

CAPITULO I

A PASSAGEM DA CIÊNCIA CLÁSSICA PARA A CONTEMPORÂNEA

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	26
A. A PASSAGEM DA CIÊNCIA CLÁSSICA PARA A CONTEMPORÂNEA	
1. O PARADIGMA DAS CIÊNCIAS.....	27
2. A CIÊNCIA CLÁSSICA E A MODERNA.....	31
2.1. Metamorfose da ciência.....	31
2.2. O projeto da ciência moderna.....	33
2.3. Reversibilidade e irreversibilidade.....	35
2.4. A irreversibilidade microscópica.....	38
2.5. Filosofia e ciência.....	40
3. CARACTERÍSTICAS DIFERENCIADORAS ENTRE OS PARADIGMAS DA CIÊNCIA CLÁSSICA E DA CONTEMPORÂNEA.....	43
4. A TRANSIÇÃO NO BRASIL DAS TEORIAS MARXISTAS PARA AS SISTÊMICAS.....	45
B. QUESTIONANDO A CAUSAÇÃO DETERMINISTA	
1. O DETERMINISMO E O INDETERMINISMO.....	49
2. ACASO E CAOS.....	54
2.1. O acaso.....	55
2.2. Probabilidades.....	56
2.3. O determinismo clássico.....	57
2.4. Dependência hipersensível das condições iniciais.....	59
3. O ACASO NA GENÉTICA.....	61
4. A CONTINGÊNCIA NA EVOLUÇÃO DAS ESPÉCIES.....	62
4.1. Diversidade e disparidade.....	63

4.2. Homologia e analogia.....	64
4.3. História e método científico.....	65
4.4. A contingência nos detalhes.....	66
5. O ATAQUE À CAUSAÇÃO SOCIAL.....	69
5.1. A superação da simplificação dos velhos axiomas causais	69
5.2. A insuficiência da análise causal tradicional.....	
70	
5.3. A transcendência do interacionismo do equilíbrio estático	73
5.4. O contraste da intenção com o quase estático do funcionalismo.....	.74
5.5. O modelo seletivo natural frente à autodireção.....	.75
 C. A ISOMORFIA	
1. A TEORIA GERAL DOS SISTEMAS DE BERTALANFFY.	76
1.1. Definição.....	76.
1.2. Objeto e Campo.....	.82
1.3. Metodologia.....	.83
1.4. Isomorfismo.....	.84
2. OS PROBLEMAS DA INTERDISCIPLINARIDADE, SGDO PIAGET.	.88
 D. A FUNDAMENTAÇÃO MULTIDISCIPLINAR DESTA TESE	
1. A METOLÓGICA.....	.95
2. A TEÓRICA.....	.98
2.1. Por que probabilidades e não certezas nas inferências?.	.99
2.2. A reflexão.....	.102
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS105

INTRODUÇÃO

Subdivide-se em blocos. Em cada um deles haverá uma colagem de pesquisa bibliográfica com acréscimos pessoais, não necessariamente críticos, pois pretende oferecer subsídios relevantes sobre a fundamentação teórica e metodológica da tese para melhor compreensão e interpretação dos resultados e comentários que surgirão no decorrer do texto. Sua finalidade geral é a do título. Suas finalidades específicas procuram justificar, por meio de autores consagrados: a- o novo paradigma que está sendo proposto nos meios científicos; b- a revisão necessária da causalidade determinista nas ciências sociais; c- a utilização da isomorfia; e, d- a fundamentação multidisciplinar do paradigma da ciência contemporânea nas investigações de totalidades socioculturais; e- a inclusão da reflexão coletiva dos sujeitos pesquisados, substituindo as costumeiras conclusões.

O primeiro bloco inclui Khun para a definição de paradigma da ciência e Prigogine e Stengers para delimitação da metamorfose que ocorre na passagem da ciência clássica para a contemporânea. É finalizado com o autor tecendo algumas considerações sobre como está se dando a transição no Brasil. No segundo questiona de frente a causalidade determinista com Bachelard e Ruelle e se especificará com o acaso na genética de Jackard, a contingência de Gould e o ataque à causalidade social de Buckley e outros. A preocupação no terceiro bloco é com a isomorfia de Bertalanffy nos sistemas e de Piaget na interdisciplinaridade. Por último, busca a fundamentação multidisciplinar metodológica e teórica desta tese com a utilização da isomorfia na transposição homológica de conceitos e princípios de várias ciências particulares para os sistemas socioculturais, como o escolar. Com esse posicionamento é requerida a reflexão dos coletivos envolvidos sobre os resultados. Por esse motivo os comentários, perguntas e/ou temas substituirão, no mais das vezes, às costumeiras conclusões ao final dos capítulos.

As anotações bibliográficas não atenderão, rigorosamente, às citações entre aspas, mas a trechos do mesmo assunto aproveitados pelo autor, para maior facilidade às recorrências e não perda do verdadeiro sentido do pensamento dos autores utilizados, uma vez que o que se busca, neste capítulo, repita-se, é respaldo para a nova teoria a ser desenvolvida e não a originalidade.

A. A PASSAGEM DA CIÊNCIA CLÁSSICA PARA A CONTEMPORÂNEA

1.0 PARADÍGMA DAS CIÊNCIAS

Na sua convivência com os cientistas sociais, Khun impressionou-se com os desacordos expressos entre os mesmos sobre a natureza dos métodos e problemas legítimos, o que o fez duvidar das respostas dos praticantes das ciências naturais que não evocam tais controvérsias. Ao procurar descobrir a fonte dessa diferença foi levado ao reconhecimento do papel na pesquisa científica do que passou a chamar de paradigma. Conceituou-o como “as realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência”. Admite que a distinção que faz entre os períodos pré e pós-paradigmáticos é muito esquemática, pois no primeiro acredita que as várias escolas tenham, em competição entre si, um paradigma e que no segundo podem coexistir dois paradigmas, pacificamente.

Para Khun, o conceito de ciência nos livros clássicos e manuais é enganoso, em vista do que procura “esboçar um conceito de ciência bastante diverso que pode emergir dos registros históricos da própria atividade de pesquisa”, o que não acontecerá “se continuarmos a procurar e perscrutar os dados históricos sobretudo para responder a questão posta pelo estereótipo ahistórico extraído dos textos científicos”. O historiador da ciência deve preocupar-se com duas tarefas principais: a primeira é determinar quando e por quem cada fato,

teoria ou lei científica contemporâneas foram descobertas ou inventadas e a segunda é descrever e explicar os amontoados de erros, mitos e superstições que inibiram a acumulação mais rápida dos elementos constituintes do moderno texto científico.

Afirma que a ciência inclui conjuntos de crenças e que a incompatibilidade entre tais conjuntos é uma questão de tempo, pelo que as teorias obsoletas não são científicas em princípio, simplesmente porque foram descartadas. A insuficiência das diretrizes metodológicas, por outro lado, impossibilita uma única conclusão substantiva para várias espécies de questões científicas e possibilita, mesmo no procedimento científico, de modo legítimo, a que um pesquisador chegue a uma dentre muitas conclusões incompatíveis, por sua experiência prévia em outras áreas, por acidentes de sua investigação e por sua própria formação individual. O que diferenciou as várias escolas nos primeiros estágios do desenvolvimento científico foi “a incomensurabilidade de suas maneiras de ver o mundo e nele praticar a ciência ... Um elemento aparentemente arbitrário, composto de acidentes pessoais históricos é sempre um ingrediente formador das crenças esposadas por uma comunidade científica numa determinada época”. Esse elemento impede que a observação e a experiência determinem um conjunto de semelhantes crenças admissíveis. Contudo, é importante no desenvolvimento científico porque, se de um lado leva a ciência normal a suprimir a novidade, a sua própria existência assegura que a novidade não seja suprimida até a ocorrência repetida da desorientação da ciência normal que força a comunidade a rejeitar a teoria científica anteriormente aceita em favor de uma outra que lhe é incompatível.

A ciência normal, que significa “a pesquisa firmemente baseada em uma ou mais realizações científicas passadas”, não se propõe a descobrir novidades no terreno dos fatos e da teoria. Contudo, descobertas surgem, inadvertidamente, e requerem, para a sua assimilação, a elaboração de um novo conjunto de regras. Não são eventos isolados, mas episódios prolongados de uma

estrutura complexa que reaparece regularmente e provoca a consciência de anomalia, a qual permanece até que a teoria do paradigma seja ajustada de tal forma que a anomalia se converta em o esperado. São exemplos os episódios provocados por Copérnico, Newton, Lavoisier e Einstein.

Os primeiros paradigmas universais aceitos são ainda muito recentes em áreas que não sejam a Matemática, Astronomia e Bioquímica, permanecendo “em aberto a questão a respeito de que áreas da ciência social já adquiriram tais paradigmas”. Na ausência de um paradigma todos os fatos pertinentes ao desenvolvimento de uma ciência têm a probabilidade de parecerem igualmente relevantes. Tais fatos, por sua vez, têm um corpo implícito de crenças metodológicas e teóricas interligados. Se não o tiverem, a sua ausência precisa ser superada externamente

talvez por uma metafísica em voga, por outra ciência ou por um acidente pessoal e histórico . Por isso que não é de se admirar interpretações diversas dos mesmos fenômenos que irão desaparecer em grande parte nas áreas da ciência. Tais divergências, em geral, desaparecem pelo triunfo de uma das escolas paradigmáticas, “a qual, devido as suas próprias crenças e preconceitos característicos, enfatizam apenas alguma parte especial do conjunto de informações demasiado numeroso e incoativo.

Quando é produzida uma síntese capaz de atrair a maioria dos praticantes da ciência da geração seguinte, as escolas mais antigas começam a desaparecer gradualmente e os que não aderem a ela simplesmente são excluídos da profissão e seus trabalhos são ignorados. Os que aderem não têm mais necessidade de tentar construir seu campo de estudos, começando pelos primeiros princípios e justificando o uso de cada conceito introduzido em suas publicações para se tornarem inteligíveis para o público de cultura geral. Isto está ocorrendo em várias áreas e pode “muito bem estar ocorrendo hoje em determinados setores das ciências sociais.

As características das descobertas das quais emergem novos tipos de fenômenos são

a consciência prévia da anomalia, a emergência gradual e simultânea de um reconhecimento tanto no plano conceitual como no plano de observação, bem assim a conseqüente mudança das categorias e procedimentos paradigmáticos - mudanças muitas vezes acompanhadas de resistência (Khun, 1989, p.13-41, *passim*).

O avanço no aumento do número de fenômenos ou explicações mais precisas de outros já conhecidos só é possível porque algumas crenças ou procedimentos anteriormente aceitos foram descartados e, simultaneamente, substituídos por outros. Os cientistas, mesmo quando se defrontam com anomalias prolongadas e graves, não renunciam ao paradigma que os conduziu à crise, i.é, não tratam as anomalias como contra-exemplos, mas concebem numerosas articulações e modificações “ad hoc” de sua teoria, a fim de eliminar qualquer conflito aparente. Foi o que aconteceu com o sistema ptolomáico na predição da disposição dos planetas: as explicações foram tantas que acabaram por mostrar a sua insuficiência.

Na aproximação da teoria aos fatos, os contra-exemplos que a negam, por vezes, são tratados na ciência normal como “quebra-cabeças” que supõem a validade do paradigma e devem a sua existência ao fato de que “nenhum paradigma aceito como base para a pesquisa científica resolve todos os seus problemas”. Assim, conforme o ângulo, uma crise pode ser vista como um “quebra-cabeça” e não como um “contra-exemplo”. Aquele supõe a validade do paradigma mas com dificuldades em sua adequação aos fatos, tendo em vista discrepâncias residuais na sua generalização, enquanto o “contra-exemplo”, na Filosofia da Ciência, é a anomalia que o nega. O reconhecimento explícito de fracasso do paradigma muito raro, provoca dois efeitos que parecem ser universais: seu obscurecimento e o relaxamento das regras que orientam a pesquisa normal.

A transição de um paradigma tradicional para outro novo não é um processo cumulativo, obtido através de uma articulação com o velho paradigma, mas “uma reconstrução da área de estudos a partir de novos

princípios”, reconstrução que altera algumas generalizações mais elementares, seus métodos e aplicações. Durante a transição haverá coincidência “entre os problemas que podem ser resolvidos pelo antigo paradigma e os que podem ser resolvidos pelo novo”. No esforço preparadigmático, o cientista, em crise, tentará gerar teorias especulativas que, se bem sucedidas, poderão abrir caminhos para um novo paradigma. Nesse afã, volta-se para a análise filosófica na busca de pressupostos para “enfraquecer o domínio de uma tradição sobre a mente e sugerir as bases para uma nova”.

“A proliferação de articulações concorrentes, a disposição de tentar qualquer coisa, a expressão de descontentamento explícito, o recurso à Filosofia e ao debate sobre os fundamentos, são sintomas de uma transição da pesquisa normal para a extraordinária” (Khun, 1989, p.80-132), a transição para um novo paradigma que é uma revolução científica.

2. A CIÊNCIA CLÁSSICA E A MODERNA

2.1. Metamorfose da ciência

A existência da ciência e do conteúdo das teorias científicas podem ter algo a ver com as relações que os homens mantêm com o mundo natural. A ciência faz parte do complexo de cultura em que os homens tentam encontrar uma forma de coerência intelectual que alimenta, em cada época, “a interpretação das teorias científicas, determina a ressonância que suscita, influencia as concepções que os cientistas fazem do balanço da sua ciência e das vias segundo as quais devem orientar sua investigação”.

A ciência clássica, que procurava reduzir o conjunto de processos naturais a um pequeno número de leis, foi abandonada, tomando seu lugar as ciências da natureza que descrevem “um universo fragmentado, rico de diversidades qualitativas e de surpresas potenciais”.

Como descrever com maior precisão essa ‘metamorfose’? É preciso, em primeiro lugar, considerar a que ponto o objeto das ciências da natureza se transformou. Não estamos mais no tempo em que os fenômenos imutáveis prendiam a atenção. Não são mais as situações estáveis e as permanências que nos interessam antes de tudo, mas as evoluções, as crises e as instabilidades. Já não queremos estudar apenas o que permanece, mas também o que se transforma, as perturbações geológicas e climáticas, a evolução das espécies, a gênese e as mutações das normas que interferem nos comportamentos sociais (Prigogine & Stengers, 1991, p.5).

A ciência oficial, que se associava a um complexo de noções como causalidade, legalidade, determinismo, mecanicismo e racionalidade, classificou como inadmissíveis à razão termos que lhe eram estranhos: a vida, a liberdade, a espontaneidade. Contudo, não pôde ficar insensível aos termos liberdade e atividade espontânea, que lhes abriu um novo espaço teórico, em que se afirmam diferenciações intrínsecas entre objetos físicos, entre sistemas conservativos e dissipativos.

Um dos pressupostos de que a ciência moderna se afasta atualmente em relação à ciência clássica é a aceitação por esta de que o microscópico é simples, regido por leis matemáticas “concebidas sobre o modelo geral das leis dinâmicas que descrevem o mundo em termos de trajetórias deterministas e reversíveis”, sem lugar para a liberdade ou a possibilidade de inovação.

Com o aparecimento da mecânica quântica descobrimos que “a irreversibilidade desempenha um papel construtivo na natureza, já que permite processos de organização espontânea”. A ciência dos processos irreversíveis reabilita a concepção de uma natureza criadora de estruturas ativas e proliferantes, sepultando “o mítico demônio onisciente, que se dizia capaz de calcular o futuro e o passado a partir de uma descrição instantânea”.

“Das duas herdeiras da ciência do calor, a ciência das conversões da energia e a ciência das máquinas térmicas - ambas concebidas ainda segundo o modelo clássico - nasceu a primeira ciência não clássica, a termodinâmica” que

introduziu a “flecha do tempo” e que seria seguida até à descoberta dos processos de organização espontânea e das estruturas dissipativas cuja gênese implica a associação indissolúvel do acaso e da necessidade. (Na terceira parte da obra, os autores tratam das ciências com enfoque na irreversibilidade como fonte de ordem, criadora de organização.)

A ciência clássica permitia algumas ilusões, em particular a descoberta do mundo a partir do ponto de vista exterior. As teorias fundamentais da atualidade se definem como obras de seres inscritos no mundo que elas exploram, abandonando a extraterritorialidade e se reconhecendo como parte integrante da cultura no seio da qual se desenvolve.

Uma das teses dos autores é afirmar a forte interação entre a cultura e a evolução conceptual da ciência no seio dessa cultura, reconhecendo, “ao mesmo tempo, a importância das preocupações culturais - tanto na concepção como na interpretação das teorias - e o caráter específico das coações, teóricas e técnicas, que determinam a fecundidade histórica dessas preocupações”.

A natureza à qual a nossa ciência se dirige hoje não é mais aquela que um tempo invariante e repetitivo chegava para descrevê-la, nem tampouco, aquela cuja evolução era definida por uma função monótona, crescente e decrescente. “Doravante exploramos uma natureza de evoluções múltiplas e divergentes que nos faz pensar não num tempo à custo dos outros mas na coexistência de tempos irredutivelmente diferentes e articulados”(Prigogine & Stengers, 1991, p.1-14, passim.), posições essas que afrontam a concepção de duração de Newton. Para Bergson a duração não decorre uniformemente, mas significa invenção, criação de forças, elaboração contínua do absolutamente novo. É o tempo que fala da aliança do homem com a natureza que ele descreve.

2.2. O projeto da ciência moderna

Galileu e seus sucessores pensaram a ciência como capaz de descobrir a verdade global da natureza. Para eles, isto é escrito numa linguagem

matemática decifrável pela experimentação e como essa linguagem é única, o mundo é homogêneo. Sua complexidade não é mais que aparente: “o diverso reduz-se à verdade única das leis matemáticas do movimento”. Uma natureza autômata e estúpida ordenada por um Deus relojoeiro.

A idéia de uma origem cristã da ciência ocidental interessou certos filósofos, como Alfred N. Whitehead, para quem “era preciso” um Deus legislador. Contudo, mesmo quando evoca a continuidade da idéia do legalismo universal realizado, necessariamente, pelo Império romano e pela Igreja cristã, do ponto de vista especulativo, não justifica que compreender a natureza é descobrir a sua lei matemática. Para os chineses, ao contrário, segundo Needham, “o cosmos é acordo espontâneo, a regularidade dos fenômenos não é devido a nenhuma autoridade exterior, mas nasce, na natureza, na sociedade e no céu, do próprio equilíbrio entre esses processos, estáveis, solidários que ressoam entre si numa harmonia que ninguém dirige”, não há uma identificação das leis da natureza com as leis de Deus.

O mundo natural aristotélico, sob uma concepção biológica - ordenado, harmonioso, hierárquico e racional - era um mundo demasiado autônomo, em que os seres eram poderosos e ativos em excesso e sua submissão ao Soberano absoluto permanecia suspeita e limitada. Por demasiado complexo e qualitativamente diferenciado para ser matematizável, não era aceitável nem para os teólogos e nem para os físicos. Satisfaziam a tais a natureza “mecanizada” da ciência, essencialmente estranha à liberdade e à finalidade do espírito humano e que não permite ao homem identificar-se, pela sua participação, à antiga harmonia das coisas. A partir daí o homem que descreve a natureza não pode pertencer-lhe, pois ela o domina do exterior.

