa sempre que julgarem desejável fazê-la.

Isto significa que outro problema, isto é, o problema da insegurança do mundo em face da guerra sancionada tem de ser resolvido antes. Temos de criar um mundo em que as nações confiem umas nas outras aproximadamente do mesmo modo como os Estados dos Estados Unidos confiam uns nos outros. Por conseguinte, o primeiro problema a ser resolvido consiste em criar uma política internacional que ofereceria o ambiente para uma confiança mundial sobre as soluções dos problemas da pobreza mundial.

Como podemos criar uma satisfatória política mundial quando uma proporção tão grande da espécie humana está privada de educação e portanto não tem consciência dos problemas fundamentais do mundo e de sua relação com estes? A desconfiança sempre ocorre no ambiente de ignorância. Não se pode esperar criar uma política internacional esclarecida sem criar também a formação educacional de cada indivíduo que terá algo a dizer sobre

o modo como o mundo é dirigido. Portanto, o primeiro problema a ser resolvido é o educacional. Como podemos educar os povos do mundo de modo que a ameaça da ignorância seja afastada?

Mas é evidente que não existe um modo adequado de educar um homem que está passando fome. A educação adequada é baseada na premissa de que a pessoa que está sendo educada seja adequadamente alimentada, abrigada e vestida e esteja também em um estado mental e físico satisfatório do ponto de vista da saúde. Portanto, os primeiros problemas a serem resolvidos são os problemas da saúde e da pobreza. E eis-nos assim de volta ao começo.

Parece de fato que estamos em face de um dilema. De um lado seria uma extrema loucura ignorar os problemas do mundo atual e, por assim dizer, enterrar a cabeça em nossa própria pilha de ouro. De outro lado, parece não haver uma maneira adequada sequer de pensar os principais problemas do mundo em um sentido realista.

Mas pode ser que a dificuldade real consista aqui na maneira em que começamos a pensar sobre os problemas. Começamos a pensar sobre o problema fazendo uma lista de todas as coisas que em princípio podemos realizar com nossa maravilhosa tecnologia. Depois de termos escrito a lista perguntamos a nós mesmos por onde deveríamos começar: pela pobreza, pela saúde, pela educação, ou por qual outro ponto? Talvez nossa dificuldade consista em que não começamos a pensar com a devida antecedência. A lista que fizemos saiu de nossa cabeça sem qualquer pensamento anterior de nossa parte, além de uma coleção de artigos, livros e discursos sobre estes problemas. Conseqüentemente, procuramos o começo em uma lista que engendramos sem termos pensado muito.

Ora, os lógicos dizem-nos que quando desejamos resolver problemas deveríamos começar pelo pro-

cesso de pensamento. A não ser assim, pode acontecer-nos enveredar por um caminho completamente errado em nossa exploração e nosso pensamento chegará tarde demais. E' como se um homem que se acha perdido embarafustasse pelo primeiro caminho que visse e deixasse que os pés o levassem a uma certa distância antes de começar a pensar em algum modo lógico de sair da dificuldade; mas então já é tarde demais.

Suponhamos que comparamos nosso modo de pensar os problemas do mundo com um conjunto de pensamentos mais específicos a respeito do desenvolvimento de um tipo de tecnologia, digamos, a criação de um foguete capaz de enviar um objeto à lua. Temos aqui um objetivo muito específico, o de fazer descer um objeto na lua dentro de limites orçamentários prescritos. Podemos começar nosso pensamento pelo *objeto central* e em seguida começar a propor a nós mesmos uma lista de sub-objetivos requeridos obviamente com a finalidade de realizar o objetivo central.

Se quisermos desembarcar um objeto na lua evidentemente precisamos (1) um sistema propulsor, isto é, uma substância capaz de impelir o objeto para fora do campo gravitacional da Terra; (2) o projeto do "passaro" que voará até à lua e os combustíveis que lhe permitirão fazer o vôo e desembarcar satisfatoriamente. E' de todo evidente que necessitaremos ter também (3) um subsistema de comunicação e controle que permita às pessoas na Terra saber onde o objeto está e se necessário controlar-lhe o vôo e conhecer quando alunou. Se o passaro é destinado a ter um habitante humano, então evidentemente teremos (4) de selecionar e treinar um ou mais homens que irão voar nêle.

Este "rol" de itens que seriam exigidos com o fim de realizar o objetivo de desembarcar alguma coisa na lua não é inteiramente suficiente. Sabemos

que teremos de pedir a um grupo de pessoas que criem o subsistema propulsor, o projeto do pássaro e os subsistemas reguladores, o subsistema de comunicação e contróle e o subsistema astronauta. Precisaremos criar linhas orientadoras que lhes permitão fazer bem sua tarefa. Em outras palavras, para cada subsistema precisaremos uma medida do "desempenho" do subsistema e um nível desejável de "desempenho" que podemos chamar um "padrão" para o subsistema. Isto é, teremos de dizer ao engenheiro que precisamos de um propulsor capaz de elevar um certo peso e forma do pássaro até fora do campo gravitacional da Terra. E teremos de lhe dizer qual a quantia de dinheiro que podemos gastar para criar este propulsor. Se lhe dissermos estas coisas claramente, êle será capaz de medir o "rendimento" de um dado propulsor e seremos capazes de decidir se o particular propulsor que êle oferece pode ou não atingir o padrão desejado. Isto significa que teremos de ser capazes de medir se um subsistema corresponde ao padrão ou não. Se corresponder, então estaremos em condição de aceitá-lo e usá-lo no sistema total. Se não corresponder, sabemos que temos de tomar novas medidas para criar um subsistema que chegue ao nível que desejamos.

Isto, porém, não é tudo. Não podemos demorar-nos indefinidamente no projeto do subsistema. De fato já podemos começar a sentir que se alguns de nossos esforços ficarem atrasados, alguns dos outros nossos esforços são uma perda de tempo. Se levar dez anos para criar um propulsor adequado, sabemos que não seria preciso criar astronautas altamente treinados para voar no sistema no ano que vem, porque na época em que o propulsor estiver completamente pronto os astronautas estarão velhos demais para voar. Por conseguinte, precisamos de um plano que levará cada subsistema ao padrão num

tempo desejado, de modo que o esforço criador total prosegue suavemente e não há uma perda séria por motivo de demora.

Mas como nunca temos a certeza de que um dado conjunto de planos ou aspirações chegará a realizarse necessitamos além disso alguma coisa mais. Necessitamos estabelecer de maneira explicita as medidas que desejaremos tomar e seremos capazes de tomar quando os planos falharem. Isto é talvez um dos aspectos mais descuidados no enfoque sistêmico do projeto e do planejamento. Os planejadores frequentemente são demasiado otimistas em relação ao seu sucesso, de modo que quando acontece um fracasso, não estão em condições de tomar as necessárias medidas porque nunca pensaram nelas antes. Noutras palavras, para insistir neste ponto, *quando se adia por um tempo demasiado longo o pensamento a respeito de alguma coisa pode não ser possível pensar de todo adequadamente a respeito dela.*

Se finalmente no plano para a criação de um sistema com a finalidade de colocar um objeto na lua incluímos como componentes as atividades que determinam o objetivo global e a justificação de cada um dos subsistemas, as medidas do rendimento e dos padrões em função do objetivo global, então o conjunto total de subsistemas e seus planos e suas medidas de rendimento constituem um "enfoque sistêmico" do problema de colocar um objeto na lua. Este último componente, que determina os objetivos globais e relaciona os padrões subsistêmicos com o padrão global, pode ser chamado o "subsistema de administração". É o subsistema que pensa a respeito do plano global e realiza seu pensamento. Se o subsistema administrativo trabalha corretamente, seu pensamento prosegue continuamente. Pensa a relação do objetivo global com os componentes desde o início. Não adia este pensamento até que se chegue a uma crise. Não começa por fazer uma lis-

ta das coisas que deseja fazer sem se incomodar com a razão pela qual deseja fazê-las. Cada passo do plano é justificado em função do objetivo global. Isto não significa que seu pensamento é rígido e fechado, porque o pensamento rígido e fechado é também um pensamento impróprio. Pensa sôbre o modo como agiria quando ocorrer o inesperado. Sem dúvida o subsistema de administração pode ser surpreendido, porque nenhum modo de pensar jamais é perfeito. Mas se o subsistema de administração agir corretamente nunca será apanhado numa situação da qual o pensamento se fôsse feito anteriormente teria podido salvá-lo.

Este tipo de pensamento a respeito do sistema total adiantará muito em termos de nossa atitude com relação aos problemas do mundo de hoje?

Pois bem. Para começar podemos observar um traço distintivo da discussão anterior. Além de fazer a lista de uma série de problemas que gostaria-mos de resolver sem pensar muito na lista, é também claro que muitos dos problemas da lista não têm muito sentido por si mesmos.

Queremos realmente vestir, abrigar e alimentar todos os homens do mundo? Isto é, desejamos fazer isso não importe o que aconteça? A Alemanha nazista criou um enfoque para a adequada alimentação, abrigo e vestimento. A primeira coisa, diziam eles, era livrar-se de todos os tipos "indesejáveis" de pessoas na sociedade, por exemplo, os judeus, e com isso reduzir as dimensões totais da tarefa assim como eliminar qualquer oposição aos planos do Estado. Assim, o Estado nazista criou um subsistema que começou a atuar com o fim de remover todos os elementos socialmente indesejáveis, os elementos mental ou fisicamente incapazes ou aquêles que pareciam ser uma ameaça ao plano do Estado.

A medida do rendimento dêste subsistema é sua capacidade de executar essa eliminação, e o plano

bem traçado para o Estado será aquêle em que um padrão fôr estabelecido para êsse subsistema. O subsistema, por conseguinte, falharia se não alcançasse o padrão de eliminar várias pessoas insatisfatórias no sistema. Se êste subsistema comporta-se corretamente e o subsistema para a criação de alimento, abrigo e vestuário comporta-se corretamente, então o Estado pode avançar em direção ao seu objetivo e o objetivo global de alimentação, abrigo e vestuário será realizado de modo altamente eficiente.

Mas não queremos alimentar, abrigar e vestir o mundo desta maneira. Queremos alimentar, abrigar e vestir o mundo em condições de criar uma sociedade livre. Não acreditamos que o caminho para resolver os problemas da saúde mental e física seja a eliminação das pessoas mental ou fisicamente doentes.

Que desejamos realizar? Podemos realmente estabelecer um objetivo que seja em termos operacionais tão claros quanto o objetivo de desembarcar um objeto na lua, sujeito às restrições orgamântarias? ou será para nós uma absurda perda de tempo pensar sôbre os objetivos dos habitantes do mundo nestes termos?

Muita gente se lembrará de que em certo momento durante a Segunda Guerra Mundial os dois grandes dirigentes das nações de língua inglesa, Roosevelt e Churchill, encontraram-se em algum lugar no Oceano Atlântico e anunciaram as "quatro liberdades". Embora esta proclamação por parte daqueles líderes tivesse indiscutivelmente o valor de uma inspiração faltava-lhe certamente qualquer enfoque sistêmico dos problemas do mundo, simplesmente porque deixava de oferecer qualquer modo em que pudessemos pensar adequadamente como começar. Falhou, porque não oferecia a proposição dos objetivos que guiariam o indivíduo em pensar no modo de começar.

Neste livro consideraremos alguns modos de pensar a respeito de sistemas totais. Começaremos muito modestamente em primeiro lugar, não com os problemas do mundo inteiro mas com os problemas de alguns sistemas muito específicos. Nosso principal interesse não estará em sistema de partes metálicas como o foguete à lua mas de preferência em sistemas que incluem seres humanos. São sistemas tais como firmas industriais, hospitais, instituições educacionais, etc.

Durante todo o tempo nosso esforço será expandir nossa capacidade de pensar a respeito dos sistemas. Por conseguinte, êste não é um livro que tenha por assunto o modo como cada indivíduo deveria aprender a pensar; trata, antes, dos recursos que uma sociedade tem à sua disposição para pensar melhor a respeito de seus sistemas. Alguns desses recursos podem ser descritos em termos de componentes físicos, por exemplo, sistemas de computadores. Alguns deles podem ser descritos em termos de instrumentos matemáticos altamente desenvolvidos que auxiliam os administradores a pensar a respeito de seus sistemas. Um livro dessa espécie é uma extensão da antiquada lógica e retórica em que o estudante é treinado convenientemente para pensar sôbre o mundo. Algumas das lições de Aristóteles aos seus estudantes consistiam numa série de advertências sôbre a maneira como poderiam cair em alçapões lógicos quando tivessem de enfrentar vários tipos de sofismas. Spinoza escreveu um de seus livros sôbre a maneira de pensar, livro que êle chamou *A Reforma do Entendimento Humano* e recentemente John Dewey enriqueceu a literatura mundial com algumas prescrições de bom senso para o processo de pensar. Mas hoje em dia nossa tecnologia em expansão oferece-nos tóda espécie de recursos suplementares além dos tipos básicos de lógica que foram pensa-

dos por Aristóteles, Spinoza, Dewey e outros. Há uma plethora de recursos suplementares que desejamos explorar, à medida que desenvolvemos algumas idéias básicas sôbre o modo de pensar em nosso século.

A idéia de um "enfoque sistêmico" é ao mesmo tempo muito popular e muito impopular. E" popular porque dá uma boa impressão dizer que o sistema inteiro está sendo levado em consideração; mas é de todo impopular porque ou um montão de coisas insensatas ou então realmente perigosas, tão grande é o mal que pode ser criado sob o disfarce de servir ao todo.

Nosso melhor modo de proceder será usar o velho, experimentado e verdadeiro método de debate. Deixaremos o entusiasta dos sistemas dar a sua opinião, ou antes, suas opiniões, porque verificaremos que existe um grande número de definições do enfoque sistêmico. Os nomes variarão de acôrdo com a mudança dos pontos de vista: perito em eficiência, cientista da administração, planejador, etc. O opositor se revestirá de diversas roupagens, às vêzes um incrível São Tomé (que uma vez pôs em dúvida o maior de todos os enfoques sistêmicos), outras vêzes um enfurecido humanista. Não se poderia esperar que o crítico seja coerente porque a es-trita adesão à coerência é por si mesma um enfoque sistêmico, mas podemos esperar que exponha claramente as dúvidas e os males que sente a respeito de "pensar" demasiadamente.