Para Einstein a extrema nitidez, a clareza e a certeza não se obtém senão a expensas da integralidade, deixando de lado tudo o que é mais delicado e complexo. O processo de dedução pelo qual poder-se-ia encontrar a teoria de todos os fenômenos da natureza ultrapassa de longe a capacidade do

pensamento humano, por isso que se renuncia à integralidade da imagem física do mundo.

Estamos hoje num ponto de convergência, pelo menos parcial, das tentativas de abandonar o mito newtoniano sem renunciar a compreender a natureza. Iremos demonstrar que esta convergência esboça com clareza alguns temas fundamentais: trata-se do tempo, que a ciência clássica descreve como reversível, como ligado unicamente à medida do movimento ao qual ela reduz toda mudança; trata-se da atividade inovadora, que a ciência clássica nega, opondo-lhe o autômato determinista; trata-se da diversidade qualitativa sem a qual nem devenirs nem atividades são concebíveis, e que a ciência hodierna escapa ao mito newtoniano por haver concluído teoricamente pela impossibilidade de reduzir a natureza à simplicidade oculta de uma realidade governada por leis universais. A ciência de hoje não pode dar-se o direito de negar a pertinência e o interesse de outros pontos de vista e, em particular, de recusar compreender os das ciências humanas, da filosofia e da arte (Prigogine & Stengers, 1991, p. 41).

2.3. Reversibilidade e irreversibilidade

A reversibilidade da trajetória dinâmica acentua a equivalência entre causa e efeito, sendo ilustrada por uma bola perfeitamente elástica solta ao solo que é a encenação de uma propriedade matemática geral das equações dinâmicas:

a estrutura destas equações implica que, se as velocidades de todos os pontos de um sistema são invertidas de repente, tudo se passa como se o sistema ascendessem de novo no tempo. Com efeito, ela percorre em sentido inverso todos os estados pelos quais sua evolução anterior a fez passar. A dinâmica define como matematicamente equivalentes as transformações $t \rightarrow -t$ quer dizer, a inversão do sentido no decorrer do tempo, e $v \rightarrow -v$ inversão das velocidades. O que uma evolução dinâmica realizou pode uma outra evolução, definida pela inversão das velocidades, desfazê-lo, restaurando uma situação idêntica a situação inicial (Prigogine & Stengers, 1991, p.47).

Esta última propriedade da reversibilidade é contrariada com a mecânica quântica, para a qual “toda intervenção, manipulação e medida é, por essência, irreversível”. Assim, a ciência ativa se encontra, por definição, estranha

ao mundo que ela descreve. Ademais, deste último ponto de vista, a reversibilidade pode ser tomada como símbolo da estranheza do mundo descrito pela dinâmica, pois torna possíveis as evoluções mostradas por um filme rodado no sentido inverso em que um fósforo é reconstituído por sua chama etc.

À lei geral do movimento dinâmico opõe-se, ainda, o caráter aleatório atribuído às colisões entre átomos. Já os filósofos haviam admitido que cada processo natural, em termos de movimento e colisões de átomos pode ser objeto de explicações múltiplas, todas diferentes e plausíveis o que pouco importa aos atomistas cujo fim é mostrar a inutilidade do recurso ao sobrenatural e “descrever um mundo sem deus nem normas, um mundo onde o homem é livre, sem ter que esperar castigo ou recompensa de qualquer ordem, divina ou natural”. Mas, que relação há entre esse mundo instável dos átomos e o mundo imutável da dinâmica, regido por uma fórmula matemática única, verdade eterna se desdobrando num devenir tautológico? Para a ciência moderna a explicação dada pelos atomistas não pode bastar-lhe, pois é de uma ciência de intervenção e previsão, para a qual a lei matemática é importante. Para esta “a natureza será sujeita a leis, submissa e previsível, e não caótica, irregular, estocástica”.

Desde o século XVIII, a disputa originada no contraste entre o determinismo legal e o acontecimento aleatório se instalara. Os físicos sabiam desde então que a descrição dinâmica infinitesimal não considerava o processo de colisão, única fonte da mudança de movimento inteligível para eles. Sabiam também que, havendo choque, contato brusco entre corpos de velocidades diferentes, há movimento que se perde e daí concluíam que, nesses casos não ideais, a energia não se conserva. “Era, portanto, impossível, tanto aos atomistas como aos engenheiros preocupados com o rendimento, ver na dinâmica outra coisa que não fosse uma idealização, um modelo parcial expresso numa linguagem coerente”.

Para a descrição de trajetórias deterministas, reversíveis, - a dinâmica newtoniana continua no centro da física, apesar de sabermos agora que

“a natureza nem sempre é conforme a ela mesma” e que “no domínio do microscópico, as leis da mecânica quântica substituem as da mecânica clássica”.

Pelo princípio da conservação da energia (soma das energias potencial e cinética), no mundo idealizado, sem choque e sem atrito, o rendimento da máquina é igual a 1 - ela limita-se a transmitir a integralidade do movimento que recebe. É o que acontece com as máquinas simples (roldanas, alavancas, guinchos etc), caso em que uma relação global de equivalência entre causa e efeito é fácil de estabelecer. Mas, quando se trata de um sistema de corpos em interação, “a equivalência reversível entre causa produtora e efeito produzido é menos fácil de visualizar; as distâncias entre as massas do sistema, e portanto, as forças de interação entre essas massas, e por conseguinte a aceleração de cada ponto do sistema, variam a cada momento. A aceleração em cada ponto, como a variação de energia potencial provocada por essa aceleração, são função, a cada instante, do estado global do sistema. Desse ponto de vista local, a trajetória seguida por cada ponto reflete e exprime a evolução global do sistema. Assim, a conservação da energia, a energia cinética compensando a potencial, em sistemas, é estabelecida a nível global.

Pela definição da equivalência causa/efeito, que manifesta com evidência o caráter estático e determinista de toda descrição por trajetórias dinâmicas, “tudo é dado”. Nada mais pode “acontecer”, nenhuma interação pode perturbar o movimento pseudo-inercial. Não só o sistema mas cada um de seus constituintes repete um estado inicial, do qual não podem esquecer o menor detalhe.

Na linguagem que até aqui a física tem emprestado à natureza, na sua definição do mundo natural, o homem é excluído. Isto se explica facilmente. Em seus primórdios o diálogo experimental só podia colocar questões elementares de objetos numa simplicidade muito particular, enquanto “o homem, seja ele o que for, é produto de processos físico-químicos complexos e também indissociavelmente produto numa história, a do seu próprio desenvolvimento, mas

igualmente a da sua espécie, de suas sociedades entre as outras sociedades naturais, animais e vegetais”. Complexidade e história são ausentes do mundo contemplado por Laplace, cuja natureza, concebida pela dinâmica clássica, é amnésica, desprovida de história, e inteiramente determinada pelo seu passado; é uma natureza indiferente, para a qual todo estado se equivale, uma natureza sem relevo, plana e homogênea, o pesadelo de uma insignificância universal.

O mundo de Laplace, como aquele a que Einstein aspirava, é simples e límpido, sem sombra, sem obscuridade, que se apresenta como totalmente independente da atividade experimental, da escolha dos pontos de vista e da seleção das propriedades pertinentes: o homem, na qualidade de habitante, participando num devenir natural, é nele inconcebível; como experimentador ativo, que escolhe, manipula, apresenta, comunica, discute e critica seus resultados, desapareceu igualmente, foi absorvido até não ser mais do que um ponto: a consciência conhecedora que contempla um mundo entregue e sem mistério. Mas esse ponto, por sua vez, é um resíduo de uma opacidade total. Ele está na obscuridade impenetrável que constitui o correlato lógico dum mundo totalmente iluminado porque não tem relevo, ponto fora do mundo, fonte incognoscível de luz.(Prigogine & Stengers, 1991, p,48 - 62, passim.)

2.4. A irreversibilidade microscópica

Depois de Boltzmann sabemos que irreversibilidade e probabilidade são noções estreitamente ligadas. Também sabemos que, na mecânica quântica, a noção de probabilidade é essencial.

Ao brincarmos com uma moeda ora ela cai de um lado ora ela cai do outro e nenhum dos lados tem a mesma probabilidade. A moeda se aplicam as leis da mecânica, mas o resultado é probabilístico e não determinístico. Como conciliar isso? Poderia depender da precisão, com que se prevê as condições iniciais.

Se posso efetivamente impor condições iniciais suficientemente exatas para prever o resultado do jogo, posso concluir que o resultado é determinístico, e o emprego

das probabilidades derivaria, neste contexto, da minha ignorância relativa das condições iniciais (...). Mas, a ignorância é a única fonte da surpresa? Não: existem sistemas dinâmicos tais que nenhum conhecimento finito das condições iniciais permite prever o resultado do jogo. Para essa espécie de sistema basta alguma mudança infinitesimal da condição inicial para que outro evento se produza. Prigogine cita exemplos de matemática e conclui que “na predição do comportamento dos sistemas instáveis, não é nossa falta de conhecimento que está em jogo, mas a natureza dinâmica do sistema. É a instabilidade dinâmica que estará na origem das noções de probabilidade e de irreversibilidade.

Ilustra o conceito de sistema instável com o exemplo da transformação do retângulo de massa pelo padeiro. A transformação decorrente de ele dobrar várias vezes a massa. Seja qual for a proximidade dos pontos ou áreas de partida, depois de qualquer iteração de tal transformação, podem encontrar-se separados: o que é próprio dos sistemas fortemente instáveis. Essa transformação o autor a demonstra por desenvolvimento binário de números e conclui: “E, por isso, finalmente, a descrição dinâmica clássica, ligada ao conceito de trajetória (já que uma trajetória é a passagem de um ponto a outro) perdeu-se definitivamente”.

Como não é possível ao físico conhecer o universo de modo absoluto, o determinismo está derrotado. Refere-se, em seguida às constantes universais, como a da velocidade máxima da luz no vácuo. “A existência da velocidade máxima de propagação da luz implica uma ruptura com o determinismo”, pois não tenho um meio mais rápido de saber o que está a suceder, uma vez que, na relatividade, controlo apenas o meu passado e o passado de todos aqueles que estão no meu “como passado”.

Na concepção clássica, o determinismo era fundamental e a probabilidade era uma aproximação da descrição determinista, derivada da nossa informação imperfeita. Hoje é o contrário: as estruturas da natureza obrigam-nos a introduzir as probabilidades independentemente da informação que possuímos. A descrição determinista não se aplica de fato a não ser a situações simples, idealizadas, que não são representativas da realidade física que nos rodeia.” (Prigogine & Stengers, 1991, p.43-9, passim.)

2.5. Filosofia e ciência

A ruptura da ciência com o pensamento filosófico provoca no seio da cultura filosófica a ruptura entre reducionismo e antirreducionismo.

Um exemplo eminente de pensamento filosófico à procura duma coerência nova, contra o reducionismo científico é a filosofia hegeliana que “integra a natureza, ordenada em níveis de complexidade crescente, num quadro de transformação mundial do espírito. O reino da natureza acaba-se com o espírito conscientizado de si - o homem”. Nega, tal filosofia hegeliana da natureza sistematizada, a ciência newtoniana, em especial a diferença quantitativa entre o comportamento simples descrito pela mecânica e a dos seres mais complexos. Opõe às idéias de redução, de que as diferenças são apenas aparentes, da homogeneidade da natureza, “a idéia duma hierarquia no seio da qual cada nível está condicionado pelo que o precede, que ultrapassa e de que nega as limitações, para condicionar, por sua vez, o nível seguinte que manifestará de maneira mais adequada, menos limitada, o espírito operando a natureza”. Hegel sabia que essa idéia devia fundamentar-se contra a ciência matemática da natureza. Tentava limitar esta, mostrando que as possibilidades de matematizar os comportamentos físicos se restringem aos mais triviais desses comportamentos e não atribuem à matéria senão propriedades exclusivamente espaço-temporais. “Um tijolo não mata um homem por ser um tijolo, mas produz esse resultado somente em virtude da velocidade que adquiriu; quer isso dizer que o homem é morto pelo espaço e pelo tempo”, ou seja pela energia cinética que define massa e velocidade como intercambiáveis: para o mesmo efeito, pode diminuir-se uma se aumentar a outra. É essa condição da matematização, o caráter intercambiável, que para Hegel desaparece quando se ultrapassa a esfera mecânica para uma esfera superior, em que o comportamento da matéria torna-se cada vez mais específico. O tijolo, por exemplo, já não será uma massa em movimento, mas um corpo dotado de propriedades de densidade, de condutibilidade térmica, de resistência.

O sistema hegeliano constitui uma resposta filosófica extremamente exigente e rigorosamente articulada ao problema crucial posto pelo tempo e pela complexidade, mas encarna, aos olhos de gerações de cientistas, o objeto por excelência de repulsão e irrisão em parte pela completa obscuridade da maioria de suas referências científicas embasadas em hipóteses de sua época que cairiam no esquecimento com rapidez, em parte porque o momento era ruim, pois proliferavam as teorias que pareciam incompatíveis com a ciência newtoniana e com a matematização. “Em particular, a descoberta da conservação da energia unificou aquilo cuja heterogeneidade racional Hegel quisera enfatizar”.

No fim do século XIX, Bergson volta-se de novo para a intuição, mas bem diferente da dos românticos, uma intuição da qual dirá expressamente que não pode produzir nenhum sistema, mas resultados sempre parciais, não generalizáveis e expressíveis com infinita prudência. Generalizar e atingir conhecimentos aos quais possam aplicar-se regras é, doravante, apanágio da inteligência produto da ciência.

A análise bergsoniana leva à crítica de que a inteligência humana não pode compreender a duração, que ela reduz a uma sucessão de estados instantâneos ligados por uma lei de evolução determinista. Quando se trata de compreender a própria duração, a ciência é impotente, é preciso intuição, “visão direta do espírito pelo espírito”; “a mudança pura, a duração real, é coisa espiritual, ou impregnada de espiritualidade. A intuição é o que atinge o espírito, a duração, a mudança pura”.

Poderá falar-se de malogro bergsoniano? Sim, no sentido de que a metafísica fundada sobre a intuição que Bergson desejava criar, não nasceu. O balanço crítico que faz da ciência clássica deve ser apresentado como um programa que as metamorfoses atuais da ciência começam a realizar. “Mas não chegamos a esta conclusão por abandono do procedimento científico ou do pensamento abstrato, mas pela descoberta das limitações intrínsecas dos conceitos utilizados pela ciência clássica”. Segundo Bergson, desde o momento em que os

físicos e os matemáticos invertem a direção habitual do pensamento e deixam de descrever o “já feito”, passando para “o que se faz”, as exigências da intuição, e não o entendimento, estiveram na raiz do mais poderoso método de investigação de que o espírito humano dispõe.

Será ainda possível uma filosofia da natureza que não se constitua contra uma ciência cujas possibilidades de invenção ela nega e cujos limites pretende definir de vez? Maurice Maereau-Ponty sublinhou a gravidade das conseqüências da repartição estéril que deixaria a natureza à ciência, enquanto que a filosofia reservaria para si a subjetividade humana e a história. Ele via na cosmologia de Whitehead uma tentativa importante no campo então abandonado da filosofia da natureza.

A cosmologia de Whitehead não via nenhuma oposição essencial entre ciência e filosofia.

Segundo ele, trata-se de definir o campo problemático no interior do qual a questão da experiência humana e dos processos físicos poderia ser posta com coerência, de determinar as condições adequadas a tornar solúvel o problema; trata-se de formular o conjunto mínimo de princípios necessários para caracterizar toda existência física, desde a pedra até o pensador. E é precisamente pelo alcance universal da sua cosmologia que Whitehead a define como filosófica. Enquanto cada teoria científica seleciona e abstrai na complexidade do mundo um conjunto particular de relações, a filosofia, por sua vez, não pode privilegiar nenhuma região da experiência humana, mas deve construir, por uma experimentação da imaginação, uma coerência que dê lugar a todas as dimensões dessa experiência, dependam elas da física, da fisiologia, da psicologia, da biologia, da ética, da estética, etc.

Mais claramente que qualquer outro, Whitehead havia compreendido que nunca o devir criativo da natureza, i.é, o fato último e irreduzível que toda existência física pressupõe, poderia ser pensado se os elementos que compõem essa natureza fossem definidos como entidades individuais permanentes, mantendo-se na sua identidade através das mudanças e interações. Não se trata de tornar a permanência ilusória e negar o ser em nome do

devenir, mas “em pensar as coisas como processos, pensar o devenir como constitutivo de entidades identificáveis, individuais, que crescem e morrem”. Ele mostrará “a solidariedade entre uma filosofia da relação - nenhum elemento da natureza é suporte permanente de relações mutáveis, nenhum tira a sua identidade de suas relações com os outros - e uma filosofia do devenir inovador - cada ser existente unifica no processo da sua gênese a multiplicidade que constitui o mundo, acrescentando a essa multiplicidade um conjunto suplementar de relações. No nascimento de cada entidade nova ‘The many become one and are increased by one’ (o múltiplo torna-se um e acrescenta um)”.

Todavia, no momento em que Whitehead escrevia, estava ainda muito distante da física a idéia de partículas elementares instáveis cuja existência física implica a duração irreversível.

Para que tenha fim essa oposição entre filosofia e ciência, bem como entre ciência e cultura

é preciso que tenha fim o reinado da abstração que leva a condensar o objeto em face do sujeito. (...). Negar o tempo, isto é, reduzi-lo ao desenvolvimento determinista duma lei reversível, é renunciar à possibilidade de uma concepção da natureza que a define como capaz de produzir os seres vivos e, singularmente, o homem; portanto, condenar-se à alternativa entre uma filosofia anticientífica e uma ciência alienante” (Prigogine & Stengers, 1991, p.72-9, passim.).

3. CARACTERÍSTICAS DIFERENCIADORAS ENTRE OS PARADÍGMAS DA CIÊNCIA CLÁSSICA E DA CONTEMPORÂNEA

Com a leitura de S.Maser(1975) e Otaviano Pereira(1985) foi montado o quadro-síntese seguinte, que dispensa comentários:

Quadro 1- Características diferenciadoras entre os paradigmas da ciência clássica e da contemporânea

CLÁSSICA	CONTEMPORÂNEA
Segundo Maser	
<ul style="list-style-type: none"> • 1.Princípio da Determinação e Precisão dos enunciados: V ou F (permanentemente); • 2.Desenha uma compreensão estática e fechada do mundo; • 3.Da experimentação surge a certeza dos resultados; • 4.Busca uma classificação hierárquica dos objetos por uma diferenciação imobilizadora sem considerar a totalidade no aprofundamento gênero → espécie; geral→ especial, etc. • 5.Considera o ser imutável como categoria básica: conservadorismo; (um valor é permanente) • 6.Amplia a distância entre a teoria e a prática pelo caráter genérico de suas leis (macroscópica); 	<ul style="list-style-type: none"> • 1.Princípio da indeterminação e da imprecisão dos enunciados; admite o meio termo: V ou F (provisoriamente); • 2.Desenha uma compreensão dinâmica e aberta do mundo; • 3.Da experimentação surge a probabilidade dos resultados; • 4.A classificação parte da indiferenciação dos objetos e a classificação é flexível, porquanto admite o princípio da primazia em uma totalidade no aprofundamento do gênero -->espécie; • 5.Considera o vir a ser em uma transformação constante: progressismo, evolucionismo; • 6.aproxima a teoria e a prática pelo caráter específico de suas leis (microscópica);

CLÁSSICA	CONTEMPORÂNEA
Segundo Otaviano Pereira	
<ul style="list-style-type: none"> • 1.Qualitativa (dos atributos) • 2.Apresenta um cunho metafísico do conhecimento de causas (o que é a essência do ser); • 3.Volta-se para a busca da causa com cunho metafísico (das causas primeiras do ser) • 4.Antropocêntrica - gira em torno do homem; • 5.Prende-se à relação determinista, causa -> efeito: variando a causa variará o efeito com certeza ou para cada efeito atua uma causa. 	<ul style="list-style-type: none"> • 1.Quantitativa (do processo); • 2.Observa a relação entre as coisas e seres que interagem no processo de uma totalidade real • 3.Busca das leis a partir de uma linguagem simbólica e matematizada (por isso aplicável em vários campos científicos); • 4.Excêntrica- não gira em torno de algo exterior a si mesma; • 5.Prende-se na relação causa-efeito, a relatividade dos dados: multiplicidade de causas e de efeitos. Trata a causalidade como categoria superior ao determinismo

4. A TRANSIÇÃO NO BRASIL DAS TEORIAS MARXISTAS PARA AS SISTÊMICAS

Faz-se necessária, antes de mais nada, uma indagação: a bibliografia acessível consultada possibilita o delineamento de paradigmas que orientam teorias da Organização Escolar? Rigorosamente, não. Contudo, oferecem sintomas suficientemente evidentes de que há, no mínimo, duas comunidades científicas que se filiam, distintamente, a dois paradigmas: o das teorias dos sistemas e o das teorias que se reúnem sob o marxismo. Ambas apresentam as duas características essenciais requeridas por Khun, ou sejam:: "foram suficientemente sem precedentes para atrair um grupo duradouro de partidários, afastando-os de outras formas de atividade científica dissimilares e simultaneamente, suas realizações eram suficientemente abertas para deixar toda a espécie de problemas para serem resolvidos pelo grupo redefinido de praticantes

da ciência" (Khun,1989, p.30). Todavia trazem em suas manifestações brasileiras as conseqüências de um transplante cultural e de uma extrapolação de generalizações sem preocupações com redefinições, atropelando as etapas que a evolução histórica exige no seu plano objetivo de realização. Ambas passam pelos efeitos maléficos da sofreguidão com que se apegam os incautos à novidade em seu campo profissional, do que resultam interpretações apressadas e díspares, nos próprios âmbitos das mesmas, de fenômenos que, com o aprofundamento do conhecimento de seus enunciados, serão rejeitadas, posteriormente. Não que se esteja negando o caráter paradigmático das teorias mencionadas, o que se ressalta é que chegaram até aqui com os ruídos próprios de um processo de comunicação com canais de longo percurso, de variedade exígua e seccionados a ponto de distorcer muito da essencialidade de suas mensagens. Em outras palavras: os referidos paradigmas aportaram por essas plagas já muito interpretados subjetivamente por praticantes de outros contextos, o que leva seus seguidores a algumas desarticulações entre seus postulados. Assim, qualquer análise crítica, para melhor entender as teorias que deles derivam, tem que recorrer às obras matrizes, para captação de seus conteúdos.

Persiste nos autores, exceptuando os pesquisadores no seu geral e um ou outro autor mais sério, que se voltam para os assuntos de Educação e alguns poucos para a Supervisão Escolar, um espírito não-científico. Basta, para a sua grande maioria, estarem na moda e aparecerem como atualizados, além da submissão às exigências das editoras que colocam o interesse mercantil capitalista como finalidade. Desta forma, a terminologia, e não os fundamentos básicos e enunciados principais na objetivação da realidade, é o que interessa. Palavras novas, expressando as mesmas idéias antigas, buscadas no bojo das novas teorias vão das grandes capitais dos estados brasileiros, tidas como de vanguarda, para as outras capitais menos expressivas e cidades do interior, onde são repetidas pelos discípulos ou admiradores mais crédulos ou ingênuos. O emprego indiscriminado das mesmas denunciam impropriedades de suas acepções e para deixar bem marcado o seu posicionamento são utilizados sinônimos para expressarem a mesma realidade, como são os casos de totalidade, sistema, conjunto, todo; interdependência, pareamento, articulação, coerência, contextura; parcelamento, seccionamento, especialização, compartimentalização, fragmentação; patamares, instâncias; autodireção, auto-regulação, autodeterminação, democracia. A isso se

acrescenta a banalização de outras, como "objetivo", "repensar", "passa por ..." etc.

As publicações que se referem às teorias dos sistemas e/ou à Cibernética, à Dialética ou às teorias marxistas não deixam perceber que são complementares umas às outras, pois se assim fossem tratadas, levantariam problemas de totalidades para manter, substituir ou reajustar meios e fins, bem como as relações meios/fins, pela participação de seus componentes humanos nas decisões. Não foram "beber água na fonte", optando, muitos, por ficarem na periferia e satisfazerem-se com os aspectos mais facilmente vislumbráveis à distância e retoricamente tratáveis. Poucos são os que exploram variantes de seus paradigmas, tratados estes, muitas vezes, como bandeiras de luta ou eslôgans para consumo de suas obras, em vista do que dão a todos os fatos que exploram a mesma relevância com a agravante de algumas obras apenas trazerem resumos de teorias ou citações pinçadas. Assim, são ignorados os contra-exemplos porque lhes faltam o rigor científico e nem mesmo os "quebra-cabeças" surgem, porque não buscam soluções, uma vez que levantam problemas velhos que permaneceram insolúveis durante as trajetórias das teorias tratadas isoladamente. Basta-lhes a crítica fácil, resultante da comparação do real com o ideal. Essa não percepção da complementaridade, deve-se à carência de consciência sobre a tendência atual da transcendência das ciências, da teoria geral dos sistemas ou do todo, para a qual não há os limites tão marcantes que lhes emprestaram os positivistas entre as ciências Humanas e nem entre estas e as Naturais, o que, por outro lado, tem muito da responsabilidade do parque editorial que não tem interesse em difundir-la, uma vez que acarretaria muitos prejuízos financeiros com os custos de novos direitos autorais e novas montagens de livros. A reimpressão é mais barata, portanto dá mais lucro.

Entre os pesquisadores, por sua vez, não se encontra ao que Buckley (1976, p.102 et ss.) chama de ataque ao problema da causalidade na teoria social pela metodologia desenvolvida nas pesquisas dos sistemas adaptativos, complexos e intencionais, controlados pela realimentação, positiva ou negativa. O determinismo tradicional da causalidade apropria-se das investigações quase que com exclusividade, sem considerar a teleologia das "causae finalis", substituindo-a pela ideologia. Em consequência a autodireção, auto-regulação ou autodeterminação e o poder de decisão do ser humano como modelo de sua

própria evolução sociocultural são desprezados, sob o fundamento de que confundem a metodologia das ciências humanas com a das empíricas. Confirmam pelo lado negativo a contraposição que von Bertalanffy (1975) promove entre as metodologias utilizadas pelo enfoque tradicional e pelo contemporâneo. Com essa orientação, a escola não é parte de uma concreticidade na acepção de Kosik (1976, p.35), mas fechada em si mesma e por si mesma agência reprodutora das diferenças sociais, com precárias condições para decidir sobre as suas metas e projetos. Tudo já está traçado ou pelos órgãos centrais nas teorias sistêmicas ou pela classe dominante no marxismo.

Não se encontra o que Khun chama de "coincidência entre os problemas que podem ser resolvidos pelo antigo paradigma e os que podem ser resolvidos pelo novo"(Khun, 1989, p.116), mas os mesmos problemas, agravados alguns, resistindo insolúveis às duas abordagens que em grande extensão são correlatas, o que é denunciado pelo uso de palavras sinônimas em conformidade com a linha pelo qual são investigados. Só recentemente, concomitantemente à queda do muro de Berlim e ao desmantelamento da URSS, é que se iniciam os debates sobre os fundamentos dessas correntes em virtude de manifestações que lhes são contrárias. Com isso as teorias especulativas que não se acrescentam à ciência estão cedendo espaço para as descobertas que vêm desnudando as suas anomalias, em ambas as linhas, pois inicia-se um período de transição, anunciado, não pelos livros, mas por revistas e mídia impressa no geral e teses acadêmicas. E, ao que parece, não de um para outro paradigma porque a Educação, como área das Ciências Humanas, pela sua instabilidade e mutabilidade, não se submete com facilidade às regras e padrões de um paradigma, senão artificial e temporariamente, por influência de modismos. Ela é uma síntese, como são sínteses as ações humanas conscientes dos vários paradigmas que se confrontam em uma dada época e contexto. Rejeita transplantes ou extrapolações fáceis, muito mais as apressadas, o que está induzindo os seus pensadores à interdisciplinaridade e/ou multidisciplinaridade. Assim, os pesquisadores avançam para as teorias dos sistemas cibernéticos com movimentos dialéticos, com o resgate do que de mais avançado tem a Cibernética para as Ciências Humanas, em especial o Controle como "feedback", e com o ressurgimento da Dialética de Hegel aceita por Engel (1979) como materialista com suas raízes na Maiêutica de Sócrates. Uma metodologia que tem a teleologia como vetora e o processo

decisório coletivo como modelo de evolução já dá sinais de prevalência em alguns centros de pesquisa e isto é muito importante para a investigação multifaceta no tratamento da ação humana para se chegar a níveis de qualidade assimilável ou possível, como se queira. Mais célere não tem sido essa transição, por causa do algum conservadorismo infiltrado nos órgãos de fomento à pesquisa, que teima em permanecer no paradigma da ciência clássica.

Seria um paradigma o que estaria surgindo ou apenas um referencial teórico? Eis, aí, um tema de investigação instigante.

B. QUESTIONANDO A CAUSAÇÃO DETERMINISTA

1. O DETERMINISMO E O INDETERMINISMO

Segundo Bachelard(1986), para se delinear a história do Determinismo é necessário retomar a história da Astronomia. Encontrar-se-á, então, uma filosofia do Céu estrelado, em que o movimento regular dos astros regula o Destino, sendo fatal em nossa vida o fato de uma estrela nos dominar e nos arrastar. Nesse determinismo absoluto, no entretanto, não se encontram a diversidade e a mobilidade demasiado manifestas do fenômeno terrestre. Esta origem astronômica do determinismo explica a longa negligência dos filósofos pelos problemas relativos às perturbações, aos erros, às incertezas no estudo dos fenômenos físicos, o que fundamentará tardiamente o Indeterminismo. O desprezo pelas desigualdades, contudo, se por um lado não deu precisão às medidas astronômicas, por outro lado possibilitou a descoberta das leis que regulam o mundo. “O determinismo só podia impor-se por intermédio de uma matemática verdadeiramente elementar”, fundamentado em observação mais ou menos exata acompanhada de uma previsão mais ou menos precisa e apoiada numa hierarquia dos caracteres, em que os caracteres secundários eram eliminados. É esta hierarquia que dá impressão de rigor ao determinismo, escreve Bachelard.

A intuição das formas simples inspira a concepção matemática do Mundo e resiste à idéia de deformação dos corpos celestes e à idéia da

perturbação das trajetórias, melhor entendidas desde que a psicologia do determinismo foi compreendida como esforços para se racionalizar o real. Assim sendo, pode-se dizer que a observação imediata não descobre o determinismo, sem antes ser retificada pela experimentação. Pelo determinismo uma experiência é conduzida de um nó ao nó seguinte, de uma causa bem definida para um efeito bem definido, sem considerar a sua evolução, a sua história nos intervalos entre os nós. Vê a duração como uniforme e sem influência no resultado. Assim procedendo, toma a duração como insignificante e isto significa uma escolha, o que possibilita a afirmação de que não há determinismo sem escolha. “No fundo, o espírito científico não consiste tanto em observar o determinismo dos fenômenos como em determinar os fenômenos, em tomar as precauções para que o fenômeno definido previamente se produza sem excessivas deformações”.

Este espírito de simplificação afasta a explicação da descrição e coloca o determinismo como um postulado do mecanicismo, no qual para que tudo seja determinado no fenômeno é preciso que tudo nele seja redutível às propriedades mecânicas. Se a explicação fosse colocada como base da fenomenologia dar-se-ia conta de que o determinismo só explica o fenômeno nos limites precários da explicação mecânica, da mecânica clássica elementar, em que se pode afirmar que o estado do Universo num dado momento determina completamente a sua evolução ulterior, sem considerar que o tempo é inseparável do espaço. A consideração tridimensional do espaço/tempo, da teoria da relatividade, todavia, leva a admitir que o estado do Universo numa secção dada pode arrastar consigo variações enormes de uma segunda secção próxima dela, sem que isso seja observável. Isto permite a conclusão de que a causa nem sempre é definível matematicamente: é um estado escolhido entre outros estados possíveis.

São visíveis outras simplificações arbitrárias. Historicamente a mecânica se apresentou como a mecânica do sólido. Só tardiamente é que se refere à mecânica dos fluidos. Os fenômenos da hidrodinâmica, por exemplo, perturbam

as intuições fundamentais do determinismo. Ao se tomar a deformação da coisa líquida pelo movimento, este e a coisa interferem simultaneamente, o que divide o determinismo e o torna ambíguo.

Em resumo, todas as observações gerais tendem a provar que:

- a) a psicologia do determinismo é feita de verdadeiras restrições experimentais;
- b) o determinismo parte de escolhas e de abstrações e que, pouco a pouco, se torna numa verdadeira técnica;
- c) o determinismo científico prova-se com base:
 - em fenômenos simplificados e solidificados: o “causalismo” é confundido com o “coisismo”;
 - em uma mecânica mutilada, entregue à análise incorreta do espaço/tempo (tridimensional);
 - em fenômenos hierarquizados, elevando variáveis particulares; e
 - em corpos purificados na ciência química.

Isto dá um caráter técnico ao determinismo científico. “A verdadeira ordem da Natureza é a ordem que nós pomos tecnicamente na Natureza”.

Quando se faz um balanço daquilo que é necessário para que um fenômeno pareça determinado, precisando os elementos da descrição que valem para a previsão, dá-se conta de que a causalidade e o determinismo não são sinônimos. O princípio da causalidade é a categoria fundamental do pensamento objetivo, ao qual se subordina. “Da causa ao efeito, há uma ligação que, até certo ponto, subsiste a despeito das alterações parciais da causa e do efeito. A causalidade é portanto muito mais geral do que o determinismo”(Bachelard, 1986, p.74-78, passim.). A confusão constante entre o determinismo e a causalidade pode ser explicada pelo determinismo topológico (a topologia investiga as propriedades das configurações que permanecem invariáveis nas transformações) que corresponderia a ligações funcionais e que operaria na transformação em

conjuntos gerais. Não se importaria com a quantidade quando a qualidade se mantém manifesta e mesmo com o conjunto das qualidades quando certas qualidades permanecem características, pois a análise causal funda-se numa hierarquia evidente das qualidades.

Ademais, o sábio nem sempre mede. Ele estabelece uma correspondência de sinal a sinal com maior freqüência do que na ligação de número a número, com isso dá lugar para o determinismo topológico que mostra que um fenômeno não se altera com uma pequena variação dos seus traços.

Diante desse quadro como poderia aparecer o indeterminismo no campo científico? As primeiras teses indeterministas a considerar são as que formam a base da teoria cinética dos gases. Na opinião de Bachelard essa teoria realiza uma transcendência da qualidade, no sentido de que uma qualidade que não pertence aos componentes pertence, no entanto, ao composto desses componentes, ao seu conjunto. Isto significa que o objeto individual é indeterminado e a sua classe é determinada, o que consiste em um paradoxo que pode ser atenuado pela lógica da probabilidade.

A teoria cinética dos gases parte de um fenômeno elementar indefinível, indeterminável, i.é, de uma independência absoluta de seus fenômenos elementares. Sob esse conceito é que se fundamenta o cálculo das probabilidades: independência absoluta dos elementos de base de um fenômeno, representada pela pluralidade de choques entre as moléculas de um gás. Isto é a assunção das leis do acaso, das ligações probabilísticas sem ligação real que caracteriza o pensamento contemporâneo que, apesar de suas bases incertas, já realizou construções notáveis.

Probabilidade não é sinônimo de ignorância, pelo fato daquela se apoiar na ignorância das causas. Se eu ignorar o lugar onde está um elétron e cada lugar ser igualmente provável para ele, e realizar um número muito elevado de observações terei a garantia de que os resultados serão distribuídos em todo o espaço. Probabilidade também não deve ser confundida com irreal, pois “o tempo

encarrega-se de realizar o provável, de tornar efetiva a probabilidade” se meditar sobre o princípio probabilístico de Bergmann: “o acontecimento que possui a maior probabilidade matemática acontecerá na natureza com uma frequência maior correspondente”.

Hans Reichenbach apontou as relações exatas da idéia de causa e da idéia de probabilidade. Ele mostra a impossibilidade de, em um cálculo de previsão, ter em conta todas as condições. Assim, toda a aplicação ao real das leis causais implica uma consideração de probabilidade. Propõe a substituição do enunciado causal tradicional pelos dois seguintes”:

I- Se se descreve um fenômeno por meio de um certo número de parâmetros, o estado ulterior, igualmente definido com um número de parâmetros bem determinado, pode ser previsto com uma probabilidade.

II- Essa probabilidade E aproxima-se da unidade à medida que vai aumentando o número de parâmetros tidos em conta.

Para o autor, isto quer dizer que, se se pudesse ter em conta todos os parâmetros, o fenômeno produzido é inteiramente predeterminado. Raciocinando-se assim passa-se o limite como o fazem, sem precaução, todos os filósofos deterministas, que não perguntam a si mesmos se todas as condições são enumeráveis. A previsão sem a enumeração de todas as condições é feita com apoio em alguns parâmetros característicos e por isso só se exprime de um modo probabilístico. É o próprio Reichenbach que põe a objeção de que “a probabilidade de toda a espécie de fenômeno tenha necessariamente uma convergência para a unidade”.

Seu segundo postulado também encontra negação nas observações de Heisenberg que estabelece uma indeterminação objetiva. Até então, os erros sobre as variáveis independentes eram postulados como independentes. Cada variável podia ser estudada cada vez mais separadamente, com o experimentador sentindo-se capaz de isolar as variáveis, de aperfeiçoar sua

observação individual tendo como obstáculo apenas a insuficiência dos próprios meios de medida. Com o princípio de incerteza de Heisenger admite-se que não há método de observação sem ação do método sobre o objeto observado, o que ficou relevantemente demonstrado em microfísica.