Para fazer uma idéia do entusiasta, ouçamo-lo um pouco.

"Há alguma coisa essencial sôbre o conceito de um sistema como modo de pensar? Certamente há. Os sistemas são constituídos de conjuntos de componentes que atuam juntos na execução do objetivo global do todo. O enfoque sistêmico é simplesmente um modo de pensar a respeito desses sistemas

totais e seus componentes. Já vimos um traço essencial dêste modo de pensar, a saber, que o pensamento entra já desde o início ao ditar a maneira em que descreveremos o que estamos planejando fazer.

“Não devemos enfocar o mundo cegamente, deixando que nossas observações e aquilo que os outros nos dizem seja a base de nossa descrição. Não deveríamos dizer que o mundo é constituído de problemas tais como pobreza, saúde, educação, etc., simplesmente porque êstes são os problemas de que tôda a gente fala. Devemos perguntar a nós mesmos desde o início como pensar a respeito de um amplo sistema, e nosso modo de pensamento ditará a maneira como descreveremos o sistema. Algumas das descrições de sistemas não são de modo algum evidentes. Há modos de descrever sistemas que não ocorreriam à maioria das pessoas que tendem a ver o mundo de uma maneira, isto é, da maneira que nos é mais familiar. O enfoque sistêmico terá de perturbar processos mentais típicos e sugerir alguns enfoques radicais para pensar. Na verdade, pode ser já uma atitude de todo radical para alguém pensar primeiro sôbre o objetivo global e em seguida começar a descrever o sistema em função dêste objetivo global.

“Por exemplo, se eu pedir ao leitor para descrever um automóvel, êste pode imediatamente desligar seu processo de pensamento e simplesmente pôr-se a falar de coisas de que se lembra a respeito de seu próprio automóvel, as rodas, o motor, a forma. Começará dizendo “Bem! um automóvel é uma coisa que tem quatro rodas e é movida por um motor”. Eu (numa tentativa de ligar seu processo de pensamento) pergunto se um automóvel de três rodas é possível. O leitor terá visto algum e admitirá prontamente esta modificação de sua descrição, ainda sem pensar muito sôbre o significado da mudança. Eu, tornando-me mais agressivo, levo adiante o

assunto e lhe pergunto se um automóvel de duas rodas é possível. O interrogado começa a parecer intrigado, indicando assim que seu pensamento foi ligado a baixa voltagem. Contínuo, sendo alegremente desagradável e lhe pergunto se um automóvel sem rodas de qualquer espécie é também uma possibilidade. O leitor fica mais intrigado e não pensa sôbre automóveis mas sôbre indivíduos que fazem perguntas tolas. No entanto, considerar um automóvel sem rodas é um modo criador de ver êste sistema que chamamos automóvel. Pode ser que a necessidade das rodas seja uma das principais causas da congestão do trânsito e da inconveniência do automóvel comum. Um automóvel que possa flutuar a poucos centímetros da superfície da Terra ofereceria uma viagem muito mais confortável e produziria muito menos problemas de congestão de trânsito e mesmo de acidentes. Automóveis flutuantes podem ser tecnicamente realizáveis no futuro.

“A maneira de descrever um automóvel é em primeiro lugar pensar naquilo a que é destinado, a respeito de sua função e não na lista de itens que constituem sua estrutura. Se o senhor começa pensando na função do automóvel, isto é, naquilo para que êle é feito, não descreverá o automóvel falando das quatro rodas, do motor, do tamanho, etc. Começará pensando que um automóvel é um meio mecânico de transportar poucas pessoas de um lugar para outro, a um certo custo prescrito. Logo que começa a pensar desta maneira sua “descrição” do automóvel começa a tomar aspectos novos e frequentemente de todo radicais. Êste é o enfoque sistêmico do transporte automatizado.

“Ou, olhemos de nôvo para as questões propostas no começo do Capítulo, os problemas do mundo atual. Do ponto de vista dos sistemas, temos de admitir para nós mesmos que podemos ter começado incorretamente, porque começamos descrevendo o mun-

do em termos de sua estrutura, e não de sua finalidade; começamos falando dos habitantes do mundo e dos vários defeitos de seu ambiente. O "mundo" que descrevermos pode não ser aquilo que o "mundo" será em termos sistêmicos. Ao começarmos a aprender algumas lições de pensamento sistêmico, talvez terminemos com alguns modos radicais de pensar a respeito do significado do mundo".

Sem dúvida tudo isto parece inteiramente razoável, como pareceu a um grande número de pessoas. As diferenças surgem quando tentamos tornar essas idéias muito mais específicas e aplicáveis. Verificaremos então que há vários enfoques sistêmicos, e não apenas um. Neste livro examinaremos quatro idéias diferentes relativas àquilo que realmente constitui o enfoque sistêmico, e iremos justapô-las no contexto de um debate.

Os debatedores são os seguintes: (1) Os advogados da *eficiência*. Pretendem que o melhor enfoque de um sistema é identificar os pontos de perturbação e especialmente os lugares onde há desperdício, isto é, custos desnecessariamente altos, e, em segunda, remover a ineficiência. (2) Os advogados do uso da *ciência* no enfoque de um sistema. Pretendem que há uma maneira objetiva de ver um sistema e construir um "modelo" do sistema, que descreve o modo como opera. A ciência usada às vezes é a matemática, outras vezes a economia e ainda a ciência "do comportamento" (por exemplo, psicologia e sociologia). (3) Os advogados de uso dos sentimentos humanos, isto é, os *humanistas*. Pretendem que os sistemas são humanos e que o enfoque fundamental dos sistemas consiste em considerar primeiro os valores humanos: liberdade, dignidade, privacidade. Acima de tudo, dizem êles, o enfoque sistêmico deveria evitar impor

planos, isto é qualquer espécie de intervenção. (4) Os *antiplanejadores*, que acreditam que qualquer tentativa de traçar planos específicos e "racionalis" ou é absurda ou perigosa ou absolutamente má. O "enfoque" correto dos sistemas consiste em viver nêles, reagir em função da própria experiência e não esforçar-se por alterá-los mediante algum grandioso esquema ou modelo matemático. Há toda espécie de antiplanejadores, mas os mais numerosos são aquêles que acreditam que a experiência e a expertise são a marca da boa administração.

Ora, o interesse recente no enfoque sistêmico concentrou-se principalmente na versão científica, porque esta parece ter criado algumas novas idéias e técnicas, e o ponto principal dêste livro será discutir essas inovações. Mas, desde que os outros três enfoques ainda são ativos e têm voz, deixaremos que proponham as perguntas e façam críticas. O enredo do debate começa com uma conversa entre um advogado da eficiência e um cientista atualizado. Então perceberemos com mais detalhe aquilo que o cientista entende por "sistema" e como às vezes êle pode aplicar seu significado com grande precisão, por exemplo, em um modelo matemático. Pode fazer isso com maior êxito quando o problema está bem estruturado. Mas a maioria dos problemas críticos dos sistemas de hoje em dia, guerra, pobreza, distúrbios raciais, organismos nacionais e estaduais, são todos pouco estruturados. No entanto, o cientista acredita que pode aplicar a *lógica* de seu enfoque a estas áreas mais pobremente estruturadas e iremos observá-lo tentar fazer isso nas áreas da elaboração de orçamento e de planejamento. Finalmente, veremos que o cientista se embrenha na maior dificuldade ao tentar tratar dos valores humanos e especialmente dos conflitos de valores. Poderá tentar resolver suas dificuldades ou por uma

extensão de considerações econômicas (valores monetários) ou pela ciência do comportamento. Aqui é onde a oposição ao seu enfoque feita pelo humanista e pelo antiplanejador torna-se mais forte. Em primeiro lugar, então, voltemo-nos para o enfoque da eficiência para ver porque o cientista o considere "antiquado".

2. EFICIÊNCIA

O leitor pode ter suspetado que o exemplo do enfoque sistêmico dado no último capítulo era um tanto terra a terra. Descrevi nele de que modo uma espécie de *enfoque científico*, usado pelos engenheiros encarregados de projetar um foguete para levar um objeto à Lua, era capaz de coordenar todos os componentes do sistema de tal modo que o objetivo básico do sistema pudesse ser realizado em prazo mínimo. Em certo sentido este exemplo era um tanto rasteiro porque as pessoas que estejam em dúvida podem perguntar se o objetivo em si mesmo é digno de valor. Na verdade, se considerarmos este objetivo no contexto dos problemas mundiais, é seguramente sensato perguntar se os verdadeiros objetivos de extensão mundial são melhor atendidos pelo fato de enviarmos uma expedição à Lua.

Esta objeção é bem fundada e o cientista de sistemas terá necessidade de dizer alguma coisa sobre o significado do objetivo do sistema antes que possamos apreciar seu enfoque. Em seus próprios termos, se aceitamos incontestavelmente como válido um objetivo, podemos perder muitas horas

em detalhes que no fundo são completamente insignificantes.

Mas parece haver um objetivo dominante de todos os administradores de sistemas, ou seja, a eficiência das operações; ou, em outras palavras, o objetivo de reduzir os custos. Qualquer administrador alerta observa todo o seu sistema e discerne onde estão correndo gastos não razoáveis. Se é um bom administrador faz o melhor que puder para eliminar estas perdas de modo a reduzir os custos totais da operação do sistema. Como Taylor¹ e seus "administradores científicos" viram, existe um modo eficiente de fazer um trabalho e compete ao administrador e sua equipe descobri-lo.

O "perito em eficiência" pode ser simplesmente a dona de casa que calcula como dirigir a manutenção da casa dentro do orçamento familiar ou pode ser o assessor de uma grande firma industrial ou de um órgão do governo, que determina como manter o custo dentro do orçamento.

Custo significa uso de recursos. E' em geral medido em função de dólares, mas muitas vezes os custos reais podem ser pensados em função do tempo, de recursos físicos ou de homens. Tôda vez que um dólar é gasto ou um homem é usado para realizar uma tarefa, ou um recurso físico é de algum modo consumido, há uma oportunidade perdida de fazer outras espécies de tarefas. Quando o administrador opera dentro de um orçamento tem de pensar que cada dólar despendido significa que uma certa porção do orçamento total foi usada e perdeu-se para sempre. Por conseguinte, tem de conservar a eficiência de seu sistema no ponto mais alto, de modo que cada dólar gasto seja gasto corretamente e contribua para os objetivos reais do sistema. Observe-se que esse objetivo de minimização dos custos

¹ A sigla PPB é corrente na linguagem técnica brasileira porque corresponde a "managing, programming, budgeting" conservada no original inglês pelo uso (N. do T.).

é válido para qualquer sistema; os sistemas, diz o entusiasta da eficiência, têm de ser dirigidos eficientemente ou então não vale a pena que funcionem. A filosofia do enfoque dos sistemas do ponto de vista da eficiência é baseada na idéia do "melhor modo", isto é, o modo correto de realizar uma tarefa. Se a tarefa é a manufatura de um produto então o enfoque da eficiência consiste em tomar nota do tempo de cada movimento e programar as etapas da tarefa a fim de reduzir ao mínimo o tempo. O resultado é um "navio calafetado" que anda do melhor modo possível. Em muitos casos, evidentemente, o "melhor modo" não é conhecido, mas, diz o entusiasta da eficiência, cada dirigente deve fazer o melhor que puder para aproximar-se dêle.

Muito tem sido escrito e debatido a respeito do enfoque do ponto de vista da eficiência, especialmente por engenheiros e humanistas. E' um enfoque que conduz naturalmente à automação, porque, em muitos casos, se conhecemos o melhor modo, conhecemos também como planejar uma máquina para fazer a tarefa. O humanismo fica horrorizado com a resultante degradação da dignidade humana e o desprezo de valores humanos mais profundos. Acentua que os grandes "ganhos" em eficiência em geral conduzem ao desemprego ou senão ao trabalho baixo ou servil.

Mas temos ouvido tanto o humanista falar dos males da eficiência que uma diferente oposição à filosofia da eficiência pode ser mais esclarecedora. Esta é a oposição feita pelo enfoque dos sistemas do ponto de vista da ciência. O argumento é que a concentração sobre a eficiência *por si* pode ser um modo muito ineficiente de administrar um sistema, *do ponto de vista global*. Em outras palavras, o "melhor modo" pode não ser o modo ótimo para o sistema inteiro. Esta oposição à "administração científica" às vezes usa um nome muito semelhante, "ciência

da administração"; mas as duas filosofias são pólos opostos.

Para ver como a opposição formula seu argumento, consideremos um perito em eficiência em uma firma industrial que, depois de perambular pelo depósito da fábrica, descobre montes de mercadorias em estoque que permanecem aí dia após dia. Para elas mercadorias em estoque significam dinheiro perdido. Se as mercadorias não podem ser vendidas é a mesma coisa que se o administrador tivesse sacado dólares do banco e os empilhasse num depósito, deixando assim que os dólares ficassem aí sem render qualquer juro.

Ou o perito pode ficar chocado com o fato de que ocasionalmente grande parte da força de trabalho está ociosa. Esta situação revela-se quando olha para um grande escritório e vê quantos secretários e funcionários estão empenhados em tarefas inúteis ou então não estão fazendo absolutamente nada.

Talvez entre os mais surpreendentes e óbvios desperdícios que pode notar acham-se as incontáveis peças de equipamento ocioso. Qualquer pessoa que atravessou um pátio ferroviário pode ficar chocado com o número de vagões de carga parados ociosamente nos trilhos esperando pacientemente uma locomotiva.

Um tipo mais sutil de desperdício de custos ocorre nas operações de hospitais e órgãos de bem-estar social. Para o indivíduo possuído do espírito de eficiência parece que o pessoal do hospital, embora ocupado durante uma parte do dia, é forçado a estar desnecessariamente ocioso em outros momentos, quando os casos de urgência não são tão freqüentes. Nos órgãos de assistência social descobre-se que alguns dos casos que estão sendo atendidos não são absolutamente casos de necessidade real. Os casos de desonestidade no apêlo para a assistência, fazem o administrador eficiente pensar no enorme desperdi-

cio de dinheiro em distribuir os fundos públicos com famílias que podem facilmente cuidar de si mesmas.