Chester T. Ruddick analisa as condições filosóficas da individuação estatística. Para ele, os objetos de uma lei estatística podem ser dados por um método de individuação, cujo único traço distintivo pode ser o fato de pertencer a um certo grupo;

podem ser átomos de hidrogênio ou homens, mas não este átomo de hidrogênio ou este homem. Só se distinguem dos objetos exteriores ao seu grupo, não se distinguem dos objetos interiores. A lei é estabelecida com base na suposição de que um membro do grupo é tão próprio como qualquer outro para satisfazer certas condições. Todos os caracteres individualizantes são apagados pela introdução do indivíduo no grupo. A sua definição como indivíduo é uma definição como membro de um grupo.

Numerosos são os físicos modernos que sublinharam esta perda súbita da individualidade, renunciando à noção de objeto, de coisa, pelo menos num estudo do mundo atômico, em que “A individualidade é um apanágio da complexidade, e um corpúsculo isolado é demasiado simples para ser dotado de individualidade”. Na sua designação é preciso substituir o artigo definido pelo indefinido e limitar-se a uma compreensão consumada no que tem de elementar, em relação precisamente à sua extensão bem definida. Doravante atinge-se o real por pertencer a uma classe, ao nível da qual será necessário procurar as propriedades do real. (Bachelard, 1986, p.85-91, passim.)

2. ACASO E CAOS

Apesar das leis deterministas da física, Ruelle acredita ser possível o surgimento do acaso na descrição do Universo, mas com limites muito

estreitos para as possibilidades de predição do futuro. Propõe-se a apresentar aspectos do acaso e dos problemas de predição, bem como a discussão com alguma minúcia das idéias modernas do acaso.

2.1. O acaso

Não abandonaremos a busca filosófica que deu origem a ciência, mas mantê-la no centro das coisas com a utilização de técnicas novas. Será feito um passeio pelos resultados científicos do século XX, guiado pelo acaso.

A exploração científica do acaso começou por vários cientistas pela análise dos jogos ditos de azar que, por sua vez, deu lugar ao cálculo das probabilidades.

Um fato central do cálculo das probabilidades é que, se jogarmos cara ou coroa um grande número de vezes, a proporção das caras (ou das coroas) torna-se próxima de 50%. Assim, a partir de uma incerteza total quanto ao resultado de um lance de moeda, chegamos a uma certeza quase completa a respeito de uma longa série de lances. Esta passagem da incerteza à quase certeza, que se produz se observarmos longas séries de acontecimentos, ou grandes sistemas, é um tema essencial no estudo do acaso.

Num litro de ar há um número indizível de moléculas indo em todos os sentidos em grande velocidade e se chocando em grande desordem. “Essa desordem, a que chamaram caos molecular, é afinal de contas muito acaso num pequeno volume”. A quantidade de acaso pôde ser medida pela mecânica estatística de Boltzman e Gibbs, a partir de 1900, pela entropia.

O que é “por acaso” não é carente de significação. A teoria da informação de Shannon, ao final dos anos 40, permite medir a informação contida em mensagens que em princípio têm uma significação. A informação média de uma mensagem se define como igual à quantidade de acaso contida dentro da variedade das mensagens possíveis. Assim, a teoria da informação trata, como a

mecânica estatística, de medir quantidades de acaso. O autor refere-se à presença de acaso na criação e transmissão de mensagens genéticas, mas antes de investigar isso, diz preferir discutir problemas suscitados pela mecânica estatística e pela teoria da informação para tentar “compreender um pouco a espantosa relação triangular entre a estranheza das matemáticas, a estranheza do mundo físico e a estranheza da nossa própria mente humana” (Ruelle, 1991, p. 13-15, *passim*).

2.2. Probabilidades

“A interpretação científica do acaso começa pela introdução das probabilidades”.

A probabilidade *zero* corresponde a um acontecimento impossível.

A probabilidade *um* corresponde a um acontecimento certo.

A probabilidade *nem zero e nem um* corresponde a uma acontecimento incerto, mas em relação ao qual a ignorância não é total.

O êxito do que realizamos depende de circunstâncias, das quais algumas são certas e outras aleatórias. Para avaliar corretamente estas últimas é importante edificar uma teoria física das probabilidades para poder compará-la com a realidade para não nos enredarmos em inextricáveis paradoxos. A probabilidade de uma moeda cair cara é de 0,5, mas se ela é falsa não cairá. Em que momento a moeda decide cair cara ou coroa? Para o determinismo clássico “o estado do Universo num instante determina seu estado em qualquer instante superior, portanto esse instante foi determinado no momento da criação do Universo”.

Há que se considerar, contudo, a intervenção da inteligência humana (ex. dos maias com o planeta Vênus e sacrifícios de seres humanos) que pode introduzir correlações entre “acontecimentos” que em princípio nada têm a ver uns com os outros. Os físicos, por terem um conhecimentos muito minucioso do Universo são capazes de saber quais acontecimentos são realmente independentes, como por exemplo, sabem que a velocidade de uma reação

química não pode ser influenciada pela fase da Lua, mas pode sê-lo pelas impurezas.

As correlações entre acontecimentos diferentes não são impossíveis, desde que se faça intervir um agente inteligente, como os antigos deuses, demônios ou duendes que a ciência destruiu. É impossível uma correlação entre ser de Leão e ter sorte no jogo, mas o que dizer da sorte no amor? Aqui, a intervenção não é só possível como certa, pois o fato de acreditarmos que temos “sorte no amor” aumenta a nossa confiança e, portanto, de fato, a nossa sorte.(Ruelle, 1991, p.25-34, *passim*.)

2.3. O determinismo clássico

A passagem do tempo e o acaso são dois aspectos essenciais de nossa percepção do mundo. Como se articulam? Ao lançar uma moeda ao ar, em que momento ela decide cair cara ou coroa? A resposta pela teoria que descreve o acaso é a teoria física das probabilidades. Quanto à descrição do tempo há pelo menos duas delas diferentes: a mecânica clássica e a mecânica quântica.

Tanto uma como outra têm a ambição de dizer como evolui o Universo ao longo do tempo: desde o movimento dos planetas ao redor do Sol até o movimento dos elétrons ao redor do núcleo de um átomo. Se a mecânica clássica é adequada para os grandes objetos, é inadequada no nível do átomo e deve ser substituída pela quântica. Esta, portanto, é mais correta. De resto, nem uma e nem outra se aplicam aos objetos cuja velocidade está próxima da velocidade da luz.

Entre outras coisas a mecânica clássica pretende descrever a evolução temporal dos sistemas físicos. Foi Newton o primeiro a compreendê-la e, em outras palavras, diremos que “o estado de um sistema num dado instante é o conjunto das posições e das velocidades dos pontos materiais que constituem o sistema”. Assim é preciso que se dêem as posições e as velocidades dos pontos do objeto; conhecendo-se as posições e as velocidades de um sistema num instante dado (arbitrário) - a que chamaremos de ponto inicial - poderemos deduzir o seu

estado em qualquer outro instante, considerando o conceito de forças que agem sobre o sistema que “são a cada instante determinadas pelo estado do sistema nesse instante”, como por exemplo a força da atração gravitacional entre dois corpos celestes que é inversamente proporcional ao quadrado de sua distância. Mas, Newton também admitiu que tais forças provocam uma variação do estado de um sistema ao longo do tempo. Essa teoria chocou muito os seus contemporâneos, como Descartes que julgava absurda e irracional a idéia de “forças à distância”: ele queria uma explicação mecanicista. Contudo, ela fornece uma imagem completamente determinista do mundo, que suscita diversas questões, como por exemplo o lugar que reserva ao livre arbítrio do homem e ao acaso.

O determinismo laplaciano não reserva nenhum lugar ao acaso. Se lançar uma moeda ao ar, as leis da mecânica clássica determinam em princípio, com certeza, se ela cairá cara ou coroa. Como o acaso e as probabilidades, na prática, desempenham um papel importante em nossa compreensão da natureza podemos ser tentados a rejeitar o determinismo, mas veremos que o dilema acaso/determinismo é amplamente falso. Em primeiro lugar, não há incompatibilidade lógica entre ambos, já que um sistema em seu estado inicial nunca é conhecido com uma precisão perfeita e sempre se admite um pouquinho de acaso que, num momento ulterior pode proporcionar muito acaso (ou muita indeterminação).

Na controvérsia com Prigogine, Thom afirma que, “já que a natureza da ciência é formular leis, todo estudo científico da evolução do Universo desembocará, necessariamente, numa formulação determinista”. Observemos que talvez não se trate do determinismo de Laplace, mas de leis “deterministas” que governem a evolução de distribuições de probabilidades. Em suma, o que ele nos diz é que não poderemos resolver o problema do livre arbítrio pela escolha de uma ou outra mecânica: a clássica ou a quântica.

Na predestinação teológica o que se opõe ao livre arbítrio não é a mecânica, e sim a onisciência e a onipotência de Deus.

“Minhas próprias idéias sobre o livre arbítrio estão ligadas a problemas de calculabilidade. A predição precisa do futuro do sistema deve requer um enorme poder de cálculo que ultrapassa as possibilidades de um preditor, portanto, não podemos controlar o futuro. “Em suma, o que explica nosso livre arbítrio e faz dele uma noção útil é a complexidade do Universo ou, mais precisamente, nossa própria complexidade”(Ruelle, 1991, p.41-6, passim.)

2.4. Dependência hipersensível das condições iniciais

Lembra a história do inventor do xadrez que pedira ao rei que, em recompensa, dobrasse a cada casa o número de grãos de arroz, começando com um. Uma quantidade cresce exponencialmente quando dobra ao cabo de certo tempo e depois dobra de novo e assim por diante.

Ao contrário do que se pensa, muitos sistemas físicos dependem da maneira hipersensível das condições iniciais, quaisquer que sejam essas condições iniciais.

Dá exemplo de uma bola de bilhar real e outra imaginária e afirma: "Se observarmos simultaneamente o movimento de uma bola real e de uma bola imaginária com condições ligeiramente diferentes, as trajetórias das duas bolas que de início estavam muito próximas, começarão a divergir cada vez mais rapidamente uma da outra(...). Temos aos mesmo tempo determinismo e imprevisibilidade a longo prazo"(Ruelle, 1995. P.63) Chama a discussão sobre as bolas de discussão heurística, isto é, que tornou as coisas plausíveis, mas não deu a verdadeira explicação. Neste exemplo se se modificar a condição inicial, substituindo a posição e a velocidade reais da bola por posição e velocidade imaginárias ligeiramente diferentes, as trajetórias das duas bolas que de início estavam muito próximas, começarão a divergir cada vez mais rapidamente uma da outra:" é o que chamamos dependência hipersensível relativamente às condições

iniciais”. Apesar do movimento da bola depender da condição inicial, estamos fundamentalmente limitados na predição de sua trajetória. “Temos ao mesmo tempo determinismo e impreditibilidade a longo prazo. De fato, nosso conhecimento da condição inicial está sempre afetado por certa imprecisão: não somos capazes de distinguir a condição inicial real de inúmeras condições iniciais imaginárias que estão próximas a ela”. Se não somos capazes de prever o movimento de uma bola de bilhar, o que dizer de outros? O movimento dos planetas é previsível a séculos, mas as previsões sobre a meteorologia são limitadas, enquanto que sobre a sorte dos impérios chegamos a conclusões favoráveis à impreditibilidade.

Há diversas possibilidades de resposta para as perguntas se a dependência hipersensível das condições iniciais é exceção ou regra para os sistemas dinâmicos e se a evolução temporal é ou não preditível a longo prazo.

Em certos casos como o de um pêndulo com atrito, não há dependência, no caso do bilhar há, finalmente muitos sistemas dinâmicos têm um comportamento misto, em que a predição a longo prazo é possível para certas condições iniciais, mas não para outras.

Numa rápida visão histórica sobre o problema, nossos antepassados já haviam descoberto que o futuro é difícil de prever e que pequenas causas podiam ter grandes efeitos. O novo, é a demonstração feita pelo matemático francês J.Hadamard (séc.XIX), de que uma pequena mudança na condição inicial do sistema leva habitualmente a uma mudança tal da evolução ulterior do sistema que as predições a longo prazo se tornam completamente vãs.

Pierre Duhem, em 1906, publicou uma obra explicando que o cálculo de uma trajetória sobre o bilhar de Hadamard é “para sempre inutilizável” porque uma pequena incerteza, necessariamente presente na condição inicial, dá lugar a uma grande incerteza sobre a trajetória calculada e se esperarmos por um tempo suficientemente longo torna sem valor a predição.

Para Henri Poincaré, o acaso e o determinismo se tornam compatíveis mediante a imprevisibilidade a longo prazo, assim se exprimindo: “Uma causa muito pequena, que nos escapa, determina um efeito considerável que não podemos deixar de ver, e então dizemos que esse efeito se deve ao acaso”. Como acreditava no determinismo clássico, Poincaré queria descobrir qual a origem do acaso. “Em outras palavras, ele viu vários mecanismos pelos quais a descrição determinista clássica do mundo poderia dar lugar, naturalmente, a uma idealização probabilista”, sendo um deles a dependência hipersensível das condições iniciais. Examina sobre isso dois exemplos: o de um gás e a meteorologia.

O que impressiona é o caráter moderno das idéias de Poincaré e o longo intervalo de tempo que as separa do estudo moderno, assim como dos outros cientistas estudados. Há duas razões: a primeira delas é a mecânica quântica que faz com que o acaso intervenha de maneira nova e intrínseca; a outra é que aquelas idéias vieram muito cedo.

Em nota após este capítulo Ruelle relata dois casos. O primeiro: os sistemas com muitos estados de equilíbrio como do pêndulo magnético. Trata-se de um pequeno ímã suspenso por uma haste rígida acima de vários outros ímãs. Em oscilação, é difícil prever em que posição de equilíbrio irá se deter. O outro é uma observação de Poincaré: o acaso resulta de nossa falta de controle muscular. No jogo de cara ou coroa, uma pessoa bem treinada pode obter resultados decididos de antemão. (Ruelle, 1991, p.61-67, passim.)

3. O ACASO NA GENÉTICA

Guitta Pessis-Pasternak, em sua obra "Do caos à inteligência artificial"(1991) faz três citações iniciais, duas das quais são destacáveis: de A.Jacquard “A nossa riqueza coletiva é constituída por nossa diversidade, o outro, indivíduo ou sociedade, é precioso para nós na medida em que é diferente

de nós.” De Saint-Exupéry:” Se difiro de ti, longe de te fazer mal, torno-te maior”(Saint-Exupery, 1991, p.144).

O acaso na genética é estudado por Jackard considerando que o determinismo laplaciano foi abandonado pelos físicos com o surgimento da mecânica quântica, o mesmo se dando com a genética em relação à teoria de Mendel. “Se os pais simbolizam o presente, as crianças não são contudo determináveis a partir deles. Se conheço tudo de mim e de minha parceira, não sei praticamente nada das crianças que teremos”(Attali, 1991, p.144). Há uma superabundância de possíveis, mas somente um se realizará e nada sabemos sobre “aquele” que fez essa escolha. Diante disso é reconfortante para nós chamarmos de “acaso” o sujeito ignorado dessa escolha.

Na definição do acaso existem duas versões: a do “acaso essencial” em que se concebe o Universo como intrinsecamente indeciso e o acaso derivado da nossa incapacidade de compreender o determinismo existente no Universo. Admite-se, nesse caso, que sendo o real tão complexo, seria preciso raciocinar como se o acaso estivesse presente.

Jackard contraria a equivalência entre a noção de “gene” e a de “programa”, afirmando que “o gene não é mais do que uma reunião passiva de moléculas químicas, que reagirá frente a outros produtos químicos do meio exterior”. É um erro “personalizar” o gene atribuindo-lhe um destino e uma vontade próprios, e de acreditar que ele impõe, através do programa que carrega consigo, tal ou tal comportamento complexo”. Admite que na espécie há uma relativa invariância, mas no indivíduo há uma “fabulosa variabilidade” derivada de uma “interação” (e não de uma soma) de tal forma complexa entre o adquirido e o inato, que um “gene” pode ser favorável em um meio e desfavorável em outro. “Nem os genes nem o meio possuem qualidades próprias, tudo depende de sua interação” do que se pode inferir a interferência do acaso.

Prognostica a necessidade de revisão do neodarwinismo que elaborou uma síntese entre a visão darwiniana e a visão mendeliana, pois nele não

foi previsto o “ poliformismo, ou seja, a extrema diversidade de todas as populações.” Quando se observa uma característica, percebe-se que genes bem diferentes correspondem a ela, i.é, a ‘uniformização genética’ prevista pela maioria dos modelos não se produziu.” Com isso são forjadas novas teorias. Para uma delas “o ator essencial da evolução passa a ser então o acaso, a seleção natural só intervindo como um fator secundário”. Outras dão à seleção natural o papel essencial e constataam que “as transformações do patrimônio genético resultam da interação de séries causais independentes, o que é uma outra maneira de introduzir o acaso na explicação da evolução” (Jackard, 1991, p.144-52).

4. A CONTINGÊNCIA NA EVOLUÇÃO DAS ESPÉCIES

A partir da descoberta de fósseis nas montanhas da Colúmbia Britânica, Stephen Jay Gould redescreve a evolução das espécies introduzindo o conceito de contingência que nesta tese será utilizado, por isomorfia, nos movimentos de redução e proliferação das organizações socioculturais. Antes, todavia, é necessário o confinamento de alguns outros conceitos para torná-lo mais inteligível, ao final.

4.1. Diversidade e disparidade.

Entre outros significados Gould aceita o termo *diversidade* com o sentido de diferença entre as espécies, restringindo, portanto, a sua acepção ao número de espécies. *Disparidade* é empregado para designar a diferença entre os traçados ou "designs" anatômicos, portanto, à genealogia. "Utilizando esta terminologia, podemos reconhecer um fato fundamental e surpreendente na história da vida - acentuada dizimação da disparidade seguida de um notável aumento de diversidade entre os poucos "designs" sobreviventes", diz ele. Refere-se, em outras palavras, à dizimação do número de traçados anatômicos e não do

número de espécies, do que se conclui que o crescimento do número de espécies deve ter ocorrido no âmbito de um número reduzido de "designs" anatômicos. Afirma, outrossim, que "a estereotipia ou concentração da maioria das espécies nuns poucos planos anatômicos é uma característica fundamental das atuais formas de vida..." e consequência da dizimação, entendida esta como "extinção aleatória", i.é, ao acaso, em que pese a complexidade anatômica e a capacidade competitiva dos sobreviventes (Gould, 1990, p.49-50, passim.).

Estabelece como regra geral, como propriedade dos sistemas, a disparidade seguida de dizimação e contrapõe-se às iconografias do cone da complexidade crescente e dos mais competentes da escada para o progresso. Para ele a seleção natural de Darwin "apenas explica como os organismos respondem de forma adaptativa às mudanças nos ambientes locais e vão se modificando ao longo do tempo", não se referindo ao aperfeiçoamento das formas de vida. Afirma, ainda, que "a evolução é uma dialética do interior com o exterior e não um quadro em que a ecologia empurra uma estrutura maleável em direção a um conjunto de posições adaptativas num mundo bem azeitado".

4.2. Homologia e analogia.

As inferências evolutivas e genealógicas baseiam-se no estudo e no significado de semelhanças e diferenças. As similaridades, porém, assumem diferentes formas, algumas das quais podem levar a inferências enganosas. Para que isso não ocorra, Gould faz uma "rígida distinção entre similaridades devidas simplesmente à herança de características presentes em ancestrais comuns e semelhanças originadas através da evolução independente de estruturas anatômicas que desempenham a mesma função". Classifica de homologia a primeira espécie de similaridade e cita como exemplo o mesmo número de vértebras nos mamíferos. A analogia é uma similaridade embasada na evolução de forma independente, embora com características anatômicas semelhantes, como as

asas das aves e dos morcegos. Os ancestrais desses dois grupos não possuem asas e o morcego é mamífero e não ave. Na analogia, portanto, não há herança genealógica. Não é diferente o uso de tais termos feito, anteriormente, por Darwin em sua obra *Origem das Espécies*(s.d.).

Faz uma segunda distinção entre as próprias estruturas homólogas: a homologia de característica compartilhada-e-derivada (restrita) e a homologia de característica compartilhada-mas-primitiva (excessivamente ampla). Cita como exemplo os pelos e a coluna vertebral nos ratos e nos seres humanos. A presença dos pelos denuncia uma característica compartilhada-e-derivada restrita aos mamíferos entre os vertebrados. A coluna vertebral é compartilhada-mas-primitiva, presente no ancestral comum de todos os vertebrados terrestres e não apenas nos mamíferos - uma característica bastante ampla, portanto (Gould, 1990, p.243-97).

4.3. História e método científico

Gould não acredita "no velho mito de que os cientistas são modelos de objetividade isenta de preconceitos, igualmente abertos a todas as possibilidades e chegando às suas conclusões apenas através do peso dos indícios e dos argumentos lógicos", mas não se deixa levar para o extremo oposto de que "os indícios objetivos não desempenham nenhum papel, de que as percepções da verdade são inteiramente relativas e de que as conclusões científicas são apenas uma outra modalidade de preferência estética". Para ele "a ciência, tal como é praticada, constitui-se num diálogo entre dados e idéias preconcebidas"(Gould, 1990, p.281).

Mais à frente critica os procedimentos incapazes de abarcarem toda a variedade existente na natureza, como a cosmologia, a geologia e a evolução entre outras, as quais precisam ser estudadas com ferramentas proporcionadas pela história. Nesses casos "os métodos apropriados concentram-se na narrativa e não nos experimentos", uma vez que as técnicas de laboratório

partem do pressuposto de que todas as épocas podem ser simuladas e tratadas da mesma forma nos experimentos, enquanto na verdade são um complexo conjunto de eventos que concorre para assegurar um determinado resultado. Tais eventos ocorrem no âmbito dos detalhes contingentes pelas leis da probabilidade e têm o caráter irreversível do transcurso do tempo. Não violam, no entretanto, nenhum princípio geral acerca da matéria e dos movimentos, contudo, não podem ser repetidos. A contingência não o permite.

"As ciências históricas utilizam um tipo diferente de explicação, baseada na comparação e na riqueza de dados provenientes da observação". Embora não possam observar os eventos ocorridos no passado, o autor admite que não é a observação direta que caracteriza a firmeza de todas as ciências, mas uma verificabilidade confiável.

Refere-se a Wiliiam Whewell como introdutor da palavra "consiliência" para designar a confiança que se adquire quando muitas fontes independentes "concorrem" para sugerir um determinado padrão histórico. "Ele deu o nome de consiliência de indução à estratégia de coordenar resultados díspares provenientes de múltiplas fontes". Afirma que Darwin investigou uma variedade de métodos para entender a história, mas seu principal argumento apoia-se na consiliência ao descrever a seleção natural.

Para Gould as implicações históricas são narrativas de etapas em sucessão. Um evento E ocorre, não por acaso, mas em consequência de etapas anteriores. Houvesse qualquer alteração em uma ou mais etapas ocorreria o evento E', o que caracteriza o princípio central de toda a história - a contingência (Gould, 1990, p.324-7, passim.).

4.4. A contingência nos detalhes

Ao contrapor-se às iconografias do cone e da escada que possibilitam a previsibilidade na evolução, Gould não vai ao oposto - o acaso. Nem se coloca na posição intermediária - a *causa medianitas*, aristotélica. Propõe

uma terceira alternativa, fora dessa linha, pela qual os resultados finais não podem ser previstos no início do processo, porque qualquer acontecimento, casual ou não, no seu decorrer, mesmo aparentemente sem importância na ocasião, desvia-o da trilha original. "Esta terceira alternativa é nada mais nada menos do que a essência da história. Seu nome é contingência ..." (Gould, 1990, p.52)

Sustenta que um conjunto de explicações históricas, bem documentado e que não se manifesta como consequência dedutível de alguma lei da natureza e nem é previsível a partir de alguma propriedade geral ou abstrata de um sistema mais amplo, tem o mesmo *status* de uma conclusão científica convencional. Como argumento, alinha três razões básicas:

1- *Uma questão de confiabilidade*, pela documentação dos indícios e a plausibilidade da verdade.

2- *Uma questão de importância*. As explicações historicamente contingentes dificilmente podem ser negadas. "Se a presente ordem taxonômica e a relativa diversidade da vida forem mais uma consequência da 'simples história' do que uma dedução em potencial a partir dos princípios gerais da evolução, podemos então concluir que o padrão básico da natureza é determinado pela contingência."

3- *Um problema psicológico*. "Nós somos tocados de uma maneira especial por eventos que não tinham necessariamente de acontecer mas que, em virtude de causas identificáveis sujeitas a infinitas trapalhadas e atribuições acabam ocorrendo". O inevitável e o verdadeiro acaso geralmente causam menos impacto do que a contingência, principalmente quando se percebe que o resultado conseguido não tinha necessariamente que ocorrer se, ao longo do caminho, um acontecimento tivesse provocado um desvio qualquer. Isso faz compreender "o poder causativo dos eventos individuais" e isso é a contingência. "A contingência é a afirmação do controle do destino por parte dos eventos imediatos, o reino perdido por causa de um prego de ferradura. (...) é uma autorização para participarmos da história, e nossa psiquê reage a isto."

Cita na seqüência obras e filmes de ficção que se embasam na contingência, em que fatos e personagens afetam-se mutuamente criando situações diferentes das previsíveis.

Ao se referir à explosão de disparidade e posterior dizimação dos organismos de Burghess Shale - sítio paleontológico que estuda, afirma que a ordem moderna não estava assegurada pelas leis invariáveis da natureza, na época, mais em grande parte é produto da contingência. Para ele as leis invariáveis da natureza afetam as formas e as funções gerais dos organismos por canais em cujos limites deve-se dar a evolução. Esses canais, porém, são muito largos em relação aos detalhes que definem a diversidade das espécies e dificultam, pela sua magnitude, a previsibilidade, embora não a impeça em seus aspectos mais gerais. A largura dos canais não impede a passagem dos detalhes, onde atua a contingência.

Darwin, segundo Gould, reconheceu a distinção fundamental entre leis controlando os princípios básicos e a contingência nos detalhes e que a contingência "não é direcionada pelas leis que estabelecem os canais ao longo dos quais se processa a evolução".

A principal tese defendida em seu livro

é que, se a maioria das árvores evolutivas for semelhante às árvores de natal, com largura máxima na parte de baixo, então a contingência recebe o maior apoio possível no sentido de ser reconhecida como uma força predominante na história da disparidade orgânica.

No encerramento da obra, Gould refuta a "teoria da tendência" em que "o *Homo Sapiens* transforma-se no resultado antecipado de uma tendência evolutiva comum a todas as populações humanas", e propõe a "teoria da identidade", pela qual a evolução humana se deu a partir de uma frágil e improvável entidade que, por sorte, foi bem-sucedida e não o resultado previsível de uma tendência global. Tece comentários sobre o assunto e chega "à conclusão

de que o mais profundo *insight* proporcionado pela biologia a respeito da natureza, do *status* e do potencial humano está contido nesta simples frase, a corporificação da contingência: o *Homo Sapiens* é uma entidade, não uma tendência."(Gould, 1990, p.325-77, passim.).

5. O ATAQUE À CAUSAÇÃO SOCIAL

Para Walter Buckley o ataque mais significativo ao problema da causação social é a metodologia desenvolvida pela pesquisa dos sistemas adaptativos, complexos e intencionais, controlados pela realimentação (“feedback”). Na identificação deste ataque discrimina cinco frentes, aqui estudadas com contribuições de outros estudiosos (Buckley, 1976, p.102 et ss.)

5.1. A superação da simplificação dos velhos axiomas causais

Os axiomas do tipo “causas semelhantes produzem efeitos semelhantes”, “tudo que acontece tem uma causa” e “quando há uma diferença no efeito há uma diferença na causa” são resíduos de uma concepção mecanicista e organísmica dos sistemas socioculturais. Propõe Buckley (1976, p.102-20, passim.), em contrapartida, “a equifinalidade” e a “multifinalidade”, de acordo com as quais condições iniciais diferentes podem conduzir a efeitos finais semelhantes, por caminhos diversos, o que encontra ressonância no associativismo de Piaget(1961, p.13-22) que descreve as várias maneiras de interiorização de conhecimentos e imagens pelo ser humano na construção de sistemas operacionais. Justifica-se, ainda, pela cadeia de eventos probabilísticos que sucede a uma tomada de decisão que mostra uma causalidade de espectro bastante amplo, um verdadeiro reticulado de bifurcações nas trajetórias possíveis no processo desenvolvido para se alcançar o estado final desejado nos sistemas dirigidos e orientados por metas e controlados pela retroinformação. A equifinalidade para Bertalanffy é um dos modelos da teleologia dinâmica que, ao lado da

retroinformação, da homeostase e do comportamento adaptativo, mantém o estado característico do sistema nos entrecosques com o seu meio externo e nos conflitos de seu meio interno. A equifinalidade, frise-se, é o fenômeno que produz autonomia. Por exemplo: estejam A e B em estados iniciais quaisquer diferentes e que fixem como meta o mesmo estado final Y; cada um deles poderá alcançar Y por caminhos próprios, de acordo com suas condições e meios, se não houver uma definição muito severa de regras para a sua conduta. A equifinalidade contrapõe-se aos processos das máquinas que seguem um caminho fixo para um estado final definido pelo arranjo de suas estruturas. O autor ressalta, ainda, que o primitivo princípio da homeostase que orientava exclusivamente a tendência para o equilíbrio, foi revisto e passa a acentuar, atualmente, a espontaneidade da atividade do organismo. Lembra que o próprio Cannon reconheceu a inadequação da homeostase para explicar os fenômenos de transformação, diferenciação progressiva, neguentropia, produção de estados prováveis, criatividade, formação de tensões, emergência e artes, e passou a descrever a heterostase na abrangência de tais fenômenos (Bertalanffy, 1975, p.60).

5.2. A insuficiência da análise causal tradicional

É notória a insuficiência do enfoque causal tradicional para delinear fenômenos como a emergência, a intenção ou busca de meta, a autorregulação, a adaptação etc., fenômenos esses que induzem à busca de equilíbrio de relações com o meio externo a partir de uma reorganização interna. O que acontece na busca do equilíbrio é facilmente compreendido quando alguém se encontra diante de um fato novo que perturba toda a inércia de sua situação ou quando põe a si mesmo algum novo objetivo. Ademais, a causalidade tradicional, ainda muito praticada pelas ciências do real e pelas formais, têm suas verdades encontradas na experimentação e na demonstração, respectivamente, enquanto que nas humanas o critério da verdade é definido pela interpretação em prejuízo da

descrição objetiva e depende de “modelos de pensamento” dos quais se deduz a teoria, para citar Pereira(1987, p.62).

Às relações causais tradicionais, com uma seqüência temporal unidirecional do passado para o presente, se acrescentam as causas no futuro, em relação às quais o sujeito age no presente. Admite-se, então, que a ação do sujeito no presente é uma síntese de seqüências bidirecionais com origens no passado e no futuro. Nela, portanto, há uma relação com acontecimentos (ou propósitos, funções ou conseqüências) no futuro que são traduzidos por teleologia ou causa final. À gênese dos fenômenos naturais, Buckley (1976, p.120) acrescenta a teleose dos fatos socioculturais que exige planejamento das estruturas e reconhecimento do seu valor na manutenção da sociedade. A teleologia, assim, como expressão de intencionalidade deve estar presente no fato e não metafisicamente colocada num futuro, às vezes, remoto.

É bom lembrar, nesta altura, duas afirmações importantes. Uma de Moles: “Penso o presente a partir do futuro”(Moles, 1991, p.144) e outra de S.Attali: “o futuro está presente em meu passado”(1991, p.144). Na primeira há a admissão do “acaso” ou “imprevisibilidade” e no segundo do determinismo topológico - da invariância de certas características. Em ambos, a presença do finalismo (teleologia) como causa eficiente como a descreve Hegel em sua obra “Ciência da lógica” (1956, p.455). Uma outra observação quanto à análise causal tradicional refere-se à mutação que, como se sabe, ocorre sem causas aparentes e que muitos cientistas atribuem ao acaso. O acaso, atualmente, é admitido como conseqüência do caos num dado sistema ecológico, mesmo não humano. O caos seria efeito de um estado de complexidade dos componentes desse sistema.

Para Ashby (1973, p.47) os sistemas socioculturais limitam as estratégias científicas que se utilizam das técnicas de isolamento de uma ou algumas poucas variáveis para análise de seus efeitos no todo, por dois de seus atributos: a heterogeneidade de seus pontos e a interação entre eles. Com essa limitação as preocupações se voltam para a pesquisa operacional, em que são

manipulados os dados de entrada, o processo é tratado como “caixa preta” e classificados os dados de saída, na recomendação de Stafford Beer, ratificado por Siegfried Maser que estigmatiza, por sua vez, a compartimentalização das disciplinas no esquema básico da teoria clássica do conhecimento e propõe a integração das mesmas num todo e as denomina de ciências transclássicas ou cibernéticas em que o resultado de um processo de produção de conhecimento “é apenas um resultado provisório (intermediário), ou ponto de partida - num processo infundável de busca de soluções” (Maser, 1975, p.28).

Interessante observar como Bertalanffy contrapõe as metodologias utilizadas pelo enfoque tradicional e pela abordagem contemporânea das ciências para se concluir o “todo”. Para ele a ciência tradicional “procura explicar fenômenos observáveis, reduzindo-os à interação em unidades elementares investigáveis, independentes umas das outras”. O aprofundamento da pesquisa é feito no sentido de diferenciar naturezas fenomenológicas cada vez mais particularizadas como se concepções, leis e princípios fossem aplicáveis apenas a tais fenômenos. Conclui-se o todo pelas partes. A ciência contemporânea, todavia, parte da premissa de que há aspectos gerais iguais em diferentes ciências e, em muitos casos, leis formalmente idênticas ou isomórficas (com a mesma forma), independentemente da natureza das entidades. O aprofundamento das pesquisas é no sentido de se oferecer uma visão de totalidade, reunindo concepções, princípios e leis em sistemas, enfocando, por exemplo, “problemas de organização, fenômenos que não se resolvem em acontecimentos locais e interações dinâmicas manifestadas nas diferenças de comportamento das partes quando isoladas ou quando em configuração superior”. Conclui o todo pelo todo e não pelo estudo das partes. Admite que o procedimento analítico para ter validade depende de: a)- não existir interação entre as partes ou que seja suficientemente fraca para poder ser desprezada; e b)- a equação que descreve o comportamento do todo seja a mesma que descreve a soma das partes, i.é, que sejam lineares. Critica o mundo mecanicista em que a causalidade produz todos os

fenômenos inanimados, vivos e mentais, e tudo é uma questão de acaso e de seleção natural em um único sentido (passado, presente e futuro), não havendo lugar para a direção, a ordem e a finalidade, enquanto que, ao se considerar a teleologia, o mundo é visto como em transformação, caminhando para uma meta característica, para um estado final, i.é, tem uma finalidade, sendo esta, enfim, que dirige os fenômenos, pensados em termos de sistemas de elementos em interação mútua, com o passado (coação fixa) e o futuro (possível libertação) atuando simultaneamente no presente (Bertalanffy, 1975, p.25-6, passim.).

5.3. A transcendência do interacionismo do equilíbrio estático

Para Buckley o interacionismo mútuo nada mais é que a troca da dependência causal pela interdependência causal com a utilização do conceito matemático de função, que não considera a interdependência genética e toma como paradigma o equilíbrio mecânico, permanente e imutável, de sistemas fechados. A moderna análise toma-os como abertos em que são endêmicos o desenvolvimento e a mudança, provocados pelo impacto com fatores que lhes são externos. As inter-relações recíprocas dos interacionistas concebendo o sistema como estático, não concebem a existência da primazia ou prioridade de uns fatores sobre outros, o que, em termos de esforço planejado, significa a ausência de um ponto de aplicação de propósitos. Com isso, o sistema deixa de ser intencional com retroinformação e se encaixa no tipo de que Bertalanffy classifica como “um arranjo de estrutura” que dirige o processo de tal maneira que é alcançado um certo resultado, o que é verdade quanto à função das máquinas construídas pelo homem, mas é insuficiente para os fenômenos sociais que são dinâmicos e cujas metas são constantemente alteradas ou eliminadas, assim como suas estruturas.

Em que pese o interacionismo colocar em dúvida a causalidade, não se completa como modelador de análise de sistemas, porquanto, além das limitações acima, não considera as relações “step function” - variáveis sem efeito significativo a menos que se aumente ou se diminua os seus valores e não

relevam, ainda, a inter-relação de variáveis com mecanismos amortecedores que retardam os efeitos de uma variável qualquer (Buckley, 1976, p.104).

Ademais, as relações mútuas assumem diferentes formas para constituírem o todo em que se integram. Uma das mais comuns é a cadeia causal circular, ou causação circular, difundida por Gunnar Myrdal. Nela cada fator em inter-relação é uma síntese de efeitos regressivos e propulsores acumulados em função da cadeia a que pertence, pois “o efeito de um acontecimento ou variável volta indiretamente a influenciar o próprio acontecimento original através de um ou mais acontecimentos ou variáveis intermediárias”. A cadeia causal circular não identifica a intencionalidade, uma vez que se trata de “uma cega reação da variável às forças que ela ajudou a criar e que voltaram agora a reagir a ela” e não está sob controle. Trata-se, portanto, de uma pseudoretroalimentação e não de uma autêntica retroalimentação positiva ou negativa voltada para fins.