Defrontando-se com toda esta evidência de desperdício, o perito em eficiência está preparado para procurar meios, graças aos quais mercadorias vitais em estoque possam ser vendidas e retiradas mesmo a preços reduzidos. Quando vê homens ociosos por todos os cantos, sua tendência é instituir reduções da força de trabalho. Quando equipamentos permanecem ociosos por dias a fio, deseja vendê-los ou partilhá-los com outros órgãos ou companhias. Quando os processos de escritório parecem incluir principalmente tarefas burocráticas sem sentido, o administrador deseja cortar o pessoal do escritório. Quando casos ilegítimos de assistência social chamam-lhe a atenção, sua inclinação é cortar os orçamentos para a assistência social. Quando se verifica evidente ineficiência na operação dos hospitais, sua inclinação é diminuir o pessoal e aumentar a eficiência do trabalho.

Ora, o perito em eficiência "tem razão". As operações de qualquer firma industrial ou órgão do governo são ineficientes e é sempre possível aumentar a eficiência mediante a revisão dos métodos de trabalho ou a redução da força de trabalho. A quantidade de "moleza" em nossas organizações governamentais e industriais nunca foi estimada, mas ninguém discute que é muito grande. Por conseguinte, os "programas de redução de custo" só têm sentido dentro dos estreitos limites de cada divisão da organização. E' por isso que os políticos sempre podem aproveitar a oportunidade de uma espécie de ciclo sazonal de "programas de eficiência": na "estação de verão" há abundância de fundos, mas na estação de inverno os fundos estão congelados.

Ora, o argumento do cientista da administração contra a "eficiência" é que esta é sempre concebida

com relação a um pequeno segmento da organização social. A mera atenção à redução do custo por si mesma, diz êle, pode fazer exatamente o oposto do que o administrador pretende. De fato, a redução do custo em muitos casos pode realmente *aumentar* o custo total do sistema.

Suponhamos que consideremos alguns exemplos nítidos nos quais uma política de estrita redução de custo conduz ao aumento no custo *total* do sistema. Estes exemplos, diz o cientista da administração, mostram como as considerações de eficiência por si mesmas sufocam o pensamento relativo ao rendimento do sistema total. De fato, a redução do custo tem muito o sabor da lista de dificuldades e problemas que relacionamos e discutimos no primeiro capítulo. Se o leitor se sentar e fizer a lista de todos os problemas que o preocupam verificará que esse exercício é uma perda de tempo porque não pensou nos objetivos básicos de sua vida e das organizações a que pertence. Da mesma maneira, se começar concentrando sua atenção sôbre tódas as coisas que dão origem a despesas de várias espécies, estará desperdiçando seu tempo pensando a respeito de um único aspecto da operação total. Como resultado verificará que está deslizando por maus caminhos.

Como primeiro exemplo, consideremos um aeroporto onde os aviões aterram e levantam vôo numa única pista durante o dia. Para tornar o exemplo muito mais simples no início, suponhamos que os aviões chegam e partem exatamente com um minuto de intervalo, e suponhamos que leva exatamente um minuto para um avião deixar a pista livre. O perito em eficiência poderia na verdade estar muito orgulhoso da operação do aeroporto. Veria que a pista está em uso contínuo e contudo não há condições embaraçosas ocorrendo em termos de necessidade de fazer os aviões voarem em círculo a dife-

rentes alturas para pousar. Logo que cada avião chega ou parte ocupa a faixa de aterragem durante uma quantidade fixa de tempo e sai dela justamente em tempo para que o próximo avião aterre ou levante vôo.

Mas suponhamos, agora, que a situação mudou ligeiramente. Suponhamos em nosso exemplo que os aviões chegam ou partem em *média* uma vez cada minuto e *em média* levam um minuto para deixar livre a pista. A expressão "em média" significa que ocasionalmente dois ou mais aviões chegarão muito próximos um do outro e isto será contrabalançado por ocasiões em que a chegada ou a partida ocorrem com alguma distância uma da outra no tempo. Se alguém cronometasse as chegadas ou partidas descobriria que a média é ainda uma por minuto, mas que em certo número de casos há vários aviões exigindo serviço ao mesmo tempo, enquanto em outros casos não haverá chegadas ou partidas durante, digamos, dois ou três minutos. A mesma situação se aplica ao uso da pista de aterragem. Em algumas ocasiões os aviões são mais lentos e ocupam a pista durante um período maior do que um minuto, enquanto em outras ocasiões o piloto e as condições do vento permitem ao avião abandonar a pista mais depressa do que a média.

Que aconteceria neste caso? Os resultados são bastante surpreendentes e podem ser tratados por meio daquilo que o cientista da administração chama um "modelo de probabilidade". O modelo de probabilidade opera em grande parte com o mesmo princípio de um caça-níqueis; diz-nos a probabilidade de que certos acontecimentos ocorram. O que nos interessa neste exemplo são dois tipos específicos de acontecimentos: a pista de aterragem ociosa e o avião à espera. Se a pista permanece ociosa por um tempo demasiado longo é "ineficiente"; mas se os aviões têm de esperar demasiado, seu rendimento será

também ineficiente. Uma ineficiência tem de ser contrabalançada pela outra, e *este* é o ponto que o cientista da administração julga que o perito em eficiência deixa de perceber. No caso do aeroporto pode mostrar-se que se a variação nas exigências de serviço e na ocupação da pista seguem o modêlo habitual, *a linha de espera dos aviões crescerá finalmente sem limites*. Em outras palavras, o sistema torna-se cada vez mais ineficiente em termos de tempo de espera embora a pista de aterragem seja usada "eficientemente". Não se poderia predizer este resultado sem o uso da teoria das probabilidades, mas o resultado nem por isso deixa de ser verdadeiro e, diz o cientista da administração, deveria ser uma advertência para o administrador supereficiente.

Assim, se o cientista da administração sugere ao eficiente administrador dêste aeroporto que instale uma outra pista de aterragem para atender aos aviões que esperam, o administrador que esteja excessivamente preocupado com a redução do custo resistirá a esta sugestão. Mostrará que em certas horas do dia a pista não está absolutamente em uso. Em outras palavras, existe aqui uma peça "desperdiçada" de equipamento que permanece ociosa durante períodos de tempo e no entanto há quem tenha coragem de sugerir que acrescente mais equipamento. Mas o administrador está concentrando-se unicamente sôbre um aspecto do seu sistema total. Se começar a pensar a respeito do sistema total verá que as incertezas referentes às chegadas e ao serviço tornam absolutamente essencial que em certa parte do dia a pista permaneça ociosa. Esta ociosidade "ineficiente" é absolutamente essencial desde que não podemos controlar exatamente a chegada dos aviões e os tempos de serviço. Ora, seria sem dúvida possível ampliar o sistema de modo a que os aviões fôsem tabelados para chegar e partir

exatamente com um minuto de intervalo, mas os custos das operações para fazer isso poderiam ser muito maiores do que o custo com o simples acréscimo de mais uma unidade de serviço.

O cientista da administração pode construir uma tabela muito simples mas esclarecedora com o fim de ilustrar a situação para o administrador do aeroporto. Esta tabela mostra a quantidade média do tempo que os aviões teriam de esperar, dadas uma, duas ou três pistas disponíveis, sob a condição de que a demanda média de serviço é um por minuto e o tempo médio para desimpedir a pista é um minuto. Ao expor estas estatísticas o cientista da administração insiste com o administrador para que pense nos aviões que estão à espera como representando um custo. Se o administrador amplia sua perspectiva para incluir os custos da espera assim como as unidades de serviço ociosas, poderá sentir-se perfeitamente justificado em instalar novas pistas numa base de "eficiência".

Para quem faz a proposta de eficiência êsse exemplo parecerá exprimir o óbvio, repetir um argumento sem qualquer significação ou, então, abusar da paciência alheia. "É evidente, dirá êle, que ninguém de bom senso pretende tornar-se tão eficiente que despreze o serviço necessário. Tenho estado todo tempo insistindo no aumento de eficiência com o mesmo nível de serviço. Isto é, estive dizendo que podemos sempre remover a moleza mas ainda assim realizar tôdas as tarefas necessárias. No exemplo que o senhor dá, o administrador do aeroporto é ridículo. Evidentemente, uma nova pista é essencial aqui porque não há outra maneira de manter o serviço no nível desejado". A esta refutação o cientista da administração replica que o perito em eficiência incorreu numa petição de princípio, a saber que nível de serviço é desejável? Evidentemente, alguns aviões terão de esperar ou algumas pistas terão de

ficar ociosas, ou as duas coisas juntas. Que combinação de espera e ociosidade é ótima no sistema inteiro? Rotular a ociosidade ou a espera como "ineficiência" é não compreender a idéia central do planejamento sistêmico para o cientista; nenhuma das duas é por si mesma ineficiente". O custo total da operação do aeroporto tem de ser calculada para cada programa de ação. E isto, diz o cientista da administração, só pode ser feito por meio de um modelo de sistema.

O modelo preciso do cientista da administração para pensar a respeito dos custos das unidades de serviço parece à primeira vista ter sido feito pelas companhias telefônicas quando começam a considerar a quantidade de serviço que devem fornecer aos clientes nos escritórios telefônicos centrais. Quando um assinante pega o telefone e espera que o operador responda assemelha-se muito a um avião que se aproxima de um aeroporto. Suponhamos que os administradores das companhias telefônicas só se preocupassem com os operadores ociosos, de modo que quando atravessam a sala dos telefones e vêem muitos operadores esperando receber chamadas, podem sentir-se inclinados a cortar os custos reduzindo o número de operadores. Se tentarem comparar o número médio de chamadas com o tempo médio necessário para servir a um cliente, entrariam exatamente na mesma situação que ocorre no exemplo do aeroporto. O número de clientes à espera começaria a crescer e o tempo de espera do cliente pela resposta de um operador também aumentaria. Em termos de custo global isto implica que um programa de redução de custo pode aumentar o custo total. O problema que o sistema telefônico enfrenta é "torrar última" a eficácia total do sistema, isto é, reduzir ao mínimo o custo da espera mais o custo do tempo ocioso. Isto só pode ser feito por meio de um modelo de "linha de espera" do tipo descrito acima.

O ponto principal do cientista da administração é portanto muito eficaz. Do simples fato de haver homens ou equipamentos ociosos não se pode inferir que o sistema esteja operando ineficientemente do ponto de vista do custo total.

A mesma idéia pode ser ilustrada de muitas outras maneiras. Há uma história notável contada em círculos de ciência dos sistemas a respeito de dois administradores de uma grande companhia que seguiam o curso de pesquisa operacional. Durante o curso ouviram falar de uma técnica matemática para estudar problemas de transporte. O instrutor explicou aos seus estudantes de administração que se têm vários estoques em diversas fábricas, os quais devem ser entregues a um conjunto de armazéns ou retalhistas, existe uma técnica explícita e precisa que lhes dirá como reduzir ao mínimo o custo do transporte do material das fábricas para os armazéns. Esta técnica específica exatamente qual a quantidade que deveria ser mandada de uma dada fábrica para um dado armazém de modo a reduzir ao mínimo o custo do transporte. Para aplicar a técnica basta que se calcule o custo do transporte de cada fábrica para cada armazém. O resultado é o máximo de eficiência no transporte.

Quando os administradores voltaram para as empresas estavam tão inspirados pelo curso que pediram a um de seus matemáticos cativos para trabalhar no problema. A firma reuniu a necessária informação sobre os custos e o matemático juntou as peças formando um modelo matemático e polidamente pediu a um computador para moer uma solução. Com grande desapontamento do administrador a nova técnica matemática economizava somente 50.000 dólares por ano no custo total do transporte. Os administradores tinham esperado uma economia muito maior porque, embora os matemáticos sejam ainda muito baratos, os computadores não

são, e o custo total da computação foi maior do que as pretensas economias.

Estes eram administradores de espírito muito eficiente, mas preocupados apenas com um aspecto de suas operações, a saber, como reduzir os custos de transporte. Desde que os computadores não podem enganar-se deve ter sido o matemático que errou. Em consequência, os administradores apelaram para uma outra equipe de pesquisa a fim de examinar os resultados e descobrir os erros de seu matemático. A equipe de pesquisa foi muito pressurosa em fazer isso por uma gratificação. Conferiram os cálculos do matemático e enunciaram essencialmente a mesma economia. Mas enquanto os administradores esperavam pelos resultados a equipe de pesquisa começou a mergulhar um pouco mais profundamente nos problemas do administrador. Começaram a fazer perguntas sobre o modo de conduzir a produção em cada uma das fábricas e os problemas de transporte de todos os materiais para as fábricas. Começaram também a perguntar astutamente por que 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, saíam das fábricas para os armazéns, dos armazéns iam para os vários retalhistas, e daí aos consumidores. Quando este quadro total foi reunido tornou-se claro que os procedimentos correntes que governavam a quantidade armazenada em cada armazém eram irracionais relativamente à operação total: certos armazéns não deveriam receber os artigos que recebiam tradicionalmente, enquanto outros deveriam recebê-los. Com efeito, então, a tentativa de tornar o subsistema transporte "eficiente" era uma tentativa de fazer "precisamente" aquilo que estava errado.

Quando todas as peças do sistema foram reunidas foi possível criar uma economia de custo para o sistema total de dezenas de milhões e o mais interessante de tudo é que se tornou evidente, à medida que o sistema total era examinado, que os custos de transporte das fábricas para os atacadistas deveriam ser aumentados.