5.4. O contraste da intenção com o quase estático do funcionalismo

A característica distintiva da análise funcional em relação à causalidade tradicional e o interacionismo mútuo reside no fato de o funcionalismo focalizar “os acontecimentos indo dos presentes para os futuros, e procurar compreender ou explicar um fenômeno presente em função de suas conseqüências para a continuidade, a persistência, a estabilidade ou a sobrevivência do complexo de que ele faz parte”. Refere-se a uma configuração mais ou menos estática, em que as partes são todas interdependentes num sentido aparentemente equivalente, sob a alegação de que não se pode estabelecer uma ordem de prioridade onde as instituições são interdependentes, senão com a aplicação de critérios estranhos ao estado sincrônico(Buckley, 1976, p.106-7, passim.).

A análise funcionalista não considera a evolução, portanto é incapaz de lidar com o desenvolvimento ou mudança. O tratamento metodológico

da análise funcionalista ignora, ainda, a existência do conceito de interação dos processos cognitivos da tomada de decisão e focaliza as necessidades do sistema como principal fator de existência de uma dada instituição social. Ignora MacIver, segundo o qual a maioria dos padrões sociais é um produto complexo e emergente de conseqüências tanto intencionais, quanto não intencionais, que partem de diversas atividades dirigidas para finalidades menos latas e mais imediatas.

A moderna análise, ainda com Buckley, dá respeitabilidade à teleologia como “causa eficiente” envolvendo retroinformação. Assim, a intenção está no presente e não no futuro. Além disso, estabeleceu “as bases para elucidar as condições conducentes à auto-regulação, ao desenvolvimento ou à desintegração - em lugar de presumir a regulação automática ou ‘mecanismo de controle’ em qualquer sistema que estejamos tratando”.

5.5. O modelo seletivo natural frente à autodireção

Buscando seus fundamentos no evolucionismo darwiniano, a ciência social clássica, por extrapolação, justifica a sobrevivência das estruturas sociais ou subsistemas, como conseqüência de sua disposição para atender necessidades do sistema social. É uma questão de ser necessária ou ser rejeitada até a extinção. À vista disso, cientistas há que reduzem-nas à condição de terem que se acomodar à evolução geral no ritmo em que esta se dá, como se não fossem essas próprias estruturas as forças impulsionadoras ou inibidoras desse ritmo. Simplesmente, eliminam sua potencialidade de transformação em favor da acomodação.

A esse processo seletivo natural, mais próprio de organismos vinculados a uma estrutura física, como o corpo humano, Buckley contrapõe a tomada de decisão como processo psicossocial que “conjunta acontecimentos ou condições não relacionadas, por meio da ação e da transação sociais, a fim de produzir a estrutura sociocultural corrente” e conclui que, dessa maneira, “encara-se a tomada de decisão como o modelo, no sistema sociocultural, do processo

seletivo geral que ocorre em todo sistema adaptativo, por cujo intermédio a variedade é seletivamente organizada e utilizada para a auto-regulação e para a autodireção”. Acredita que

só o moderno enfoque dos sistemas promete chegar à plena complexidade dos fenômenos interagentes - e ver, não só as causas que atuam sobre os fenômenos em estudo, as possíveis conseqüências dos fenômenos e as possíveis interações mútuas de alguns desses fatores, mas também os processos totais emergentes como função de possíveis realimentações positivas e/ou negativas, mediadas pelas decisões seletivas, ou ‘escolhas’ dos indivíduos e grupos direta ou indiretamente envolvidos (Buckley, 1976, p.117-21, passim.).

Caracteriza-se a autodireção com o que Bertalanffy chama de a “verdadeira finalidade ou propósito”, em que o comportamento real do sistema é determinado pela previsão do fim, pressupondo que a “futura meta já esteja presente no pensamento e dirija a ação atual”(Bertalanffy, 1975, p.113), como causa eficiente. Esta é a característica do comportamento humano. Por outro lado a autodireção ou auto-regulação, conseqüência da retroalimentação ou retroinformação resulta em práxis criadora, no que reside a indissociabilidade entre o subjetivo e o objetivo, o pensamento e a ação, a criação e a realização. Ora, assim concebida não há iteratividade no processo, o que torna as metas apenas prováveis como foram previstas e uma análise com descrição estática estará longe de encontrar a realidade, ainda porque as estruturas sofrem alterações durante o processo.(Bertalanffy,1976, p.32).

C. A ISOMORFIA

1. NA TEORIA GERAL DOS SISTEMAS DE BERTALANFFY

1.1. Definição

Ludwig von Bertalanffy, logo no início de sua obra, chama a atenção para a evolução tecnológica e suas exigências. Se uma máquina a vapor, um automóvel ou um receptor de rádio acham-se dentro da competência de uma pessoa treinada na respectiva especialidade, o mesmo não acontece com os mísseis autoguiados e os veículos espaciais que são engenhos constituídos por tecnologias heterogêneas. Assim também é com o tráfego aéreo e o rodoviário que formam sistemas que devem ser planejados. Essa complexidade moderna torna necessário o enfoque sistêmico que requer um especialista de sistemas ou uma equipe para escolher as soluções possíveis numa rede complexa de interações. Tal evolução nos força a tratar com totalidades ou sistemas, implicando numa fundamental reorientação do pensamento científico, numa transformação nas suas categorias básicas.

Quanto à reorientação do pensamento nas ciências sociais, ressalta a necessidade de os fenômenos estudados considerarem as complexidades e propriedades dinâmicas do sistema sociocultural, em especial a História. Esta tem seu caráter mudado do “quem fez isso” de antigamente para as “forças históricas” da atualidade, o que caracteriza o tratamento sistêmico de seu estudo, considerando as suas regularidades ou leis, embora sem lhes dar a condição de inevitabilidade.

A teoria das organizações formais, i.é, de estruturas planejadas (empresas, escolas etc.) é moldada em uma filosofia que adota a premissa de que “a única maneira inteligível de estudar uma organização é estudá-la como sistema”, que considera as suas variáveis mutuamente dependentes e as remete para a teoria geral dos sistemas que se abre ao exame das interações e investiga setores da natureza cada vez maiores, em cuja pesquisa há a convergência de muitas criações mais especializadas da ciência contemporânea. Em vista disso, a

tendência geral do conhecimento científico atual é a elaboração de métodos específicos para a investigação de sistemas.

“Dessas considerações - embora apenas esboçadas e superficiais - emerge a noção de que, na gama das ciências e da vida moderna, exigem-se novas conceituações, novas idéias e categorias, e que estas, de uma maneira ou de outra, estão centralizadas no conceito de sistema” , mas com enormes perigos, pois a cibernética não se refere a pessoas, mas a sistemas. Na engenharia de sistemas, o elemento humano é o componente falível e no grande sistema o homem tende a ser, ou já é, um débil mental, um idiota amestrado ou dirigido por botões. Assim, é preciso que os sistemas sejam estudados tendo em vista o seu princípio de progressiva mecanização, em que o ser humano ou perde espaço para a automação ou se automatiza a si próprio. Na afirmação de Khun é uma revolução científica definindo-se pelo aparecimento de novos paradigmas conceituais.

As críticas mais comuns que são dirigidas à Teoria Geral dos Sistemas (TGS) referem-se à mesma como:

a- trivial sob a alegação de que os supostos isomorfismos são exemplos do truismo pelo qual a matemática pode aplicar-se a todas as espécies de coisas: a adição $2 + 2 = 4$ é verdadeira para ovos, maçãs etc.;

b- falsa e desnorteadora uma vez que as analogias superficiais escamoteiam as diferenças reais e, assim, conduzem a conclusões erradas: sociedade = organismo com ciclo vital, a biocenose (das florestas) com o ciclo vital de um organismo; e

c- filosófica e metodologicamente infundada, pois ao defender a “irreduzibilidade” dos níveis superiores aos inferiores tende a impedir a pesquisa analítica: totalidade = nível superior e partes = nível inferior. (Bertalanffy, 1975, p.25-6, passim.)

Superadas as críticas iniciais, entendeu-se que ela representa a tentativa de nova interpretação, de uma teoria em assuntos que anteriormente não existiam, para chegar a uma generalidade mais alta do que a das ciências especiais, com enfoques diferentes quanto ao estilo e às finalidades, procurando solucionar o problema das limitações dos procedimentos analíticos. Para resumir

tal situação transcreve parte de carta de K.Boulding:”Parece que cheguei a uma conclusão muito semelhante à sua, embora partindo da economia e das ciências sociais e não da biologia, a saber, que existe um corpo daquilo que chamei ‘teoria empírica geral’ ou ‘teoria geral dos sistemas’, em sua excelente terminologia, com larga aplicação em muitas disciplinas diferentes”. Em seguida, para reforçar a validade de seus estudos cita a não necessidade de revisão das principais funções do programa original da Sociedade de Pesquisa Geral dos Sistemas, organizada em 1954, as quais são:

1- investigar a isomorfia de conceitos, leis e modelos em vários campos e promover a transferência útil de um campo para outro; 2- encorajar a criação de modelos teóricos adequados em campos onde atualmente não existem; 3- reduzir ao mínimo a duplicação do esforço teórico em diferentes campos; 4- promover a unidade da ciência mediante a melhoria da comunicação entre os especialistas. (Bertalanffy, 1975, p.33-5, passim.).

Sintetizando-se inferências de alguns cientistas pode-se definir um sistema ou complexidade organizada pela existência de fortes interações ou interações não triviais, i.é, não lineares, entre seus componentes. Com essa definição não se pode concluir o todo pelas partes, só valendo os modelos orgânicos, os quais procuram dominar a totalidade, a interação, a dinâmica da organização.

Há, no entanto, vários enfoques não homogêneos para investigação dos sistemas, sendo os mais importantes a teoria “clássica” dos sistemas que aplica o cálculo; a computação e a simulação para solucionar os conjuntos de equações diferenciais simultâneas; a teoria dos compartimentos segundo a qual o sistema consiste em subunidades com certas condições de fronteiras entre as quais pode ocorrer processos de transporte; a dos conjuntos, pela qual as propriedades formais gerais dos sistemas, fechados ou abertos, podem ser axiomatizadas; a dos gráficos que trata dos problemas estruturais ou

topológicos dos sistemas; a das redes que se aplica a sistemas tais como as redes nervosas; a cibernética que é uma teoria do controle pela comunicação; a teoria da informação que se baseia no conceito de informação por uma expressão isomórfica à da entropia negativa (neguentropia) da termodinâmica; a dos autômatos abstratos, com entrada, saída, possivelmente ensaios e erros e aprendizagem; a dos jogos que diz respeito ao comportamento de jogadores supostamente “racionais” para obter o máximo de ganhos e o mínimo de perdas, inclusive com a natureza; a da decisão que trata, matematicamente, de escolhas entre alternativas e a da fila que se refere à otimização de arranjos em condições de aglomeração.

A concepção mecanicista reforçada pelas leis deterministas da física não abrangem tais problemas de totalidade, interação dinâmica e organização. Tradicionalmente tratava de sistemas fechados. Nos últimos tempos, no entanto, estendeu-se a sistemas abertos, a processos irreversíveis e a estados de desequilíbrio, em vista do que passa a admitir que “existem modelos, princípios e leis que se aplicam a sistemas generalizados ou suas subclasses qualquer que seja seu tipo particular, a natureza dos elementos que os compõem e as relações ou forças que atuam sobre eles”, o que justifica e dá significado à TGS, cujo conteúdo é a formulação e derivação dos princípios válidos para os sistemas em geral.

Em consequência da existência de propriedades gerais, são observadas semelhanças estruturais ou isomórficas em diferentes campos. “Há correspondência entre princípios que governam o comportamento de entidades que são intrinsecamente de todo diferentes.” reafirma Bertalanffy, citando como exemplo a lei exponencial de crescimento da matemática que se aplica a populações de bactérias, de animais ou de seres humanos. Outro exemplo são os sistemas de equações que descrevem a competição das espécies animais e vegetais que se aplicam também a certos campos em físico-química e em economia como a lei de distribuição de renda de Pareto ($Q1 / Q2$), em que sendo $Q1$ o número de

indivíduos crescendo à taxa de 3% ao ano e Q2 o montante de renda crescendo à taxa de 2% ao ano, tem-se a relação 3/2, o que dá 1,5 indivíduo para cada unidade monetária. Essa relação provoca a competição. Esta isomorfia é possível porque tais entidades podem ser interpretadas, sob certos aspectos, como sistemas - complexos de elementos em interação - o que as conduz à correspondência nos princípios e mesmo nas leis especiais.

É preciso ficar claro, no entanto, que a TGS não é:

a- aplicação de alguma espécie de matemática, pois considera a interação de um número grande, mas limitado, de elementos ou processos, dos quais surgem problemas de totalidade, de organização etc.;

b- aplicação de analogias sem significados, pois o isomorfismo de que trata é “uma consequência do fato de, sob certos aspectos, poderem ser aplicadas abstrações correspondentes e modelos conceituais a fenômenos diferentes”; e

c- detalhista, pois não tem valor explicativo para certos aspectos do finalismo orgânico como a equifinalidade dos processos de desenvolvimento que admitem uma interpretação em termos da teoria dos sistemas, mas não define os detalhes ou processos que levam um ovo animal a um organismo, por exemplo.

“Seria uma disciplina lógico-matemática, em si mesma puramente formal, mas aplicável às várias ciências empíricas”. Para as ciências que tratam de todos os organismos teria uma significação semelhante a que tem a teoria das probabilidades dos acontecimentos casuais (Bertalanffy, 1975, p.56-61, passim.).

Ao tratar dos sistemas abertos em biologia, o autor diz que estes são parte de uma teoria geral, assim como a cibernética que se refere a princípios que se aplicam aos sistemas em geral, quaisquer que sejam a natureza de seus componentes e das forças que os governam. “Na TGS alcançamos um nível onde não se fala mais de entidades físicas e químicas, mas se discutem totalidades de natureza completamente geral”, em vista do que, certos conceitos, modelos e

princípios da teoria dos conjuntos, dos gráficos etc., tais como ordem hierárquica, diferenciação progressiva e retroação são largamente aplicáveis aos sistemas materiais, psicológicos e socioculturais. Outros, porém, como os dos sistemas abertos, por exemplo, aplicam-se apenas a certas subclasses.

É questão fundamental saber se a TGS é essencialmente um símile fisicalista e se esse modelo tem valor explicativo quando as variáveis em questão não podem ser definidas quantitativamente, como em geral é o caso dos fenômenos psicológicos. A resposta é que o conceito de sistema é bastante abstrato e geral para permitir a aplicação a entidades de quaisquer denominações. Não se limita às entidades materiais, mas pode ser aplicada a qualquer totalidade constituída por componentes inter-atuantes. Se a quantificação é impossível e mesmo se os componentes de um sistema sejam mal definidos, pelo menos é possível a explicação em princípio.

1.2. Objeto e campo

A TGS tem por objeto “a formulação de princípios válidos para os sistemas em geral, qualquer que seja a natureza dos elementos que os compõem e as relações ou forças existentes entre eles”. Tem a função integradora de não reduzir a concepção unitária ao nível da física, mas centra-se na isomorfia das leis em diferentes campos. Assim, por oposição ao reducionismo dos níveis da física, propõe o perspectivismo, sendo o seu princípio unificador a existência de organização em todos os níveis.

Acredita, Bertalanffy, que “a futura elaboração da teoria geral dos sistemas mostrará ser um grande passo no sentido da unificação da ciência”, sendo o seu campo central a interação dinâmica em todos os campos da realidade, com seus princípios gerais. Nessa concepção, a preconizada Unidade da Ciência seria conferida “pelas uniformidades estruturais dos diferentes níveis da realidade” para as quais somos capazes de estabelecer leis científicas. Cita Carnap para quem o que confere a Unidade da Ciência, de modo formal, é “uma correspondência ou

isomorfia de leis e esquemas conceituais em diversos campos” e, na linguagem material, a revelação pelo mundo de uma uniformidade estrutural, “que se manifesta por traços isomórficos de ordem em seus vários níveis ou domínios”, não se excluindo a concepção de que tais níveis ou domínios possuem autonomia e leis específicas.

Enfim, os motivos que levam ao postulado de uma TGS são quatro:

1- generalização de conceitos científicos e modelos além do sistema tradicional da física;

2- introdução de novas categorias no pensamento e nas pesquisas científicas;

3- problemas de complexidade organizada em que, ao invés de se tratar de fenômenos com duas variáveis, séries causais lineares ou uma causa e um efeito, trata-se de um número grande (mas não infinito) de variáveis em interação; e

4- busca de instrumentos conceituais apropriados para a explicação e a predição nos campos da biologia, sociologia e do comportamento, conforme há na física, que sejam interdisciplinares, do que resulta o isomorfismo dos modelos, dos princípios gerais e mesmo das leis especiais.

Em resumo, a inclusão das ciências biológica, social e do comportamento junto com a moderna tecnologia exige a generalização de conceitos básicos da ciência. Isto implica novas categorias do pensamento científico, em comparação com as existentes na física tradicional e os modelos introduzidos com essa finalidade são de natureza interdisciplinar, o que pode conduzir à integração muito necessária na educação científica que buscará a formação de generalidades e o desenvolvimento de princípios básicos - um importante avanço no sentido da síntese interdisciplinária e da educação integradora (Bertalanffy, 1975, p.124-132, passim.).

Em sentido amplo a teoria dos sistemas tem o caráter de uma ciência básica, a Ciência dos Sistemas, na qual é possível distinguir-se os campos

da engenharia de sistemas (sistemas homem/máquina), pesquisa de operações e engenharia humana.

1.3. Metodologia

Para Ashby há duas maneiras possíveis ou métodos gerais no estudo dos sistemas: a) o método empírico de Bertalanffy e colaboradores: “toma o mundo tal como o encontramos, examina os vários sistemas que nele ocorrem - zoológicos, fisiológicos etc - e, em seguida, estabelece enunciados sobre as regularidades que se observam serem válidas...”; b) o método do modelo dele próprio, Ashby: “em vez de estudar primeiro um sistema, depois um segundo, depois um terceiro e assim por diante, coloca-se no outro extremo e reduz-se então o conjunto a um tamanho razoável”.

Para Bertalanffy pode-se utilizar um e outro ou a combinação de ambos e tece os seguintes comentários:

1- O primeiro é empírico-intuitivo. Tem a vantagem de permanecer em estreito contacto com a realidade, é facilmente ilustrado e verificado por exemplos retirados dos campos particulares da ciência, mas não possui “elegância matemática e nem força dedutiva”.

2- O segundo seguiu o caminho da teoria dedutiva, pelo qual Ashby pergunta sobre o “conceito fundamental da máquina” e responde que “seu estado interno e o estado de seu ambiente definem unicamente o estado seguinte para o qual vai”. Esta representação é insuficiente para descrever sistemas onde há descontinuidade. Modernamente Ashby refere-se à “máquina com entrada” que “é definida por um conjunto S de estados internos, um conjunto I de entrada e um mapeamento f do conjunto/produto $I \times S$ em S. A organização é, por conseguinte, definida especificando os estados S da máquina e suas condições I”.