A mesma história pode ser repetida um sem número de vezes em muitas empresas. É verdade que não há nada mais aborrecido do que ver grandes quantidades de mercadorias espalhadas ociosas. Isto levou muitos administradores industriais ou peritos em logística a sugerir reduções inteiras no estoque. Uma maneira de realizar isto é introduzir vendas especiais ou vender a mercadoria em estoque a preços de liquidação. Mas este problema de estoques é muito semelhante ao do aeroporto. Mercadorias ociosas têm de ser conservadas para fazer frente a pedidos imprevisíveis. Não podemos prever sempre exatamente a chegada dos aviões, e não podemos prever sempre exatamente os pedidos de maior parte das mercadorias em estoque. Se por exemplo as mercadorias em estoque são guardadas para abastecer equi- pes de manutenção então uma escassez no estoque pode significar reter uma grande quantidade de equipamento por muitos dias porque as partes não são disponíveis. Simplesmente não é uma operação "eficiente" do ponto de vista dos sistemas *totais* livrar-se dos estoques ociosos com o fim de libertar algum numerário para alguma outra finalidade. Para o cientista da administração o problema de manter os balanços de estoque é um problema que envolve ao mesmo tempo o custo do estoque e o custo da escassez, e este problema só pode ser resolvido por meio de um modelo. Se o objetivo do serviço fôr esquecido no esforço para reduzir os custos, o custo total do sistema pode aumentar mesmo quando tenha ocorrido uma redução do custo.

O espirito do enfoque de eficiência apesar de tudo não morre. Uma redução geral do custo ainda aparece, como se fôsse um fantasma obsessante, em muitas situações politicas. Por exemplo, um governador da California usou sua "mão de ferro" para instituir reduções de custo de 10% em tôdas as repartições do Estado e nas universidades. O Congresso dos Estados Unidos recentemente vem exercendo pressões sôbre o presidente para cortar os custos. Se as reduções dos custos forem realizadas dispensando "pessoal ocioso" ou estoques ou equipamentos "ociosos", o governador e o Congresso vão acabar verificando que as reduções de custo na verdade saem muito caras. Mas a razão pela qual o enfoque de eficiência sobreviverá é que baseia-se no truismo de que a maior parte da administração é descuidada, inepta e pode ser melhorada.

Para o cientista da administração há uma "mentira" que se esconde atrás dos chamados dados de custo do perito em eficiência. Se os dados de custo foram recolhidos em função de gastos diretos e o administrador procura reduzir êstes gastos verificará que aquilo que considerava serem os custos reais é illusório. Sem uma medida do rendimento total do sistema em relação à qual possa comparar os custos, seus dados de custos não significam absolutamente nada. E se esforçar-se por reduzir seus "custos" verificará que seu rendimento declina.

Isto não significa evidentemente que todos os estoques ociosos, os homens ociosos e os equipamentos ociosos sejam benéficos ao sistema. Significa apenas que a ociosidade em si mesma não é a única coisa a ser considerada quando se pensa na maneira em que um sistema está funcionando. A ociosidade por si nem mesmo significa um sintoma de perturbação. A não ser que se tenha um contexto mais amplo no qual se pense o sistema, é inútil pensar em estoque, homens e equipamentos ociosos.

De acôrdo com o cientista da administração, os custos a que um administrador está sujeito são sempre custos de oportunidade no sentido que quando usa alguns dólares, homens ou equipamento para uma determinada finalidade está sacrificando o uso desses dólares, homens e equipamento para alguma outra finalidade. A finalidade real deve ser avaliada nestes termos. Se o equipamento é ocioso e êle deseja usá-lo em algum outro contexto, há um custo para fazer isto. Se é usado para outra finalidade e por conseguinte o equipamento não pode mais ser usado para sua finalidade original, é nesta perda de oportunidade que se deve pensar quando começamos a pensar nos custos.

O defensor da eficiência desejará ainda ter sua oportunidade de manifestar-se. Acentuará que tôda esta conversa sôbre o sistema total é largamente idealista. Quando há uma embrulhada deveríamos esclarecê-la. Se uma casa está pegando fogo é uma loucura perder tempo pensando nos diversos usos do equipamento. A prescrição correta é apague o incêndio e salve vidas. Sempre que houver ineficiência, desperdício, agressão ilegal e coisas semelhantes faça-se esforço em eliminá-las.

O cientista da administração não discorda deste ponto de vista desde que seja claro — em função do sistema total — o que realmente é ineficiência ou perigo e o que não é.

O leitor começará a ver que o pensamento do cientista da administração a respeito de sistemas não é um assunto fácil. De acôrdo com êle, estamos sempre obrigados a pensar nos sistemas mais amplos. Se deixarmos de fazer isso nosso pensamento torna-se falacioso.

Mas até aqui o cientista da administração desempenhou o papel de crítico da filosofia da eficiência. Se quisermos entender seu enfoque dos sistemas

teremos de aprender o que éle julga que um sistema é e consequentemente os passos que devemos dar para pensar a respeito d'ele. Ele pode não ser capaz de apresentar um modelo inteiramente satisfatório para todos os sistemas, mas ao menos pode auxiliar-nos a conduzir nosso pensamento e a manter-nos fora de caminhos estreitamente definidos.

3. SISTEMAS

Há uma história freqüentemente contada em textos de lógica sôbre um grupo de cegos que recebem como tarefa descrever um elefante. Como cada cego foi colocado em uma diferente parte do corpo surgiu uma tremenda discussão na qual cada um pretendia ter uma compreensão completa do sistema elefantino total.

O que há de interessante nessa história não é tanto o destino dos cegos mas o magnífico papel que o narrador deu a si mesmo, a saber, a capacidade de ver o elefante inteiro e conseqüentemente observar o comportamento ridículo dos descritores cegos do sistema. A história é de fato um caso de arrogância. Admite que um sábio logicamente muito astuto pode sempre chegar ao cerne de uma situação, por assim dizer, e ver a tolice das pessoas que são incapazes de observar o todo. Esta arrogância é o que chamei "ciência da administração" no último capítulo.

Não se pode permitir que a arrogância permaneça inalterável. Somente se pudéssemos ter a certeza que os objetivos do cientista da administração são

puros e realmente concordam com os do sistema total e sômente se pudéssemos ter a certeza de que êle teve a capacidade de observação comparável à do observador dos cegos, poderíamos julgar que o cientista tem a capacidade de ver a totalidade.

Mas no espirito do debate, deixamos que o cientista da administração descreva como se elevou ao ponto de vista a partir do qual pode observar o sistema inteiro. Seu método consiste em definir cuidadosamente aquilo de que está falando. Começa com o termo "sistema". Embora, diz êle, a palavra "sistema" tenha sido definida de muitas maneiras, todos os definidores estão de acôrdo em que "um sistema é um conjunto de partes coordenadas para realizar um conjunto de finalidades." Um animal, por exemplo, é um sistema, maravilhosamente construído, com muitas partes diferentes que contribuem de várias maneiras para a sustentação de sua vida, para seu tipo reprodutivo e suas atividades.

A fim de tornar esta definição mais precisa e também mais útil, temos de dizer o que entendemos por "partes" e sua coordenação. Especificamente, o objetivo do cientista da administração é anunciar em detalhes aquilo que o sistema total é, o ambiente em que vive, qual é sua finalidade e como esta é mantida pelas atividades das partes.

Para desenvolver mais êste pensamento, teremos de expor uma série de etapas do pensamento, de certo modo como qualquer manual de lógica ou de retórica tenta fazer. O leitor, porém, deveria ter presente no espirito que estas etapas de modo algum devem ser consideradas em seqüência. Mas, ao contrário, à medida que avançamos no pensamento a respeito do sistema com tóda probabilidade será necessário reexaminar os pensamentos que já tivemos em algumas etapas anteriores. A lógica é essencialmente um processo de exame e reexame do nosso próprio raciocínio.

Tendo isto no espirito, podemos esboçar cinco considerações básicas que o cientista julga deverem ser conservadas no espirito quando se pensa sôbre o significado de um sistema:

1. Os objetivos totais do sistema e, mais especificamente, as medidas de rendimento do sistema inteiro;
 2. O ambiente do sistema: as coações fixas;
 3. Os recursos do sistema;
 4. Os componentes do sistema, suas atividades, finalidades e medidas de rendimento;
 5. A administração do sistema.
- Não é preciso dizer que existem outros modos de pensar a respeito dos sistemas, mas esta lista é ao mesmo tempo mínima e informativa.

Os objetivos do sistema global são um lugar lógico para começar porque, como vimos, muitos erros podem ser feitos no pensamento subsequente a respeito do sistema se forem ignorados os verdadeiros objetivos da totalidade.

Logo de saída, porém, devemos ter consciência de uma confusão relativa à palavra "objetivo". Os habitantes de sistemas gostam de enunciar seus objetivos e os enunciados que preferem têm um certo número de finalidades que são de todo independentes do rendimento do sistema. O reitor de uma universidade deseja conseguir o orçamento maior possível para as operações da universidade. Como consequência, deve aparecer diante de um certo número de comissões legislativas e diante do público, e nessas oportunidades deve expor os objetivos da universidade da maneira mais atraente possível. Sua finalidade é obter o máximo de prestígio e de poder político que puder com o fim de conseguir para sua universidade o orçamento maior possível destinado às operações dela. Daí, falar da qualidade da educação, da eminência da faculdade, do serviço público e coisas semelhantes. Do mesmo modo, o chefe de uma grande firma de negócios em suas declarações

públicas deve apresentar um quadro brilhante dos objetivos de sua firma. Faz isso não somente para atrair fregueses mas também para atrair satisfatórios fundos de investimento.

Em muitas firmas e órgãos governamentais estas vagas afirmações são freqüentemente chamadas os objetivos, mas do ponto de vista do cientista são evidentemente demasiado vagas e também um tanto enganosas. Por exemplo, se levarmos demasiado a sério as afirmações públicas poderemos ser induzidos ao erro em indentificar os objetivos reais do sistema comparados com os objetivos proclamados. O reitor de uma universidade é capaz de fazer-nos pensar que o único objetivo da universidade é a criação de nôvo conhecimento e o ensino do conhecimento a estudantes qualificados. O chefe de uma firma de negócios é capaz de fazer-nos pensar que o único objetivo de sua firma é levar ao máximo o lucro líquido sujeito às considerações do serviço público.

Ora, o teste do objetivo de um sistema, que um cientista faz, é determinar se o sistema sacrificará conscientemente outras finalidades com o fim de atingir o objetivo. Se uma pessoa diz que seu objetivo real na vida é o serviço público e no entanto ocasionalmente parece inteiramente disposta a passar o tempo no serviço privado com o fim de aumentar ao máximo seu rendimento, então o cientista diria que seu objetivo *declarado* não é seu objetivo *real*. Estêve disposto a sacrificar o objetivo *declarado* certas vezes com o fim de obter alguma outra finalidade.

Uma falácia comum na exposição dos objetivos é acentuar o óbvio. Por exemplo, consideremos um laboratório médico que examina os materiais que os médicos lhe enviam. Qual é o objetivo do laboratório? Uma resposta óbvia é dizer que o objetivo consiste em fazer um exame tão exato quanto possível.

Mas o objetivo real não é a "exatidão" mas aquilo para que a exatidão serve: melhorar o diagnóstico do médico. Uma vez que consideremos o resultado concreto desejado, diz o cientista, podemos então perguntar a nós mesmos que importância realmente tem o objetivo. Em alguns casos a exatidão melhorada pode não valer o custo, isto é, o sacrifício de outros objetivos.

Evidentemente não é questão fácil determinar os objetivos reais de um sistema assim como não é uma questão fácil determinar os objetivos reais de um indivíduo. Todos nós escondemos nossos objetivos reais porque em muitos casos são dificilmente satisfatórios do ponto de vista de outras pessoas; se forem largamente tornados públicos podem ser prejudiciais relativamente a nossas perspectivas de atingir várias espécies de apoio em nossa vida.

Com o fim de tornar claro o assunto o cientista precisa passar do vago enunciado de objetivos para algumas medidas precisas e específicas de rendimento do sistema global. A medida do rendimento de um sistema é uma contagem de pontos, por assim dizer que nos diz até onde o sistema está funcionando bem. Quanto maior o número de pontos, melhor o rendimento. Um estudante na aula muitas vezes chega a pensar que seu objetivo é alcançar a nota mais alta possível. Neste caso a medida do rendimento torna-se inteiramente clara, e é interessante para muitos professores observar que os estudantes procuram alcançar uma nota alta mesmo com o sacrifício da compreensão real do conteúdo do curso. Procuram a nota alta porque acreditam que as notas altas levarão à obtenção de bolsas e outras oportunidades no futuro. Sua finalidade *declarada* é aprender, mas sua medida *real* do rendimento é a nota.

Da mesma maneira, se observamos cuidadosamente certas cidades podemos chegar a esperar que o obje-

tivo real do governo da cidade é manter as oportunidades dos cidadãos de alto rendimento, proporcionando-lhe áreas satisfatórias para viver e recursos e espaços satisfatórios para seu trabalho. Assim, as pressões de que a cidade se esforce por servir a *todos* os cidadãos são refutadas pelo desejo do superintendente da cidade de sacrificar estas finalidades em favor de garantir as oportunidades das categorias de alto rendimento. A medida *real* do rendimento é a aptidão da cidade em conservar grandes indústrias nos limites da cidade e manter o nível de rendimentos do grupo de alto rendimento tão elevado quanto possível.

Igualmente, no caso de certas firmas, alguns economistas acreditam que o objetivo da firma não é o lucro líquido mas o crescimento do pessoal ou o lucro bruto, estas duas medidas representando o tamanho do império, por assim dizer. A questão é que nestas firmas os diretores estão dispostos a sacrificar uma certa quantidade do lucro líquido com o fim de aumentar o tamanho da firma em termos de pessoal, ganhos brutos ou haveres.

Não será surpresa se um cuidadoso estudo de certos colégios e universidades indicar que a verdadeira medida de seu rendimento não é feita sob o aspecto da educação mas em números de estudantes formados.

Estas observações dão-nos algum indicio a respeito do caráter do cientista da administração. Deseja desmascarar todos os chavões sem sentido do tipo "meu coração é puro e eu vivo para servir à humanidade ou à maternidade". Quer ver o que é realmente este animal chamado sistema e só pode fazê-lo observando cuidadosamente o que efetivamente faz e não o que diz que faz. Além disso, pensa que pode desmascarar eficientemente o ruído de confusão e incerteza para ver uma "medida" ou "contagem" central para o sistema.

Podemos começar já a ouvir um rumor de queixa partindo de seus opositores. Alguns dêles desejaram indicar que deve ser feita uma outra distinção, entre os objetivos *reais* e os objetivos *legítimos* do sistema. Os objetivos legítimos do sistema referem-se à moralidade dos objetivos do sistema. Por exemplo, o cientista da administração pode definir o objetivo de um sistema de rodovias em função do que chama "thruput" (fluxo), significando com esta palavra o número de carros que podem passar por segmentos definidos da rodovia num dado período de tempo. Contudo, o objetivo em si mesmo pode não ser "legítimo" do ponto de vista social, não somente por causa do custo dos acidentes mas também por causa da inconveniência que ocorre quando os automóveis transbordam das saídas das estradas e a feitura do próprio sistema de estradas livres.

Mas para o cientista da administração que pensa em todos os aspectos da questão esta objeção não é séria. Ao pensar sobre o sistema, responde êle, devemos muitas vezes deslocar-nos daquilo que é o objetivo real dos dirigentes do sistema para considerações mais amplas. Devemos de fato começar a considerar como colocar o custo dos acidentes e a feitura em nossas medidas. Por mais intangíveis que estas possam ser, diz êle, veremos que a medida delas não é realmente tão difícil como parece à primeira vista. De fato há alguns casos excelentemente elaborados nos quais engenheiros rodoviários assim como projetistas de aviões, estabeleceram medidas do custo de um acidente em função da capacidade perdida do indivíduo para ganhar dinheiro durante todo o resto da vida. Para o humanista isto pode parecer uma maneira muito grosseira de aplicar um número à perda de um membro ou da cabeça, mas para o cientista da administração é a única maneira prática em que podemos pensar sobre os chamados aspectos intangíveis dos sistemas. Em outras palavras, diz êle, se quisermos

pensar no quanto a perda de vida, da felicidade ou da beleza se relacionam com o rendimento do sistema, não podemos simplesmente dizer que estas coisas são tão sutis que não podem ser definidas porque ao dizer isso significamos que não desejamos pensar absolutamente nelas. Com o fim de pensar nelas satisfatoriamente teremos de ser explícitos e opor resistência ao modo em que estes aspectos do sistema entram como medidas do rendimento dos sistemas.

O cientista da administração começa a se tornar insistente, embora sua insistência possa deixar um certo número de ouvintes em condições desconfortáveis. Não é apenas insistente mas também alerta. Com a experiência torna-se convencido de que as "óbvias" medidas de rendimento não são as medidas reais.

Um exemplo da falácia do óbvio tem positivamente uma peculiaridade irônica. No campo da saúde, com o advento das vacinas para muitas doenças "clássicas", parece óbvio que o sistema de saúde" deveria eliminar as doenças contagiosas. Recentemente foram tomadas medidas para eliminar o sarampo. Parece-ria que a medida do rendimento deveria ser a redução da percentagem de crianças que são atacadas de sarampo, avaliada possivelmente pela redução na gravidade dos casos. O editorial de um jornal acentua que o sarampo no Oriente Próximo e no Extremo Oriente muitas vezes é fatal; consequentemente, tal é o raciocínio, um "sucesso" do sistema de acórdio com a medida acima resultará na redução da mortalidade infantil, e consequentemente produzirá um "intolerável" aumento da população nas áreas subdesenvolvidas. Aqui ainda uma vez o caráter do pensador de "sistemas totais" torna-se evidente: talvez seja "melhor" deixar o sarampo fazer sua feia obra do que permitir a fome resultante da explosão populacional. Este é apenas outro exemplo em que os custos devem ser incluídos na medida do rendimento.

Assim, na determinação de uma medida de rendimento o cientista procurará encontrar o máximo de consequências importantes das atividades do sistema. Reconhecidamente, êle também fará enganos e terá de rever sua opinião à luz de novos conhecimentos. Mas sua insistência e sua atenção e a intenção de serão objetivo quanto possível lhe permitirão, assim acredita, reduzir ao mínimo os erros.

Supondo que algum sucesso tenha sido obtido na determinação do objetivo do sistema ("medida do rendimento"), o aspecto seguinte do sistema que o cientista da administração considera é o seu ambiente. O ambiente do sistema é aquilo que está situado "fora" do sistema. Isto também não é uma coisa fácil de definir. 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 acha além da pintura de uma fábrica está necessariamente fora da fábrica como sistema? A fábrica pode ter agentes em tôdas as partes do país comprando matérias-primas ou vendendo seus produtos. Estes são seguramente "parte" do sistema total da fábrica e contudo não estão habitualmente dentro de suas paredes. Em um caso mais sutil os diretores da fábrica podem pertencer a várias organizações políticas por meio das quais são capazes de exercer diversas espécies de pressões políticas. Suas atividades políticas, nesse caso, certamente "pertencem" ao sistema, embora, ainda uma vez não tenham lugar dentro da "concha" do sistema. E, voltando ao automóvel e considerando aquilo para que é feito, podemos duvidar se sua pintura é o limite real de seu sistema.

Talvez afinal de contas o superobservador dos custos que tentavam descrever o elefante seja êle pró-

prio um tanto cego. A pele do elefante representa realmente a linha divisória entre o elefante e seu ambiente? Talvez uma compreensão do habitat do elefante seja essencial e talvez o habitat deva ser considerado como parte do sistema elefantino.

Marshall McLuhan mostrou que na idade da tecnologia elétrica o telefone tornou-se realmente uma parte do indivíduo. Realmente em muitos casos seria difícil distinguir entre o ouvido e o telefone que serve ao ouvido. Sua opinião é que não podemos "cortar" o telefone assim como não podemos cortar a orelha de uma pessoa de uma maneira satisfatória. O telefone é parte do sistema que chamamos a pessoa individual.

Por conseguinte, o cientista deve ter uma maneira de pensar a respeito do ambiente do sistema, que seja mais rica e mais sutil do que a simples procura de limites. Faz isso ao notar que quando dizemos que alguma coisa está situada "fora" do sistema, queremos significar que o sistema pode fazer relativamente pouco a respeito das características ou do comportamento de tal coisa. O ambiente com efeito constitui as coisas e pessoas que são "fixadas" ou "dadas", do ponto de vista do sistema. Por exemplo, se um sistema opera dentro de um orçamento fixo que lhe é dado por algum órgão superior e o orçamento não pode ser alterado por qualquer atividade do sistema, teríamos de dizer então que as coações orçamentárias encontram-se no ambiente do sistema. Mas se, por alguma transformação da organização, o sistema puder influir no orçamento, então alguns dos processos orçamentários pertenceriam ao interior do sistema.

Não apenas o ambiente é alguma coisa que está fora do controle dos sistemas mas é também algo que determina em parte o funcionamento do sistema. Assim, se o sistema opera em um clima muito frio de tal modo que seu equipamento deve ser pla-

nejado para resistir a várias espécies de severas mudanças de temperatura, diríamos então que as mudanças de temperatura estão no ambiente, porque ditam as dadas possibilidades de desempenho do sistema e contudo o sistema nada pode fazer com respeito às mudanças da temperatura.

Um dos mais importantes aspectos do ambiente do sistema é a "lista dos requisitos". No caso de uma firma industrial esta consiste nos pedidos de vendas. É evidente que em certo sentido a firma pode fazer alguma coisa com relação aos pedidos por meio de anúncios, marcação dos preços e coisas semelhantes. Mas na medida em que a demanda dos produtos da firma é, por assim dizer, determinada pelas pessoas individuais situadas fora, que são os fregueses da firma, então a demanda acha-se situada no ambiente do sistema, porque é um "dado" e porque sua natureza influencia o funcionamento do sistema.

Aqui, mais uma vez, chegamos a ter uma noção do caráter do cientista da administração. O ambiente não é o ar que respiramos ou o grupo social a que pertencemos ou a casa em que vivemos por mais que estas coisas possam parecer estar fora de nós. Em cada caso, devemos perguntar "posso fazer alguma coisa a respeito disso?" e "isso tem importância com relação aos meus objetivos?". Se a resposta à primeira questão é "não" mas a resposta à segunda é "sim", então o "isso" está no ambiente.

O cientista da administração é normalmente uma pessoa muito cuidadosa e sabe como é difícil determinar o ambiente do sistema e que o problema precisa ser revisto sistemática e continuamente. Muitas vezes os sistemas fracassam em funcionar adequadamente, simplesmente porque seus diretores chegaram a pensar que algum aspecto do mundo está fora do sistema e não é sujeito a nenhum controle. Estive recentemente assistindo a um programa de televisão cujo tema era que os pobres pagam

mais do que os ricos pelos produtos domésticos. A finalidade do programa era indicar como os armazéns aumentam os preços nos bairros pobres e especificamente como as agências de crédito freqüentemente exigem que os pobres paguem taxas de juros muito mais altas do que as dos ricos. No modo de pensar sôbre a maneira de superar esta dificuldade da comunidade, o programa insista na educação dos pobres, de modo a que não sejam enganados pelos vendedores de geladeiras, televisores, etc. Na análise do modo como acontece que o sistema de crédito é tão desfavorável para os grupos de baixas rendas, o programa descrevia como o sistema de crédito é controlado pelos bancos e em última análise pelos criadores dos planos de ação em Wall Street. Mas os organizadores do programa não pensaram sequer na conveniência de educar qualquer dos bancos e a Wall Street a respeito do impacto de sua política sôbre as comunidades pobres da cidade. Em outras palavras, os organizadores do programa consideraram a política dos bancos e de Wall Street situada no ambiente do sistema de crédito, por conseguinte não se achando sujeita a qualquer modificação. Do ponto de vista do cientista da organização é claro que algum erro foi cometido aqui. Poderia de fato ser possível, se empregássemos o enfoque sistêmico à política de crédito, mostrar como a política um tanto rígida com respeito aos grupos de baixas rendas gera uma série de problemas da comunidade, os quais por sua vez afetam desastrosamente a operação da comunidade e por conseguinte aumentam os custos de operação de grandes indústrias e mesmo dos próprios bancos.

Passamos em seguida à consideração dos recursos do sistema. Estes acham-se dentro do sistema. São os meios que o sistema usa para desempenhar suas tarefas. Tipicamente quando nos voltamos para a medida dos recursos fazemo-lo em termos de dinhei-

ro, de horas-homem, e de equipamento. Os recursos, aos contrário do ambiente, são coisas que o sistema pode decidir quais os homens que trabalharão em determinadas tarefas e como o dinheiro poderá ser gasto em várias atividades ou quais serão os limites do tempo em várias espécies de atividades.

Assim como é difícil pensar corretamente sôbre o ambiente do sistema é também muito difícil pensar corretamente sôbre seus recursos reais. Já tive alguma coisa a dizer sôbre isso na ilustração do tempo ocioso, do equipamento ocioso e dos homens ociosos. Aqui o gerente, tomado de grande ansiedade a respeito de seus recursos, pode chegar a acreditar que os homens ociosos e o equipamento ocioso implicam um recurso não usado, e se se dispuser com excessiva energia a transformar a ociosidade em trabalho, pode descobrir que realmente está diminuindo seus recursos.

Em muitos sistemas é feita uma análise muito cuidadosa dos recursos. O tradicional balanço de uma companhia com efeito é uma lista das várias espécies de recursos que a firma tem à sua disposição, especialmente quando êsses recursos podem traduzir-se em dinheiro: edifícios, equipamentos, contas a receber, numerários em caixa, etc. Mas o cientista da administração concluiu que a tradicional fôlha de balanço deixa de fora muitos dos importantes recursos de uma firma. Não dá uma exposição detalhada do tipo de pessoal de que a firma dispõe em termos de sua formação educacional e capacidade pessoal, por exemplo. Uma coisa como a "boa vontade", que é indubitavelmente um recurso, é freqüentemente representada por um número fictício na fôlha de balanço.

Mas há uma objeção ainda mais séria à declaração dos rendimentos de uma empresa; supõe-se que esta declaração mostra como os recursos são usados. O cientista da administração está principalmem-

te interessado em aprender com a experiência, pois esta é sempre a marca da excelência na ciência. Mas o enunciado típico dos rendimentos esconde quase toda informação significativa, que deveria ser reunida se alguém quisesse aprender com o passado da empresa. As verdadeiras lições que devem ser aprendidas são as lições das oportunidades perdidas, as possibilidades que nunca foram realizadas porque os recursos foram usados em outro lugar. Estas oportunidades perdidas são os casos que deveriam ser vigiados, mas praticamente nunca são descritos no enunciado das operações das empresas de negócios.

Para o cientista da administração o enfoque sistêmico implica a construção de "sistemas de informação administrativa" que registrarão a informação importante para fins de tomada de decisões e especificamente contarão a mais rica história a respeito do uso dos recursos, inclusive as oportunidades perdidas. Mais tarde veremos o projeto deste sistema de informação administrativa com algum detalhe.

Há outro aspecto da determinação dos recursos que é muito importante numa época de tecnologia em expansão: é absolutamente essencial que as firmas e os órgãos de governo dêem especial atenção aos progressos tecnológicos que podem ser capazes de aumentar enormemente seus recursos. Teremos algumas coisas a dizer, por exemplo, sobre a crescente capacidade dos computadores e como estes conduzem com efeito a um aumento "livre" dos recursos de uma firma. Considerando um sistema e pensando a respeito dele, o cientista da administração dá atenção não somente aos recursos existentes mas também à maneira em que os recursos podem ser aumentados, isto é, à maneira em que os recursos do sistema podem ser usados para criar melhores recursos no futuro, por meio de pesquisa e desenvolvimento no caso de tipos de equipamentos de maquinaria ou pelo treinamento e educação do pessoal e

por várias espécies de atividades políticas que aumentarão o orçamento e o potencial de investimento. De fato, para muitos sistemas a componente que trata do aumento dos recursos pode ser a componente mais importante do sistema.