A TGS “terá que se desenvolver pelo intercâmbio de procedimentos empíricos, intuitivos e dedutivos” sendo que “a principal função

dos modelos teóricos é a explicação, a previsão e o controle de fenômenos até agora inexplicados”.

1.4. Isomorfismo

Utilizando-se de procedimentos metodológicos empíricos, intuitivos e dedutivos, Bertalanffy chega ao isomorfismo das leis, princípios, propriedades e conceitos dos sistemas em geral. O substantivo isomorfia é um composto de duas palavras, iso (igual) e morfía (forma), que o autor traduz para “semelhança estrutural”, “correspondência nos princípios e mesmo leis”, “abstrações correspondentes” e “uniformidade formal”.

Aparentemente o isomorfismo repousa de um lado em nosso conhecimento e de outro na realidade, diz ele. Em verdade, porém, a existência da isomorfia em diferentes domínios da ciência é função de três requisitos:

1- Tanto o número de expressões matemáticas simples, que serão preferivelmente aplicadas a descrição de fenômenos naturais, como o de esquemas intelectuais, são limitados, restritos, em vista do que leis de estrutura idêntica aparecerão em campos intrinsecamente diferentes.

2- O mundo não é caótico. A estrutura da realidade, com isso, permite a aplicação de novos conceitos, compreendo-se, porém, que representam, meramente, abstrações e idealizações, pois “toda ciência significa uma imagem esquematizada da realidade, no sentido de que uma certa construção conceitual relaciona-se inequivocamente com certos aspectos de ordem na realidade”, como ocorre com a planta de um edifício, que não é o próprio edifício nem o representa de modo algum em todos os detalhes. Não se levanta a questão da verdade última, i.é, saber até que ponto o plano da realidade, tal como é reproduzido pela ciência é correto, necessita de melhoria ou é capaz de ser melhorado. “Presumivelmente, são possíveis diferentes representações”, o que “é indicado por ocorrências nas quais o mesmo ‘dado’ físico pode ser expresso em diferentes ‘linguagens’, por exemplo, pela termodinâmica e pela mecânica estatística (...). Independentemente

destas questões, a existência da ciência prova que é possível exprimir certos traços de ordem da realidade por meio de construções conceituais” e não da desordem, como o turbilhonamento das pedras depois de uma explosão ou das moléculas que se movem irregularmente em um líquido.

3- Da definição geral de sistema como um certo número de elementos em interação e expresso pelo sistema de equações, na qual não há enunciados sobre a natureza do sistema, de seus elementos ou das relações entre estes, podem ser derivadas muitas propriedades que em parte são expressas em leis bem conhecidas em vários campos da ciência e em parte referem-se a conceitos anteriormente considerados antropomórficos, vitalistas ou metafísicos.

“O paralelismo das concepções gerais ou mesmo das leis especiais em diferentes campos é, por conseguinte, conseqüência do fato de se referirem a sistemas e de que certos princípios gerais aplicam-se aos sistemas qualquer que seja sua natureza”, o que possibilita a construção de uma teoria geral dos sistemas. Contudo, três espécies ou níveis na descrição dos fenômenos indicam as limitações dessa concepção.

Em primeiro lugar vêm as analogias, i.é,

similitudes superficiais de fenômenos que não correspondem nem a seus fatores causais nem as suas leis significativas. São similitudes superficiais, como as que se aplicam na consideração de uma biocenose (por exemplo, uma floresta) como um organismo, com a evidente diferença entre a unificação de um organismo individual e a frouxidão de uma associação vegetal;

ou, ainda, a comparação do desenvolvimento de uma população com o ciclo de um organismo, sendo a comparação dos ciclos vitais altamente duvidosa.

O segundo nível são as homologias que se verificam quando os fatores eficientes são diversos mas as leis respectivas são formalmente idênticas, que são freqüentemente aplicadas em física. É exemplo desse caso a comparação

do fluxo elétrico com o fluxo de um líquido. A presente pesquisa trata das homologias lógicas. Podemos expressar isto da seguinte maneira: se um objeto é um sistema deve ter certas características gerais dos sistemas qualquer que seja o sistema. A homologia lógica torna possível não somente a isomorfia na ciência, mas, na qualidade de modelo conceitual, tem a capacidade de dar instruções para o exame correto e a explicação final dos fenômenos.

O terceiro nível é a explicação, i.é,

o enunciado de condições e leis específicas válidas para um objeto individual ou para um classe de objetos. Qualquer explicação científica exige o conhecimento dessas leis específicas, como as leis do equilíbrio, do crescimento de um organismo, do desenvolvimento de uma população, etc. É possível que também as leis específicas apresentem correspondência formal ou homologias no sentido discutido, mas a estrutura das leis individuais pode, evidentemente, ser diferente nos casos individuais((Bertalanffy, 1975, p.119-21, passim.)·

Cientificamente, as analogias não têm valor, enquanto que as homologias apresentam, às vezes, valiosos modelos. A TGS, por sua vez, pode oferecer dispositivos para distinguir entre analogias e homologias, entre semelhanças destituídas de sentido e transferências de modelos dotadas de sentido, particularmente nas ciências como a demografia, a sociologia e grandes campos da biologia que não se enquadram na moldura da física e da química.

Uma das pretensões do autor é exprimir a TGS em termos de princípios válidos para qualquer tipo de sistema, por exemplo:

O princípio de minimização (entre muitos movimentos virtuais, só se realiza aquele que conduz ao máximo efeito com o mínimo de esforço) pode ser encontrado em mecânica, em físico-química como princípio de Le Chatelier (também válido para os sistemas abertos), em eletricidade como regra de Lenz, na teoria da população de acordo com Volterra e no esforço físico dos humanos;

O princípio do amortecimento das oscilações ocorre nos sistemas físicos, em muitos fenômenos biológicos, em certos modelos da dinâmica da população e de grupos socioculturais;

Uma teoria geral das periodicidades parece ser objetivo de vários campos da ciência; e a formação de um animal inteiro a partir de um germe dividido de ouriço-do-mar e dos gêmeos univitelinos a partir de um só ovo.

Encontramos, ainda, uma similitude no fenômeno da evolução paralela, que, partindo de origens comuns, desenvolve-se independentemente a) - no caso das línguas tribais germânicas em que a língua primitiva sofre mutações de sons e b)- no caso de uma certa classe de mamíferos (os titanóides, no período terciário) partindo de pequenas e primitivas formas, dividiram-se em vários grupos que se desenvolveram independentemente uns dos outros. Cada um dos casos mostra, porém, características paralelas semelhantes.

A lei exponencial apresenta isomorfismo. Diz a lei que dado um complexo de certo número de entidades, uma porcentagem constante desses elementos são destruídos ou multiplicados na unidade de tempo, a qual se aplica às contas bancárias, aos átomos de rádio, às moléculas e bactérias ou indivíduos, à uma população.

A lei logística enuncia que “o aumento, originariamente exponencial, é limitado por algumas condições restritivas”. Assim ocorre numa reação autocatalítica química com a alteração de sua velocidade até certo nível, como no aumento de uma população que, tendo em vista as condições restritivas do espaço e do alimento, não pode ser ilimitado, mas deve aproximar-se de um estado estável, definido como a população máxima compatível com os recursos disponíveis, como, também, na densidade das linhas ferroviárias e rodoviárias e da indústria até o estado de saturação.

A lei parabólica é a expressão da competição no interior de um sistema, cada elemento apossando-se de sua porção de acordo com sua capacidade, expressa por uma constante específica. Portanto, a lei tem a mesma forma quer se aplique à competição dos

indivíduos em um sistema econômico, conforme a lei de Pareto, quer se aplique a órgãos em competição num organismo pelo material nutritivo, revelando crescimento alométrico (Bertalanffy, 1975, p.117-18, passim.)

2. OS PROBLEMAS DA INTERDISCIPLINARIDADE, SEGUNDO PIAGET

Para Piaget a investigação interdisciplinar pode surgir de duas espécies de preocupações: umas relativas às estruturas ou aos mecanismos comuns, dando como exemplo o estruturalismo lingüístico, as estruturas da inteligência lógica, a teoria dos jogos aplicada à econometria e à psicologia, outras relativas aos métodos comuns, ou de ambas, simultaneamente.

Preocupa-se nesta obra com as primeiras: as estruturas ou mecanismos comuns. Para ele as ciências da natureza estão na frente porque exigem prerequisites, pelo que, em suas linhas gerais encontra-se “uma sucessão de generalidade decrescente e de complexidade crescente”, segundo os critérios de A. Comte. Nas ciências humanas não se exige prerequisites e não há uma ordem hierárquica, cujas tendências levam o problema de redução das ciências naturais a uma tríade de possíveis soluções: a redução do “superior” ao “inferior”; a irredutibilidade do fenômeno de nível “superior”; e a assimilação recíproca pela redução parcial do “superior” e enriquecimento do “inferior” a partir do “superior”.

As possíveis hierarquias das ciências do homem ficam em aberto até que se resolva o problema central da sociologia, “que é o da sociedade considerada na sua totalidade e das relações entre os subsistemas e o sistema de conjunto”, o que ainda reduz as colaborações a simples justaposições. É possível que o problema de sua hierarquia seja renovado com os futuros progressos da etnologia e da história nos aspectos diacrônicos dos acontecimentos estudados pelas diversas ciências do homem.

O melhor processo, enquanto isso não se dá, é começar pela comparação de problemas que nos levará a três fatos básicos:

1- a convergência de alguns grandes problemas que reencontramos em todos os ramos do nosso vasto domínio;

2- o fato de esses problemas pouco terem a ver com o mundo inorgânico, mas com a prolongação de determinadas questões centrais das ciências da vida; e

3- a solução de tais questões apela para certas noções fundamentais que ocultam realmente mecanismos comuns.

Os problemas gerais das ciências biológicas exigem, por exemplo, três noções fundamentais:

1- da produção de estruturas novas, ou seja, os fatos relativos ao desenvolvimento ou à evolução no sentido da produção gradual de formas organizadas, com transformações qualitativas no decurso das etapas, cujos métodos são os da teoria dos jogos ou da decisão;

2- do equilíbrio no sentido de regulações e autorregulações (não o equilíbrio do balanço das forças), ou seja, os fatos em suas formas equilibradas e sincrônicas (que se dão ao mesmo tempo em diferentes locais), cujos métodos são os da cibernética; e

3- da troca no sentido de permutas materiais e também de informações entre o organismo e seu meio físico e outros organismos, cujos métodos são os da teoria da informação em geral.

São os três problemas principais que reencontramos, igualmente, em cada uma das ciências do homem embora sob formas bem específicas em cada uma delas, pois “as relações entre a dimensão diacrônica e sincrônica diferem numa maneira bastante significativa, segundo os tipos dos fenômenos estudados”. O significado de uma palavra depende mais do sistema total da língua, num dado momento histórico, segundo a lingüística estruturalista, do que da etimologia ou da história, ao contrário do desenvolvimento psicológico, cujo equilíbrio final das

estruturas da inteligência depende mais do processo de equilibração da sua evolução anterior. Os problemas da troca são igualmente comuns às ciências do homem, combinando-se de modos bem diversos com os processos dinâmicos ou evolutivos e sincrônicos ou de regulação interna (Piaget, 1961, p.27).

Esta convergência dos problemas não significa uma redução possível das ciências do homem às da vida, uma vez que “o domínio humano conserva-se específico devido à existência das culturas”. Assim a solução de tais problemas não é uniforme e isso nos leva a diferenciar um tipo de estrutura ou fenômeno do outro, o que impõe a investigação interdisciplinar.

A primeira questão a ser discutida é o critério da escolha desses problemas. O grande exemplo é o da determinação das estruturas elementares, ditas estruturas-mãe nas matemáticas, que são irreduzíveis entre si, a que chegaram os investigadores por simples processo de comparação matemática (em forma de isomorfismo) e de análise regressiva.

Embora as três noções fundamentais não possam ser tidas como irreduzíveis, pois a noção de direção, por exemplo, resulta duma composição entre a produção de estruturas e da sua equilibração progressiva, vamos estudá-las.

Nas diferentes ciências exatas e humanas, o emprego do termo estrutura tem os seguintes caracteres: em primeiro é, antes de mais nada, um sistema de transformações comportando suas leis enquanto sistemas distintos das propriedades dos elementos. Em segundo lugar, estas transformações admitem uma auto-regulação no sentido de que nenhum novo elemento engendrado pela sua atividade saia das fronteiras do sistema e que elas não invoquem elementos exteriores a ele. Em terceiro lugar, o sistema pode comportar subsistemas por diferenciação do sistema total e é possível passar, por certas transformações, dum subsistema para o outro.

É preciso distinguir duas espécies de estruturas. As acabadas porque o seu modo de produção depende da invenção dedutiva, da decisão axiomática, das estruturas lógico-matemáticas e da causalidade física ou de se

constituírem em forma de equilíbrio final ou momentaneamente estável dum desenvolvimento anterior mental, como as estruturas da inteligência ou social-jurídicas. As outras são as em via de constituição ou reconstituição, dependendo os seus modos de produção de processos vitais, como as estruturas biológicas (metabolismo, por exemplo), ou duma gênese espontânea ou “natural” (por oposição às formalizações), como as estruturas mentais ou sociais em formação.

Os caracteres comuns, anteriormente elucidados, dizem respeito às estruturas acabadas, em que a)- as produções já não são mais que uma só com as suas transformações internas. Não há distinção entre a formação e as transformações, pois a estrutura acabada é, simultaneamente, estrutura e indefinidamente estruturante; b)- a sua auto-regulação constitui a razão do seu equilíbrio, cuja estabilidade é devida às suas próprias regras, i.é, a um conjunto de normas. Não há uma distinção entre o funcionamento e a estrutura, visto que o funcionamento se reduz às suas transformações internas; e c)- não intervém trocas, exceto sob uma forma interna enquanto passagens possíveis e recíprocas entre duas subestruturas.

O contrário ocorre com as segundas, sejam aquelas em vias de reconstituição contínua, como o metabolismo biológico, sejam as de reconstituição momentânea, como o grupo social. Nelas os três caracteres, de produção, de equilíbrio e de trocas, apresentam-se sob aspectos sensivelmente diferentes. Em primeiro lugar, o organismo, sujeito mental ou grupo social são centros de funcionamento (ou de estruturação) e não estruturas acabadas, contendo, por uma espécie de preformação, todas as estruturas possíveis. Em segundo lugar, a auto-regulação não se reduz ao conjunto de regras ou normas que caracterizam a estrutura acabada, uma vez que nela o sistema de regulações ou autorregulações é com correção posterior dos erros e não precorreção. Em terceiro lugar, as trocas não se limitam às reciprocidades internas, mas comportam uma ponte importante com o exterior enquanto alimentação necessária ao funcionamento, como por exemplo, a inteligência que recorre à experiência.

Cita Bertalanffy: “uma estrutura visa constituir um sistema ‘aberto’ no sentido de que se conserva por meio dum fluxo contínuo de trocas com o exterior”. Constituem tais estruturas a forma mais ou menos estável de transformações contínuas.

Na sua atividade, uma estrutura “organizada” comporta um funcionamento, que é a expressão das transformações que a caracterizam. Função é “o papel (ou setor da atividade ou de funcionamento) que desempenha uma subestrutura relativamente ao funcionamento da estrutura total e, por extensão, a ação do funcionamento total sobre o das estruturas”(Piaget, 1961, p.27).

Todo funcionamento (ou função) é simultaneamente produção, equilibração e troca, i.é, presume sem cessar decisões ou escolhas, regulações e informações. Daí resulta que as próprias noções de estrutura e funcionamento embutem as noções derivadas de utilidade funcional ou de valor e de significação. Tendo em vista que comporta escolhas ou seleções entre os elementos internos ou externos, um elemento é útil ou prejudicial à continuidade do ciclo no momento de sua entrada. Contudo, há duas espécies de utilidades funcionais ou valor. As utilidades primárias enquanto o elemento interno ou externo intervém qualitativamente na produção ou conservação da estrutura como forma organizada, como o cálcio para os ossos. Referem-se ao aspecto relacional ou formal das estruturas. As utilidades secundárias, relativas ao custo ou ao ganho referentes ao elemento útil dum transformação, dum troca etc., interveniente no funcionamento. Referem-se ao aspecto energético do funcionamento.

Ambos os aspectos são inseparáveis, pois não há estrutura sem funcionamento e vice-versa, mas diferentes, porquanto é preciso distinguir aquilo que é preciso produzir, adquirir ou trocar, tendo em vista as estruturas a manter ou construir, e o que custa ou traz essa produção ou essa troca, tendo em vista a energia disponível.

Há ainda uma distinção relativa ao papel da informação. Esta pode ser imediata, logo que um estímulo determinado desencadeia uma resposta

não divergente, portanto sem distância espaço/temporal entre esse estímulo e essa resposta e a informação mediata, quando há codificação e decodificação ulterior, portanto com distância espaço/temporal não nula.

Disso decorre a noção das significações pois um elemento dado pode não ser integrável como tal e nem apresentar valor funcional direto ou imediato, mas constituir, antes, o representante ou aviso de estruturas ou funcionamento ulteriores. Há, então, dois casos a distinguir: a)- o representante não é reconhecido como tal pelo organismo, mas participa duma espécie de armazenagem ou de reserva de informação para utilização posterior, com o sentido de informação que caracteriza a regeneração para assegurar a regulação do processo energético principal; e b)- esse componente é utilizado no comportamento e torna-se, deste modo, estímulo significativo.

Temos, então, três grandes categorias de noções: as estruturas ou formas de organização; as funções, fontes de valores qualitativos ou energéticos; e as significações. Todas as três originam problemas quer diacrônicos ou de evolução e construção, quer sincrônicos ou de equilíbrio e de regulação, quer, ainda, de trocas com o meio. Contudo, as relações entre as dimensões diacrônicas e sincrônicas não são as mesmas quando se trata das estruturas, das utilidades funcionais ou das significações.

Antes de traduzir esse quadro geral em termos de comportamentos humanos, torna-se necessária uma observação: as produções, regulações ou trocas podem ser tanto orgânicas como mentais ou intersíquicas. As disciplinas onde é posta uma relação explícita entre a consciência e o corpo orientam-se na direção desse princípio de paralelismo ou de isomorfismo. Proporciona-nos a interpretar o “paralelismo psicofisiológico”, no sentido dum isomorfismo mais geral entre a causalidade da matéria e a implicação das significações próprias aos estados de consciência.