Os recursos são o reservatório geral, a partir do qual as ações específicas do sistema podem ser formadas. As ações específicas são recebidas pelos componentes, pelas partes ou pelos subsistemas (todos estes termos podem ser usados como equivalentes na ciência da administração). Os componentes são o quarto ponto na lista do "modo de pensar" da página 30. Aqui, ainda uma vez, diz o nosso cientista, nosso pensamento está sujeito a ser confundido pela tradição. As empresas são em geral divididas em departamentos, divisões, repartições e grupos de homens, mas o exame cuidadoso mostra que estes não são os componentes reais do sistema, embora tenham rótulos que parecem indicar que são. Por exemplo, em firmas industriais um departamento pode ser rotulado "produção"; isto nos levaria a pensar que somente no interior desse componente é que se acha a manufatura dos produtos. Outro departamento pode ser intitulado "marketing"; poder-se-ia portanto concluir que somente nesse departamento se encontrariam as atividades referentes à distribuição e venda dos produtos. No entanto, em muitas firmas a função de distribuição deve ser concebida como parte do componente de produção, simplesmente porque seria absolutamente impossível determinar como a distribuição dos produtos poderia ocorrer independentemente da maneira pela qual os produtos são feitos. E talvez o departamento de produção tenha muito que ver com a maneira em que os produtos são vendidos, simplesmente porque a produção em muitos casos tem de tratar diretamente com o cliente para satisfazer as suas ordens. Se o clien-

te ficar desapontado as atividades do departamento de produção podem fazer decrescer as vendas.

E' por essa razão que, ao pensar nos sistemas, o cientista da administração ignora as linhas tradicionais de divisão e volta-se em vez disso para as básicas "missões" ou "tarefas" ou "atividades", rólulos todos esses usados para descrever a mesma coisa, a saber a decomposição racional das tarefas que o sistema deve executar. Assim, no caso de uma cidade ou de um Estado, as missões básicas podem ser definidas sob os aspectos de saúde, educação, recreação e coisas semelhantes. Se forem definidas assim o cientista vê que muitos órgãos diferentes estão empenhados na missão de saúde, mesmo quando seus rólulos não indicam isso. Por exemplo, o departamento de veículos de um Estado pode ter muita coisa a dizer a respeito das medidas que devem ser tomadas para identificar na estrada um indivíduo que está embriagado ou foi acometido de um ataque. O cientista deseja dizer portanto que o departamento de veículos está ativamente empenhado na missão de saúde. Da mesma maneira a função educacional do Estado não se passa unicamente dentro do departamento de educação, mas em muitos outros departamentos, empenhados em várias espécies de programas de treinamento para seu próprio pessoal e programas educacionais para o público por meio de folhetos, cursos breves, demonstrações na TV, etc. A avaliação global da missão educacional não pode por conseguinte ter lugar dentro das tradicionais linhas departamentais.

E' natural que haja muita resistência a esta concepção dos "componentes" de um sistema orientado pela idéia de missão. Em termos de política, o chefe de um departamento sabe que seu departamento é uma unidade e uma parte distinta na organização total. Tem de batalhar pelo orçamento e pelo pessoal com outros "componentes" e é julgado pelo

modo como sua "parte" trabalhou para manter as finalidades totais da empresa. Além disso, as pessoas que trabalham em seu departamento identificam-se com o departamento e não com a suposta missão, que existe unicamente na cabeça do cientista da administração. Este é especialmente o caso que se passa nas universidades. Pode acontecer que a matemática e a filosofia sejam amplamente estudadas e praticadas em todos os campos do aprendizado, mas os departamentos de matemática e de filosofia definem o que estes assuntos "realmente" significam, isto é realmente significam para o verdadeiro matemático e para o filósofo.

O cientista da administração contudo não é um companheiro muito simpático. Pode ver que ambições políticas e pessoais influenciam as pessoas para fazê-las crer que as partes do sistema deveriam ser o mais independentes possíveis. Há quem deseje dizer que a "educação" deveria ser colocada em um departamento inteiramente separado da "saúde" ou da "recreação". Mas o cientista da administração acredita que este é um modo errôneo de pensar sobre o assunto. Normalmente, a atividade educacional tem muito a ver com a saúde e a saúde tem muito a ver com a educação. Os defensores da separação clara de funções podem entretanto insistir que pensamos sobre outras espécies de funções que são mais separáveis e nas quais podem ser criadas medidas separadas de rendimento, preservando assim a integridade do departamento. Esta idéia é frequentemente posta em prática no projeto de máquinas, no qual cada componente de uma máquina tem de executar uma função específica e o desempenho de uma parte dada é o mais independente possível do desempenho das outras partes. Mesmo no projeto de máquinas contudo esta pode não ser uma maneira exequível de enfocar o problema.

Por que o cientista da administração é tão insistente em falar de missões em vez de departamentos? Apenas porque ao analisar as missões pode avaliar o valor de uma atividade para o sistema total, enquanto não existe maneira executável de avaliar o valor do rendimento de um departamento. Precisa conhecer se uma atividade de um componente do sistema é melhor do que outra. Mas se uma atividade de um departamento pertence a várias missões mais amplas pode não ser possível distinguir sua contribuição real. E por essa razão que o cientista da administração é tão cético a respeito da contabilidade administrativa, em suas várias formas. O contabilista administrativo deseja produzir os "pontos" do rendimento departamental, ou "centros de custo" que podem ser examinados para sua utilização de recursos. Mas um pensamento insuficiente entra na identificação desses pontos e centros em função de sua real contribuição para o objetivo total do sistema.

Mas por que precisamos afinal de componentes? O cientista da administração gostaria de considerar cada escolha do sistema total de maneira direta, sem ter de subdividir a escolha. Mas isso não é possível. Por conseguinte, a verdadeira razão para a divisão do sistema em componentes é oferecer ao analista o tipo de informação de que necessita para dizer se o sistema está esperando corretamente e o que deveria ser feito a seguir. Como veremos, o cientista de administração pensa que teve sucesso razoável em certos casos ao identificar os componentes reais (missões) de um sistema. Infelizmente até agora na maioria dos governos das cidades e Estados não há uma correta análise sistêmica do sistema total em função dos componentes reais; por motivos históricos os governos do Estado e da cidade são divididos em departamentos e divisões que em geral não têm importância para os verdadeiros componentes do sis-

tema. Como consequência, diz o cientista, a administração de nossos grandes sistemas de governo de Estados e cidades torna-se cada vez mais difícil cada ano. Como a tomada de decisão que governa diferentes missões não é centralizada, as missões reais do Estado, por exemplo relativamente à saúde, educação, recreação, higiene, etc. não podem ser executadas porque não há administração dessas missões. Um dos maiores perigos no projeto de componentes é a rigidez que ocorreu tão freqüentemente nos projetos políticos das cidades e Estados. A atribuição de responsabilidade é fixada por lei e impossível de ser quebrada. O que ocorre é uma espécie de endurecimento das artérias de comunicação e a doença que se instala é bem conhecida da maioria dos administradores. Mesmo os planos mais evidentes para as várias missões da cidade e do Estado não podem ser executados, simplesmente porque não há absolutamente meios de quebrar a rigidez do sistema, que se deu em virtude da história política.

Não é preciso dizer que nosso cientista da administração é antipolítico, simplesmente porque uma parte tão grande de política frustra a racionalidade de seus projetos. Chega ao ponto de dizer que os governos municipal, estadual e federal não podem ser considerados como "sistemas", porque no seu traçado não existe um plano racional dos componentes do sistema e de sua operação. Entretanto, há notáveis exceções. Alguns departamentos governamentais, por exemplo o Departamento de Defesa e a Administração Nacional da Aeronáutica e do Espaço levaram a sério o "desafio" do sistema; assim como vários governos estaduais. Na indústria, o "pensamento sistêmico" freqüentemente infiltrou-se muito profundamente, mesmo se os conceitos de "sistema total" — isto é, a corporação inteira — são ainda muito difíceis de definir. O cientista da administração otimista vê no futuro uma "era sistêmica", na

qual o homem afinal será capaz de compreender os sistemas que criou e nos quais vive.

A finalidade última do pensamento com relação aos componentes é descobrir esses componentes (missões) cujas medidas de rendimento são verdadeiramente relacionadas com a medida do rendimento do sistema global. Uma aspiração óbvia é a de que a medida que o rendimento de um componente aumenta (conservando-se igual tudo mais), deveria também aumentar a medida do rendimento do sistema total. Do contrário, o componente não está realmente contribuindo para o rendimento do sistema. Por exemplo, na prática industrial se a medida do rendimento de um componente fôr feita em função de sua saída por custo unitário, seria essencial mostrar que, com o aumento da medida, o rendimento total do sistema aumenta. Se, no entanto, forem imposts métodos drásticos de redução de custo ao componente, que resultem na diminuição de qualidade de seu serviço ou produto, poderá muito bem acontecer que alguém institua uma medida do rendimento para o componente que não implica um aumento no rendimento do sistema. Por exemplo, um departamento de produção pode instituir várias espécies de políticas de redução de custos dando em resultado o decréscimo de seu estoque. Sua saída por unidade de custo pode portanto subir mas o rendimento da firma inteira pode baixar, simplesmente porque o corte no estoque conduz a escassez indesejável.

Como veremos, êste problema de medir o rendimento de um componente chega a ser muito complicado e difícil à medida que nos aprofundamos no projeto de largos sistemas. Embora a simples existência de que a medida do rendimento do componente deva crescer com o rendimento total do sistema pareça de todo óbvia, apesar disso não se segue que um componente possa simplesmente avançar na sua medida de rendimento e ignorar tudo

dos outros componentes do sistema. Se alguma outra parte do sistema muda, digamos por causa de uma melhoria tecnológica, poderá tornar-se essencial mudar a medida do rendimento do mencionado componente. Nos procedimentos de escritório, por exemplo, uma medida típica de rendimento é a que é feita em função do número de cartas ou documentos datilografados por homem-hora do pessoal. Mas suponhamos que um grupo de estudo de sistemas e procedimentos mostra como várias espécies de cartas de rotina podem ser reduzidas de tamanho, embora continuando a ter tóda a informação significativa. A medida do rendimento do escritório subiria, como resultado dessa atividade, mas dificilmente caracterizaria um verdadeiro aumento do rendimento do escritório. Evidentemente, a questão aqui é que o "escritório" por si não é um verdadeiro componente do sistema, pois neste caso o componente deveria incluir aquêles que o estudam com o fim de melhorá-lo.

Estas considerações levam-nos ao último aspecto do sistema, sua administração. A administração de um sistema trata da criação de planos para o sistema, isto é da consideração de tódas as coisas que temos discutido, as finalidades globais, o ambiente, a utilização de recursos e os componentes. A administração determina as finalidades dos componentes, procede à alocação de recursos e controla o rendimento do sistema.

Esta descrição da administração contudo cria uma espécie de paradoxo para o cientista da administração. Afinal de contas é êle que esteve esquametizando e planejando com seus modelos e análises, para determinar as finalidades, o ambiente, os recursos e os componentes. E' êle portanto o administrador; pretende "assumir o comando" com seu exército de computadores?

A verdade é que não deseja fazê-lo. Não é um homem de ação mas um homem de idéias. Um homem de ação assume riscos e se fracassa não sómente é despedido mas sua empresa pode ficar arruinada; o homem de ação está disposto a arriscar fortunas além da sua própria. O cientista da administração é tipicamente um arriscador isolado; se fracassar não tem a responsabilidade do fracasso da empresa inteira.

Por conseguinte, encontramos uma rachadura na couraça do cientista: realmente não compreende como êle próprio é um componente do sistema que observa. Gosta de pensar que pode ficar à parte, como o observador do elefante, e simplesmente recomendar mas não atuar. E' difícil dizer até que ponto esta atitude deve parecer ingênua ao político, mas certamente a apreciação da situação pelo político é a mais requintada. A "mera" recomendação é uma fantasia; de acôrdo com a própria terminologia do cientista da administração é duvidoso que o estudo de um sistema seja uma missão separável.

Esqueceremos por ora êste embaraço do cientista da administração e falaremos em vez disso de outros modos pelos quais êle pode ajudar os diretores de sistemas. Não apenas a administração de um sistema engendra os planos do sistema, mas deve também assegurar que os planos sejam executados de acôrdo com suas idéias originais. Se não forem, a administração deve determinar porque não são. Esta atividade é em geral chamada "contrôle", embora os administradores modernos apressem-se a acrescentar que o termo "contrôle" não implica forte coação por parte da administração. Na verdade, muitos procedimentos de contrôle operam em caráter excepcional, de modo que a administração não interfere com as operações de um componente, exceto quando o componente dá mostras de excessivo desvio do plano. Contudo, contrôle não significa unicamente exa-

minar se os planos estão sendo executados corretamente; implica também a avaliação dos planos e consequentemente a alteração dos planos. Como veremos, um dos aspectos críticos da direção de sistemas é o planejamento para a mudança de planos, porque ninguém pode pretender ter estabelecido os corretos objetivos globais, ou uma definição correta do ambiente, ou uma definição inteiramente precisa dos recursos ou a definição final dos componentes. Portanto, a parte administrativa do sistema deve receber informação que lhe diga quando seu conceito do sistema é errôneo e deve incluir medidas que tenham em vista a mudança.

A função de contrôle da administração pode ser estudada pelo cientista. O falecido Norbert Wiener comparava esta função de administração de sistema ao piloto de um navio. O capitão do navio tem a responsabilidade de assegurar que o navio chegue ao destino dentro do limite de tempo prescrito na sua tabela de escalas. O "ambiente" do navio é o conjunto de condições externas que o navio tem de enfrentar: o tempo, a direção de onde sopra o vento, a forma das ondas, etc. Do ponto de vista do capitão o ambiente inclui também as características do rendimento da maquinaria e dos homens, pois êstes são "dados" em qualquer viagem. Os recursos do navio são os homens e a maquinaria, na medida em que êstes podem ser desenvolvidos de várias maneiras. Os componentes do navio são a missão da casa de máquinas, a missão de manutenção, a missão da cozinha, etc. O capitão do navio como dirigente engendra os planos para as operações do navio e garante o cumprimento desses planos. Institui várias espécies de sistemas de informação por todo o navio que o informam onde ocorreu qualquer desvio do plano, e sua tarefa consiste em determinar porque ocorreu o desvio, apreciar o rendimento do navio, e finalmente, se necessário, mudar seu plano, se a

informação indica a conveniência de assim proceder. Isto pode ser chamado a "alça cibernética": da função de administração, porque é aquilo que se supe que o piloto do navio tem de realizar. Um aspecto muito crítico da alça cibernética é a determinação da rapidez com que a informação deveria ser transmitida. Qualquer pessoa que tenha tentado dirigir um barco de remos em águas agiadas reconhecerá que se a pessoa responder demasiado rápido — ou então demasiado lento — ao feito das ondas, acha-se em séria dificuldade. O que é exigido é uma alça de informação retroativa que permita ao indivíduo reagir ao tipo de vento e de ondas de maneira ótima.

Wiener e seus continuadores criaram a teoria da cibernética, que foi principalmente aplicada ao projeto de maquinaria. Mas é perfeitamente natural que o cientista da administração procure aplicar a teoria ao contróle administrativo de grandes empresas.

Até aqui temos exposto as razões preliminares para o enfoque sistêmico feito pelo cientista da administração, com alguns comentários críticos marginais. Será que o enfoque do cientista da administração funciona? Se "funcionar" significa "estar em uso" então na verdade funciona. Centenas de grandes firmas industriais de transporte, energia, comunicação e materiais, todas usam a ciência da administração com títulos tais como "pesquisa operacional", "ciência dos sistemas" ou "engenharia de sistemas", "análise de sistemas", etc. Em todos os casos, a finalidade confessada desses grupos é enfocar os problemas conforme o espírito delineado neste capítulo. De maneira semelhante, toda seção de um estabelecimento militar usa cientistas da administração no projeto de sistemas de armas, de sistemas de informação (por exemplo, SAGE e SACCS), de sistemas logísticos, etc. A ciência da administra-

ção é usada extensivamente nas repartições não militares do governo federal, em saúde pública, em educação, nos correios, no registro de patentes, na Repartição Nacional de padrões, etc. Vários Estados e um grande número de cidades estão criando capacidades em ciência de administração como parte integral da administração do governo.

Seria errôneo dizer que todas estas aplicações da ciência da administração atuam com igual competência ou mesmo exatamente de um ponto de vista igual. Uma ilustração poderá servir para enriquecer o sabor do enfoque, entretanto; na ilustração mantereí a marcha do debate permitindo aos críticos darem sua opinião. Os críticos muitas vezes vêem com alarme, ou mesmo com desgosto, o que consideram ser o uso indiscriminado e acrítico da "ciência" nos importantes problemas do governo hoje em dia. Alguns deles desejam manter o velho método de experiência por ensaios e erros. Alguns desejam que o governo defínhe. Outros têm medo da atitude desumana do cientista. Outros acham que o cientista é simplesmente ingênuo. Todos fazem jus à sua opinião e o que têm a dizer pode ser dito da melhor maneira no contexto de uma ilustração real, que agora apresentaremos.

² Da palavra grega que significa "piloto".

4. UMA ILUSTRAÇÃO

Esta ilustração do enfoque sistêmico do cientista é feita na área do transporte. Escolhi este exemplo porque ilustra muito bem o tema do último capítulo, isto é, que todo sistema está incluído em um sistema mais amplo. Isto, conforme veremos, torna-se obviamente verdadeiro nos sistemas de transporte.

A ilustração situa-se na indústria marítima, que transporta carga pelo mar e pelas vias aquáticas interiores. Embora a indústria marítima em certo sentido seja uma das mais velhas indústrias de transporte, seu progresso tecnológico tem sido muito lento. A maneira de carregar e descarregar a carga que usamos hoje é virtualmente a mesma técnica usada no tempo dos gregos ou mesmo pelos índios com suas canoas. Essencialmente fabrica-se um casco no qual é posta a carga, de maneira que a embarcação não afunde; em seguida transporta-se a carga e, finalmente, esta é levada por cima dos bordos da embarcação para a terra.

A indústria marítima nos Estados Unidos nos anos recentes atravessou muitas dificuldades e sua situação tornou-se uma preocupação para o Governo dos

Estados Unidos. Como consequência, o governo, mediante o Conselho Nacional de Pesquisas e a Academia Nacional de Ciências, nomeou uma série de grupos de estudos para examinar a indústria marítima. Uma parte da dificuldade da indústria deriva do fato de que os Estados Unidos estão em posição difícil para competir com muitos países estrangeiros por causa de seus salários mais altos. Conseqüentemente, a questão específica que surgiu ao se começar a discutir o projeto foi saber se havia ou não algum meio tecnológico para melhorar o rendimento da indústria que contrabalançasse o custo mais alto do trabalho.

A experiência mostra que o custo principal da movimentação total da carga na indústria marítima ocorre no cais, na operação de carga e descarga, e não no setor do transporte entre portos. Um grupo de engenheiros industriais por conseguinte pôs-se em ação para determinar se haveria algumas idéias inovadoras que pudessem ser usadas no cais no manejo da carga. Se o grupo de pesquisas tivesse continuado seguindo a linha da pura eficiência, seu objetivo teria sido tentar projetar avanços tecnológicos na operação de carga e descarga, que tornassem a operação mais eficiente, isto é, de menor custo por unidade de material manejado.

Contudo, o grupo de pesquisas logo compreendeu que a operação de carga e descarga dos navios está encaixada em um sistema mais amplo e que este sistema mais amplo é constituído de: 1) as companhias proprietárias dos navios, 2) os sindicatos, 3) os chamados trabalhadores casuais (que não são membros do sindicato mas são chamados sempre que há um trabalho de carga que justifique contratá-los), e 4) o público em geral. Se pudessem ser conseguidas "eficiências" na movimentação da carga, estas eficiências provávelmente dariam em resultado a diminuição da demanda de trabalho e o au-

mento do lucro para as companhias. No sistema mais amplo, portanto, seria de esperar que as chamadas eficiências que os engenheiros poderiam descobrir, se fossem realizadas, causariam sérios problemas de administração do trabalho, em detrimento não somente dos trabalhadores e das companhias mas também do público. Por conseguinte, foi julgado preferível estudar o pôrto como um sistema, em vez de simplesmente limitar a atenção ao aumento da eficiência da manobra de carga de cada navio.

No início o cientista enfrenta um dos problemas mais difíceis de todo o estudo, a saber, quem é a pessoa que toma as decisões: Para o cientista descrever um sistema é essencial identificar o autor das decisões. Do contrário, não há maneira clara de determinar quais são os objetivos e os recursos: ambientais do sistema. Lembremo-nos que o "ambiente" de um sistema é considerado formado por aquelas condições que não estão sob o controle do autor de decisões, enquanto os "recursos" e os "componentes" acham-se parcialmente sob seu controle. Por conseguinte, a principal divisão do sistema depende de identificar a pessoa que toma as decisões. Ora, quem toma as decisões nas operações de um pôrto? Até certo ponto são as companhias, no sentido em que são elas que planejam a movimentação e as datas dos navios e determinam em parte o que deve ser carregado e descarregado. Por outro lado, os sindicatos evidentemente têm uma participação no modo como o pôrto opera, pois os estivadores, que são membros do sindicato, trabalharão em certos dias e não trabalharão em outros. O público decide certas coisas, por meio de seus representantes legislativos: cada pôrto tem uma autoridade portuária que estabelece as condições sob as quais são feitas a carga e a descarga dos navios.

No entanto, do ponto de vista deste estudo não é nenhum desses fatores — a companhia, os sindi-

catos e o público — que constitui o verdadeiro agente das decisões. O estudo é feito para o governo federal, e especificamente para dois órgãos do governo federal. A finalidade do estudo é traçar algumas medidas estratégicas que estes órgãos pudessem seguir em termos de recomendações, quer em forma de legislação quer de advertência a outros órgãos do governo. Por conseguinte, o autor das decisões foi considerado serem as duas agências para as quais o estudo era realizado. Esta conclusão dos cientistas é discutível. Pareceria, levando-se em conta seu argumento, que em qualquer estudo o cientista da administração deveria ser ele próprio o autor de decisões, pois o que êle realmente controla é sua capacidade de dar conselhos. A idéia do cientista contido é que para a equipe de estudos quem toma a decisão é a pessoa ou o grupo a quem a equipe faz um relatório, neste caso os órgãos governamentais. Saber se êste é um critério correto para identificar a fonte de decisões é assunto para debater, ao qual finalmente voltaremos.

O candidato a autor de decisões indicadas pelo cientista tem algumas características um tanto estranhas. Por exemplo, o autor de decisões não tem controle direto sôbre nenhuma das operações do pôrto. Em vez disso, êle simplesmente controla as espécies de recomendações que podem ser feitas. No entanto, o objetivo do autor de decisões pode ser apresentado com bastante clareza. Deseja apresentar uma recomendação que tenha alta probabilidade de ser aceita, mas que ao mesmo tempo seja "agradável" às companhias, aos sindicatos e ao interesse público. Como êle está "fora" do sistema, por assim dizer, seu conceito puramente racional de agrado pode não coincidir com o conceito de agrado de nenhuma das partes que realmente controlam as operações do pôrto. Como consequência, êle terá de estabelecer um compromisso entre suas noções de

conveniência e as que julga serão aceitas pelas partes interessadas.

O grupo de pesquisas visualiza o quadro da seguinte maneira: se os engenheiros industriais tiverem êxito em planejar tecnologias que levem a alguma economia de custos na carga e descarga dos navios, estas economias de custo poderiam ser distribuídas entre as companhias e os sindicatos de tal maneira que o interesse público se mantenha no nível atual. Em consequência, o problema se restringe a determinar alguma fórmula de vantagem para as companhias e os sindicatos. O problema no entanto não poderia ser determinado com maior precisão até que a equipe de pesquisas consiga descrever o pôrto como um sistema.

Do ponto de vista do candidato do cientista a autor de decisões grande parte da situação que se verifica no pôrto deve ser considerada como "ambiente" do sistema. Antes de tudo há a política dos embarcadores. Esta política dá origem às tabelas segundo as quais os navios chegam e partem do pôrto. A pessoa que toma as decisões não tem controle sôbre esta política e por conseguinte ela tem de ser considerada como um dado. Note-se, ainda uma vez, a importância da decisão sôbre o ambiente do sistema; se as tabelas pudessem ser modificadas seria possível chegar-se a uma operação do pôrto muito mais suave. Na situação tal como existe, a equipe de estudos aceita as tabelas de movimento, embora sejam traçadas pelas companhias. Um comentário mais geral é o de que o modo inteiro do transporte de mercadorias pode estar errado; por exemplo, talvez os caminhões e os aviões tornem os navios obsoletos. Uma vez que os grupos de estudo escolham aceitar as tabelas das entradas e saídas de navios como dados, admitem também que o modo atual de transporte por mar é um sistema suficientemente amplo para que o examinem.

Se as tabelas existentes são a base apropriada para avaliar a demanda das disponibilidades do pôrto, o problema consiste em determinar qual é realmente a demanda. Uma maneira de resolver este problema seria examinar a tabela de cada embarcador e procurar determinar exatamente quando seus navios chegam e partem do pôrto e o que estará carregando e descarregando. Esta solução no entanto seria muito cara e também resultaria em muitas inexactidões porque as tabelas de movimentos dos navios evidentemente não são seguidas rigidamente.

Pareceria portanto preferível examinar a política dos embarcadores em programar a entrada e a saída dos navios do pôrto, examinando um pôrto real e determinando a frequência das chegadas e partidas. O pôrto de São Francisco foi escolhido para este estudo, primeiramente porque, ademais de seu clima agradável, o pôrto é de tamanho médio e virtualmente não há variações de acôrdo com a época do ano. A idéia do cientista era que este estudo de um pôrto bastante simples formasse um "protótipo" para outros estudos de portos.

Os pesquisadores examinaram os registros passados de chegadas de navios ao pôrto de São Francisco e determinaram, por exemplo, que o número médio de navios que chegavam durante o dia em um dia de semana era 8 e que o número maior ou menor em tórno dessa média distribuía-se de acôrdo com o que é chamado uma "distribuição de Poisson". Este fato imediatamente sugeriu ao espírito do pesquisador que o pôrto poderia ser considerado sob o aspecto de um modelo de linha de espera, similar ao que foi anteriormente discutido com relação às chegadas de aviões e às chegadas de chamadas a uma estação central de uma companhia telefônica. As chegadas de clientes pedindo serviço não segue uma tabela determinada mas uma tabela de probabilidade e muito freqüentemente a relação de pro-

habilidade é do tipo de Poisson. Na distribuição de Poisson a maior parte das chegadas estão próximas da média ou na média, mas haverá dias em que ocorram em menor número do que a média e dias em que sejam muito maiores do que a média.

Uma vez que se comece a considerar o sistema como um sistema de linhas de espera, a questão natural é perguntar como se realiza o serviço. Ora o serviço de vapores em um porto consiste de uma turma de homens trabalhando num porão, carregando ou descarregando um navio por meio de lingas (pallets) que são transportadas por cima do bordo do navio por um guincho. Cada turma tem cerca de quatorze homens. A unidade de trabalho portanto é uma turma trabalhando durante um deslocamento (shift) de carga. Para descrever o serviço dos navios determina-se quantas turmas-manobras (gangs-shifts) estão empenhadas prestando serviço no navio durante a estadia no porto. Alguns navios requerem apenas uma ou duas turmas-manobras de cargas e outros requerem até 120. Evidentemente, os navios que requerem maiores números são mais importantes no sentido da descrição no modo como o porto opera, mas as demandas menores também devem ser consideradas em função de alocação de força de trabalho.

Aqui também a distribuição do esforço de serviço para cada navio seguiu muito de perto as linhas "clássicas" dos estudos telefônicos. Nos estudos telefônicos a companhia telefônica determina o tempo que leva para servir cada cliente quando faz uma chamada. Em alguns casos leva um tempo extremamente curto, porque o cliente sabia o número e o operador podia ligá-lo diretamente, enquanto em outros casos toma um tempo longo porque o cliente não tem certeza do número ou a ligação não pode ser feita prontamente.

No caso da carga e descarga de navios, porém, há uma explicação a mais. Os proprietários de navios não carregam e descarregam segundo uma taxa constante. Por várias razões, em uma manobra de deslocamento de cargas podem engajar seis ou sete turmas, enquanto em outras manobras, por exemplo a manobra noturna, engajarão somente três ou quatro, ou mesmo nenhuma. Por conseguinte, tem-se de determinar a estatística da carga e descarga dos navios de modo a ter uma noção sobre o tempo em que o navio permanecerá no porto e sobre a espécie de exigências que fará quanto ao fornecimento de trabalho.

Observe-se que nesta ilustração o grupo de pesquisas apoiou-se fortemente na experiência passada para determinar como o sistema funciona. Esta tática de sua parte deveria ser usada somente quando o grupo de pesquisas conclui que a política passada com efeito é parte do ambiente do sistema, isto é, parte do sistema que não é controlada pela pessoa que toma as decisões. Por exemplo, do ponto de vista do cientista seria de todo incorreto para uma companhia usar dados de vendas passadas como base para estimar a demanda de seus produtos no futuro, *a não ser que* a companhia tenha decidido por outras razões não modificar a demanda mediantes anúncios, preços ou melhoria técnica do produto. E' muito possível que o futuro não seja igual ao passado se a demanda pode ao menos em parte ser controlada pelos autores de decisões. Neste caso, contudo, a demanda não é controlada pelo candidato do cientista a autor de decisões e por conseguinte o uso da informação estatística passada é justificado.

Os pesquisadores chegaram então à seguinte descrição do porto. Poderiam predizer em termos de probabilidade as chegadas de navios nos dias de semana, domingos e feriados, etc. e poderiam pre-

dizer, com base numa probabilidade, quantas turnas um dado navio exigiria em cada movimentação da carga. Por conseguinte, poderiam predirer para qualquer dia dado o número de turnas que seriam requeridas para uma dada movimentação da carga.

Um aspecto final deve ser incluído: a disponibilidade de trabalho, fator que varia de trabalho a trabalho por causa de doenças, férias ou simplesmente dos desejos pessoais dos trabalhadores. Ainda uma vez, a estatística passada poderia ser usada para predirer a distribuição provável de turnas disponíveis para movimentações de cargas típicas (dias de semana na parte da manhã, na parte da tarde, domingos, feriados, etc.).

Com o fim de tornar tôdas essas previsões ajustáveis foi criada uma simulação num computador. Na simulação toma-se um número casual que determina quantos navios chegam, digamos, numa segunda-feira pela manhã. Para cada navio que chega determina-se, com base nas probabilidades, o número de turnas que o navio requererá e os modos em que estas exigências se distribuirão sobre os dias que o navio permanece no pórto. Outras complicações, como por exemplo a necessidade do navio entrar na doca seca, podem também ser incluídas na simulação.

A simulação também escolhe um número casual que diz quantos trabalhadores se apresentam na sala onde são contratados para o serviço e por conseguinte quantas manobras de trabalhos são executáveis. Em alguns dias simulados não há turnas suficientes para servir aos navios, e alguns navios terão de permanecer ociosos até as próximas ou subseqüentes manobras. Em outros dias não há trabalho suficiente para todos e os trabalhadores ficam parados. Assim, a simulação prediz os custos prováveis da escassez de braços (navios ociosos) e da escassez de trabalho (braços ociosos). Com efeito, o computador "representa" o modo de comporta-

mento do pórto. A grande vantagem da simulação sem dúvida é que agora pode-se começar a fazer modificações na simulação sem afetar em nada o sistema real e determinar assim como uma mudança de política, por exemplo o aumento de eficiência técnica na carga ou descarga, afetaria o pórto.

O próximo passo era ver se a simulação era realista ou não. Isto pode ser feito numa base grosseira determinando se aquilo que o simulador faz é semelhante ao que o sistema real faz relativamente à demanda de força de trabalho, chegadas e partidas de navios, etc. Digo que isso é um método grosseiro de avaliar a simulação, mas muitas vezes é de todo essencial. Às vezes os pesquisadores sem perceber colocarão na simulação várias condições que fazem o simulador "estourar". Nesse caso a explosão poderia significar que na simulação houve um número crescente de navios esperando para serem atendidos sem as turnas disponíveis para servi-los; a situação simulada ficaria pior cada vez mais, enquanto na realidade nada disso acontece no pórto de São Francisco, a menos que haja uma greve. Felizmente a simulação revela-se razoavelmente próxima da realidade.

Então aconteceu um fato que ajudou consideravelmente a equipe de pesquisa a aumentar sua confiança no simulador. Pouco depois de começar o estudo houve uma recessão econômica que deu em resultado a diminuição da quantidade de carga manejada pela indústria marítima em cerca de 10 a 15%. Por mais infeliz que a recessão possa ter sido do ponto de vista dos armadores, foi muito feliz do ponto de vista dos pesquisadores. A diminuição da movimentação da carga poderia ser considerada exatamente como se uma melhoria tecnológica de 10 a 15% tivesse ocorrido. Isto é, se os engenheiros industriais tivessem conseguido aumentar a eficiência da movimentação da carga isto teria então signifi-

cado que, digamos, 10 a 15% menos força de trabalho era exigida para movimentar a carga. Do ponto de vista do modelo a recessão econômica e a melhoria tecnológica portanto poderiam ser consideradas exatamente como a mesma espécie de fenômeno. Ora, o grupo de pesquisa poderia predizer por meio de seu simulador, mesmo sem levar em conta os efeitos da recessão econômica, como o porto operaria se a demanda de manobra da carga baixasse 10 a 15%. Isto poderia ser feito simplesmente variando algumas das condições da simulação, por exemplo diminuindo o número médio de turnas requeridas pelos navios quando estão no porto. Aqui mais uma vez a equipe de pesquisa teve sorte. A simulação veio a corresponder muito estreitamente às realidades da recessão econômica.

O leitor arguto reconhecerá que se a carga de trabalho cai 10% e todo o trabalho é finalmente realizado, o efeito sobre a força de trabalho é evidente: terá menos 10% de trabalho para fazer e não é preciso nenhum complicado simulador para nos dizer isso. Mas tinha algum interesse determinar os modelos prováveis de tempos ociosos e de tempos de espera; além do mais, se o sindicato se encolhe por motivo de atrito, qual será o tempo médio de espera? Finalmente se podemos avaliar a eficiência do sistema, como pode ser determinado o sistema ótimo? Estas são questões cujas respostas exigem a sutileza da simulação em um computador.

Além do esforço de simulação, o grupo de pesquisas julgou conveniente ver se era ou não possível criar um modelo matemático da operação do porto, usando algumas premissas simplificadoras. Isto é sempre uma excelente idéia quando a simulação é usada, porque 1) as simulações são caras e 2) é algumas vezes difícil interpretar todos os resultados fornecidos pelo computador. Sempre que possível é

conveniente um modelo matemático simplificado como apoio de uma simulação.

A lógica do modelo matemático é fácil de apreender e ilustra muito bem como os cientistas de administração pensam. Começa-se pensando em todos os navios que estão no porto no início de uma movimentação de carga. Cada navio deixará um resto de obra a ser feito antes de partir, quer carregamento, quer descarregamento. O trabalho a ser feito é medido em função de turnas-lingadas. Chamemos o trabalho total a ser feito W. Em São Francisco em um dia normal W pode ser às vezes igual a 350 turnas-lingadas. Evidentemente, só uma parte de W será realizada em cada lingada.

Antes da partida de um navio alguns navios chegaram cada qual carregando sua própria quantidade de trabalho a fazer. Estas chegadas acrescentam um certo valor a W — chamemo-lo A — de modo que o total de trabalho a fazer é agora W + A. Mas A não é constante pois em diferentes dias a quantidade de trabalho a ser feito pelas chegadas variará de acôrdo com uma distribuição de probabilidade. Assim W + A representa esta distribuição e pode ser determinado partindo dos dados passados por meio da análise estatística.

Agora o trasbordo começa e a força de trabalho entra em ação. A questão é saber quanto trabalho a ser feito — W + A — realizará. A resposta depende em parte da maneira como os armadores programam o trabalho e em parte da maneira em que os trabalhadores comparam ao salário dos sindicatos. Suponhamos então que quanto maior for W + A mais trabalho será feito no trasbordo seguinte. Esta suposição sugere ao estatístico que ele use os registros passados para avaliar o trabalho feito em uma movimentação de carga — chamemo-lo S — como função do total de trabalho a ser feito W + A. No final da movimentação da carga a quantidade to-

tal de trabalho restante a fazer é $W + A - S$; esta é também uma distribuição estatística, pois tanto A como S variam de dia para dia.

Ora, à maneira de Sisifo, começa-se tudo de novo na movimentação seguinte. Há $W + A - S$ trabalho para ser feito e uma nova chegada de trabalho e uma outra tentativa de reduzir o total. Reiterando os cálculos, podemos eliminar qualquer erro no W original e convergir para um estado constante a distribuição infinita do trabalho a ser feito. Esta descrição do estado constante habilita-nos a prever a probabilidade de navios à espera e de força de trabalho ociosa. Ainda mais, as mudanças no sistema do tipo descritas acima podem ser calculadas quanto aos efeitos sobre o tempo de espera e a força de trabalho ociosa. Observe-se que no modelo matemático os detalhes da alocação de trabalho em cada lingada foram eliminados pela média estatística; isto significa que o modelo é mais simples e por conseguinte é menos provável que faça previsões tão exatas. Mas a simulação e o modelo, juntamente, aumentam a confiança do cientista no seu método, desde que concordem essencialmente, como se deu nesta ilustração.

O grupo de pesquisas admitiu que os componentes do sistema eram as companhias, os membros registrados do sindicato, os trabalhadores ocasionais e o público. A simulação determina o que uma alteração tecnológica significará do ponto de vista de cada um desses componentes, predizendo como uma modificação tecnológica afetará seus objetivos.

Como as companhias e os sindicatos são unidades organizadas, mas os trabalhadores ocasionais não são, o grupo de pesquisas decidiu que seu esforço principal seria estudar o modo como uma melhoria tecnológica seria dividida entre as companhias e o trabalho organizado. O leitor verá imediatamente como esse tipo de descrição do sistema conduz ao

princípio do "enquadramento", que venho sempre acentuando. Se forem estabelecidos planos de procedimento para dividir os lucros da melhoria tecnológica entre unidades organizadas do sistema, obviamente os procedimentos mais amplos de outros portos e mesmo a indústria, que não se refere ao transporte, terão de ser tomados em consideração. Será isso uma maneira equitativa de distribuir os ganhos do processo tecnológico? Observe-se que o estudo do progresso tecnológico foi custeado pelo Governo dos Estados Unidos, o que significa foi custeado pelo público. Há portanto a questão razoável de saber se as vantagens resultantes da pesquisa tecnológica financiada pelo governo não deveriam ser distribuídas mais largamente pelo público, em vez de serem distribuídas diretamente às companhias e aos sindicatos. Há também a questão de saber se os trabalhadores avulsos, que se beneficiam da operação do porto, mas não são membros do sindicato, não deveriam ter também seus interesses representados na melhoria tecnológica.

Finalmente, como em todas essas histórias é interessante ver qual foi o resultado imediato. No progresso do estudo as companhias e os sindicatos chegaram a acôrdo sobre a maneira em que os progressos tecnológicos deveriam ser divididos. Uma das companhias tinha mesmo introduzido uma nova técnica de movimentar a carga e isto realizou a base do acôrdo com o sindicato. A base do acôrdo não diferia drasticamente da que era recomendada pelo grupo de pesquisa, mas certamente sofria de todas as dificuldades de justificação que já mencionei.

Nesta ilustração encontra-se o mesmo tema geral que percorrerá este livro, a saber que, de um lado, há maior enfoque sistêmico quando se considera o porto em totalidade do que quando se considera apenas a melhoria da eficiência na movimentação da carga, e por conseguinte há uma boa base para di-

zer que o enfoque sistêmico do cientista é razoável. De outro lado, há um nível mais alto relativamente ao qual a visão do grupo de pesquisa foi também confinada, a saber, a questão total da distribuição dos efeitos da melhoria tecnológica sobre a sociedade. Quem se beneficiará e como serão tratadas as desigualdades resultantes da mudança tecnológica?

Do ponto de vista do cientista de administração, no entanto, a crítica de seu trabalho não representa uma séria dificuldade; com o fim de proceder de maneira executável, diz êle, cada medida deve ser tomada por sua vez. Logo que é feita uma série de estudos do tipo há pouco ilustrado, encontramos em uma posição muito melhor para determinar os princípios que devem governar a utilização tecnológica por toda a nação e por todo mundo. Naturalmente, desejaremos continuar reexaminando esta pretensão do cientista de administração. Como disse antes, seria uma arrogância da parte dêle pedir que sejamos pacientes e esperemos até que tôdas as suas medidas tenham sido realizadas.

O estudo mostrou que um subsistema do sistema de transportes da nação, a saber, a carga e descarga de navios, é uma área executável de estudos por meio do enfoque sistêmico do cientista, desde que não se seja demasiado meticuloso a respeito das medidas de rendimento do sistema. Na verdade, êste estudo e outros similares tornaram-se protótipos para a descrição de terminais em outras áreas de transportes, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários, etc.

O estudo mostra também como os modelos e a simulação desempenham um papel no modo de pensar do cientista. A fim de examinar êste papel mais profundamente, voltamos para um tipo de modelo muito útil e importante.

5. ENTRADA-SAÍDA

Acabamos de examinar uma ilustração do cientista de administração atuando. Voltemos agora para o exame da lógica básica que usa, que êle chama um "modelo" do sistema. Um modelo para o cientista é uma maneira em que os processos do pensamento humano podem ser ampliados. Como veremos, êste método de ampliar e de fazer mais poderoso o processo de pensamento toma a forma de modelos que podem ser programados em computadores. Em nenhum momento porém o cientista pretende perder o controle da situação, simplesmente porque põe o computador a fazer para êle alguma parte do seu pensamento. Controla as suposições básicas: o computador deriva algumas das implicações mais ricas e mais complicadas.

Ilustrarei o processo de formação de modelos de uma certa maneira. Os cientistas da administração verificaram ser muito útil em certos casos pensar um sistema como uma espécie reconhecível de entidade na qual "entram" vários tipos de recursos (pessoas, dinheiro, etc.) e da qual sai alguma espécie de produto ou serviço. Quando pensamos nos sis-