Se todas as ciências humanas se ocupam de produções, de regulações e de trocas empregando noções de estruturas, utilidades funcionais e de

significações, diacrônica e sincronicamente, resulta que esses conceitos se apresentam em formas diferentes consoante o investigador se coloca num ponto de vista teórico ou abstrato ou tem em conta o comportamento do sujeito ou como ele se reflete na consciência. No primeiro ponto de vista (teórico ou abstrato) a linguagem será mais objetiva para descrever as estruturas em termos variáveis, por princípios formalizáveis ou matematizáveis, “mas nada se relaciona diretamente com a consciência do sujeito”. No segundo (comportamento do sujeito), procuramos traduzir as investigações sem uma linguagem abstrata, mas a maneira pela qual as estruturas se manifestam na própria consciência do sujeito, na medida em que os seus raciocínios se exprimem verbalmente e se acompanham de diversas justificações intencionais variadas. Então, o que encontramos já não é uma estrutura abstrata, “mas um conjunto de regras ou de normas traduzindo-se por impressões de necessidade de lógica”. Assim, as estruturas lingüísticas traduzem-se na consciência dos sujeitos, por regras de gramática, mesmo inadequadamente (Piaget, 1961, p.33-4, *passim*).

Notamos, então, os problemas gerais e interdisciplinares que daí surgem sob formas de comparação dos tipos de estrutura, dos sistemas de regras, das diversas tomadas de consciência das estruturas etc.

Nos sistemas de significações, o sistema coletivo de linguagem é o principal, mas não o único sistema de sinais e sobretudo de símbolos dependentes do mecanismo das significações. Além da linguagem dos animais, é preciso lembrar que o aparecimento da representação no desenvolvimento individual não é apenas devido à linguagem, mas a uma função semiótica bem mais vasta, compreendendo o jogo simbólico, a imagem mental, o desenho, as formas de imitação. Por outro lado, sendo a linguagem um sistema de primeira potência na vida coletiva, duplica-se em sistemas de segunda potência como os mitos. A semiologia levanta, portanto, certos problemas interdisciplinares, por derivação para a isomorfia.

D. FUNDAMENTAÇÃO MULTIDISCIPLINAR DESTA TESE

1. A METODOLÓGICA

Está aí, o pensamento dos que percebem os novos rumos da ciência contemporânea. Sem dúvida que anuncia a edificação de um paradigma com novos ângulos de observação, interpretação e explicação, em especial no campo das Ciências Sociais, onde não há lugar para a objetividade e o determinismo e abre espaço para a subjetividade e o probabilismo. Degela a compartimentação das ciências particulares pelo calor da isomorfia e inicia a abertura para a metodologia multidisciplinar, relevando, no entretanto, a especificidade metodológica das ciências sociais, descrita por Michael Lowy:

O erro fundamental do positivismo é pois a incompreensão da especificidade metodológica das ciências sociais com relação às ciências naturais, especificidade cujas causas principais são:

- 1- o caráter histórico dos fenômenos sociais, transitórios, perecíveis, susceptíveis de transformação pela ação dos homens;
- 2- a identidade parcial entre o sujeito e o objeto de conhecimento;
- 3- o fato de que os problemas sociais suscitam a entrada em jogo de concepções antagônicas das diferentes classes sociais; e
- 4- as implicações político-ideológicas da teoria social: o conhecimento da verdade pode ter conseqüências diretas sobre a luta de classes.

Essas razões (estritamente ligadas entre si) fazem com que o método das ciências sociais se distinga do científico-naturalista não somente no nível dos modelos teóricos, técnicas de pesquisa e processos de análise, mas também e principalmente no nível da relação com as classes sociais (Lowy, 1985, p.15).

A necessidade da metodologia multidisciplinar na abordagem dos sistemas “resultou do fato do esquema mecanicista das séries causais isoláveis e do tratamento por partes ter se mostrado insuficiente para atender aos problemas

básicos, especialmente nas ciência biossociais e aos problemas práticos propostos pela moderna tecnologia”. Tal abordagem foi feita inicialmente para uma concepção organísmica na biologia. Mas, ao mesmo tempo que a aplicação da teoria dos sistemas era proposta para o estudo do organismo, surge uma outra generalização: a aplicação em muitos fenômenos biológicos, nas ciências sociais e do comportamento, dos modelos e expressões matemáticas. Isto tornou aparente a semelhança estrutural e seu isomorfismo em diferentes campos e revelaram-se centrais os problemas de ordem, organização, totalidade, teleologia etc. que eram excluídos dos programas da ciência mecanicista que se preocupa com os procedimentos analíticos na ciência, cuja validade, todavia, é condicionada pela inexistência ou fraqueza de interações entre as partes e pela linearidade entre as equações que descrevem o todo e as partes.

“O problema metodológico da teoria dos sistemas consiste, portanto, em preparar-se para resolver problemas que, comparados aos problemas analíticos e somatórios da ciência clássica, são de natureza mais geral”. Disto resulta a *metodologia multidisciplinar*, isto é, holística por abranger a totalidade.

As vantagens dos modelos matemáticos se mostram pela ausência de ambigüidades, possibilidade de estrita dedução e verificabilidade por meio de dados observados, o que não elimina os modelos formulados em linguagem ordinária - os verbais. Contudo, resulta que, “a matemática significa essencialmente a existência de um algoritmo que é muito mais precioso que o de qualquer linguagem ordinária”, embora esta preceda aquela. Ademais, há, também, isomorfias sem modelos quantitativos entre os sistemas biológicos e os ‘epiorganismos’ (Gerard), como as comunidades animais e as sociedades humanas, nas quais o modelo verbal tem mostrado eficiência (Bertalanffy, 1975, p.133-42,passim.).

No empirismo da ciência do passado só era considerada científico em biologia e psicologia a coleção de dados e de experiências. A teoria equivalia à especulação, o que impedia o desenvolvimento de uma moldura

teórica. Nos últimos tempos, o entusiasmo é para a construção de modelos, admitindo-se contudo que “a experimentação conceitual ao acaso não tem maiores probabilidades de sucesso do que a experimentação ao acaso no laboratório”, pois, segundo Kant, a experiência sem a teoria é cega e a teoria sem a experiência é um puro jogo intelectual (Bertalanffy, 1975, p.139-42,passim.).

2. A TEÓRICA.

Por que multidisciplinaridade e não interdisciplinaridade, na fundamentação teórica, com que o autor tem pautado suas pesquisas e ensaios?

A interdisciplinaridade traz em sua concepção a idéia de conservação da especificidade de cada ciência quando atuando sobre um mesmo objeto. Numa convulsão social, por exemplo, viriam a sociologia para descrever e explicar os fatores sociológicos, a economia os econômicos, a educação os educacionais e assim por diante. Um enfoque multidisciplinar, por sua vez, deixa claro que há estratégias e técnicas próprias para se tratar com totalidades, sistemas, organizações etc. e que tais têm sua origem na ciência cujas teorias transcendem os limites da taxinomia tradicional positivista. São exemplos, a Comunicação, a Cibernética e a Teoria Geral dos Sistemas. Não há uma reunião de pesquisadores para analisarem o mesmo fenômeno, mas apenas um ou uma equipe, conforme a complexidade do mesmo, para observar, com a utilização da isomorfia homológica nos termos propostos por Bertalanffy e Piaget, as suas constâncias e tendências como todo estruturado. Por outro lado, na multidisciplinaridade não há preocupação com a análise do sistema observado na busca de configurações de organogramas de sua estrutura e fluxogramas de seu funcionamento, mas com os resultados das transformações ocorridas durante e após o processo.

A isomorfia na elaboração de teorias fundamenta um proficiente enfoque para a destruição da setorização das pesquisas científicas, localizando as investigações acima do hibridismo entre as ciências, tão em moda hodiernamente,

como a Psicopedagogia, a Bioquímica etc. que não se constitui nada além de uma etapa para se chegar ao holismo da multidisciplinaridade. Há que se tomar o cuidado, todavia, com o reducionismo das leis gerais que não incluem a complexidade do microscópico. Esta precaução, porém, não impede ao estudioso de partir de todo para as partes, considerando a coerção da interdependência, a força das interações nos movimentos e nas mudanças paramétricas do sistema, introduzindo no pensamento humano novos rumos, bastante diferentes da linearidade causa/efeito determinista, mecanicista.

2.1. Por que probabilidades e não certezas nas inferências?

Em primeiro lugar há que se distinguir os dados coletados no passado do sistema e os coletados no presente. Aqueles já estão consolidados e são inalteráveis, enquanto estes podem sofrer, principalmente nos sistemas socioculturais, alterações até mesmo radicais em razão das transformações pelas quais passam, por coação das adaptações que o sistema promove em si mesmo no seu contacto com o meio. Contudo, mesmo com os dados no passado não há certezas, mas indicações de tendências e seria temerário apontar fatores destas e arriscar predições, tendo em vista a não linearidade das interações entre as partes, o desconhecimento da equifinalidade e da teleologia do sistema dada a impossibilidade de reconstituir o cenário em que se concretizaram. Sim, pode-se chegar a hipóteses verdadeiras ou falsas, mas tomando-se o cuidado de ressaltar as suas limitações.

A opção pelo probabilismo conduz à transposição dos conceitos de entropia e neguentropia das ciências naturais e formais para o campo das organizações, como esta é concebida no capítulo II- Uma teoria das organizações, ou seja: se dependentes de critérios de pertinência assumidos pelo observador, um fato ou objeto têm muitas organizações possíveis.

A generalização do conceito de entropia da Termodinâmica tentada desde L. Brillouin que atingiu a Cibernética com Wiener e Ashby, a teoria

da Comunicação com Moles, Shannon & Weaver e a dos Sistemas com Bertalanffy ensaia os seus primeiros avanços pela Organização. Nessa direção, é pretensão dos temas que o autor vem desenvolvendo estender um pouco mais a conceituação e aplicação de entropia e neguentropia (entropia negativa), como medidas de organizações de sistemas socioculturais, esperando a partir daí elaborar hipóteses para que os mesmos possam ser observados holisticamente, i.é, em sua totalidade constitutiva e não como um somatório de partes. São extrapolações, como já se disse, que não consideram com muito respeito os limites acadêmicos ou o paradigma vigente da ciência normal ou legal, pois desprezam a compartimentação destas a que Leibniz julgou tão inócua como a dos oceanos. Isto dificultará em alguma coisa a sua inteligibilidade sem uma leitura mais atenta.

Como se justificaria a utilização de entropia e neguentropia como medidas qualitativas da organização de sistemas socioculturais, em detrimento dos percentuais ou índices de relações quantitativos?

Primariamente, a resposta é que estes medem o rendimento e aquelas o nivelamento/desnivelamento do sistema em sua evolução natural ou dirigida e até mesmo em sua involução na ultrapassagem do limiar superior da entropia e inferior da neguentropia para o campo negativo. Secundariamente, o rendimento é considerado adequado para medir eficiência na relação quantitativa custos/produção, enquanto nivelamento/desnivelamento recorrem à relação qualitativa evolução/finalidade, ou seja, o grau de eficácia, ou ausência de eficácia do binômio planejamento/controle na construção de sistemas. Por outro prisma: a eficiência releva a minimização dos custos para a mesma produção ou uma maior produção para os mesmos custos (a produtividade), em vista do que indica a necessidade ou não de intervenção nos processos do sistema, enquanto a eficácia, considerando os processos como “caixa preta”, indica se a evolução dos mesmos está ou não, e em que grau de organização, conduzindo o sistema às suas finalidades legítimas com as condições e especificações definidas com maior significância pelos parâmetros da restrição. Nisto se enquadra, ainda, a diferença

entre esta abordagem, que vê o sistema como dado e só observa a relação de sua entrada com a sua saída, e a análise de sistema que penetra em seus organogramas e fluxogramas e isola, para observações, séries causais e promove tratamento das partes em prejuízo de sua totalidade, numa metodologia mecanicista. Esta última estuda a sua organização intrínseca, aquela o comportamento do sistema, na afirmação de Ashby.

O caminho seguido para elaborar a fórmula de neguentropia e constituir o quadro de prováveis indicações dos coeficientes de entropia e neguentropia com os respectivos gradientes podem ser visto no capítulo IV- *Medidas de organizações de sistemas socioculturais*. No capítulo, foi dito, ainda, sobre a necessidade de, numa abordagem metodológica de totalidade, enquadrar todos os fatores de organização sob uma mesma rubrica: o atendimento, pelos sistemas reguladores, da variedade requerida pelo meio social na velocidade adequada, ou seja, o pareamento dos eventos externos (a demanda) com os eventos internos (a oferta). Nesse pareamento, segundo Stafford Beer (1979, p.41), a causa da demanda pouco importa. Não é ela que perturba, mas o seu efeito, pelo que o sistema tem que se preocupar é com a resposta, na velocidade adequada. A causa, como o afirma C.W.Churchman(1972, p.51), pode ser considerada como “coação fixa” por estar no ambiente do sistema e pela qual ele nada pode fazer, como a baixa renda dos alunos de uma escola, por exemplo.

Voltando-se as pesquisas para o atendimento à variedade requerida na velocidade adequada, encontrar-se-á um cerne ou um ponto de partida comum para que as investigações tenham contextura para uma orientação abrangente e substituam a medida de desempenho pela medida de organização. Serão evitados, com isso, os modismos que assumem, periodicamente, o campo das pesquisas, anunciando um ou mais fatores, todos, presumivelmente, isoláveis, como sendo os principais, senão os únicos, que dão origem às causas de todos os problemas. Geralmente embasados em uma doutrina como bandeira de luta. Ademais, com a aceitação dessas limitações haverá mais preocupação com a

pesquisa operacional, como o recomenda Ashby (1973, p.129-49, *passim.*), cujas características são:

a- preocupação com o que acontece e não com o por que acontece, visando o controle e não a compreensão do sistema, como por exemplo, quais os graus de pareamento entre população escolarizável e escolarizanda: que qualidade está apresentando o produto etc.;

b- recolhimento de informações não mais do que as necessárias para estabelecer a relação de certas causas observáveis com os resultados alcançados; o processo é visto como “caixa preta”, estando controladas a entrada e a saída: e

c- as soluções adotadas são válidas para local e tempo específicos, não sendo aplicáveis generalizadamente, pois o sistema não é tido como imutável e uniforme, mas adaptativo e evolucionário.

Diante dessa orientação metodológica as conclusões não são recomendáveis e, o que melhor se faz, é tecer comentários sobre os resultados detectados, levantar temas e/ou perguntas e encaminhá-los para a reflexão das partes ou do todo, como é sugerido no ensaio “Auto-avaliação pela reflexão do binômio prestação/assimilação de serviços nas empresas”(Barbieri, 1995, p.79-96, *passim.*).

2.2. A reflexão

Essa condição levou o autor a acrescentar a reflexão no módulo de um sistema sociocultural cibernético quando se o pretende dialético, como se pode ver no capítulo III- A natureza cibernético-dialética dos sistemas socioculturais. Na oportunidade descreveu-se dois “feedbacks”: o de micro-controle que se dá durante o processo e o de macro-controle ao seu término, ambos iniciando-se nos parâmetros da restrição que se distribuem pelas saídas de seus subprocessos e na saída final. Nos parâmetros restrição são comparados o planejado e o realizado, detectando-se, com isso, a discrepância, que poderá ou não ser conduzida aos parâmetros da reflexão. Caso não chegue a estes, indo diretamente para a entrada, a circunscrição da discrepância torna-se inócua e o

sistema passa a operar em círculo, portanto, sem movimento para o tempo seguinte, conseqüentemente, sem transformação e sem alguma forma de adaptação.

Há uma semântica que recai sobre o controle que, terminantemente, não corresponde à realidade, pelo menos como é tratado aqui. Não pode, por si só, ser classificado como autoritário um sistema com controle, pois este é inerente às ações planejadas, conseqüentemente à organização. O sistema é autoritário ou não nas formas centralizada ou descentralizada como é exercido o poder nele existente. Para Stafford Beer “o controle é o que facilita a existência e a operação de sistemas”(1979, p.169). Uma outra observação ofereceu-se ao termo “qualidade”. Aqui o seu conceito se confunde com o conceito de estado do sistema e não como nível do sistema em uma escala arbitrária de valores. Qualidade de um sistema, portanto, distribui-se por um “continuum” analógico não significando nível alto do que quer que esteja sendo apontado. Pode, portanto, ser classificada entre péssima e ótima ou entre zero ou menos do que zero e um número limite superior.

A reflexão oportuniza a participação de todos os sujeitos envolvidos no processo. Tanto maior será essa participação, quanto mais democrática for a normatização interna do sistema, guardadas as dificuldades que surgem com os sistemas mais extensos, em que a participação é através de representação de segmentos funcionais. É em seus parâmetros que são replanejadas as atividades em função das informações colocadas em disponibilidade pelos “feedbacks”. É onde se manifesta, terminalmente, a “capacidade de poder ajustar a conduta futura em razão do desempenho pretérito”, segundo Wiener (1973, p.21) e são desenhados os traços de adaptação e transformação exigidos para a preservação ou mudança da organização do sistema limitado pela teleologia e condicionantes. É, portanto, o ponto de convergência das concepções particular e total da ideologia explicitadas por Mannheim (s/d,) e, sob o ponto de vista cibernético, é o estabilizador do sistema. Como se percebe,

sua função precípua é propiciar a um sistema sociocultural o seu autogoverno ou autocontrole, por outros autores também denominado de autodireção, autodeterminação ou auto-regulação. Portanto, é aí que se tomam as decisões que dirigem o todo, protegendo-o, quando necessário, das regulações automáticas - mecânicas por excelência e inconscientes por contingência, bem assim da seleção natural.

O produto da reflexão, por outro ângulo, entendido como o desejável para um sistema em um dado tempo e local, não pode ser compreendido como definitivo, mas como um conjunto transitório de propostas para acionar o movimento evolutivo do sistema, naquele espaço-tempo. Pela dinâmica do sistema, ele é levado à entrada do tempo seguinte e tanto mais freqüente e eficazmente quanto mais descentralizado for o processo decisório. Na realidade, é pela reflexão que o coletivo de pessoas toma conhecimento das coisas e dos fatos, portanto, sem ela não é superada a prática pura, instintiva, cega.

Um sistema sociocultural nunca se repete no tempo, a não ser quando em repouso inercial e no estado mais provável levado pela entropia. A energia que sustenta o seu movimento vem da reflexão, o que o liberta do determinismo da evolução natural, da tendência entrópica para a degradação do orgânico e destruição do significativo na constatação de Gibbs. Tem livre arbítrio até o ponto que lhe é permitido pelas coerções originadas de suas próprias organizações e pelas condições que lhe são dadas pelo seu ambiente, fatores esses que lhe definem os graus de liberdade para opção. No entretanto, esse movimento que traduz autodireção etc. não se completa no circuito cibernético de Weyner. Senão vejamos.

As confinantes dos objetivos, suas metas e condições em que se realizam, compondo os parâmetros da restrição, estabelecem os critérios para o controle das filtragens, do processo e da saída do sistema. Quando se planeja alguma coisa, refletindo-se sobre ela portanto, circunscreve-se as condições e define-se os objetivos a serem alcançados com suas metas que serão tanto mais

significantes e específicas quanto mais confinantes forem colocadas. Os objetivos e metas com suas confinantes são os resultados esperados ou previstos que configuram a informação de critério, ou a primeira informação. Terminado o processamento, surgirá o resultado efetivo, o resultado conseguido ou alcançado que compõe a informação de saída ou a segunda informação. A partir do instante em que for confrontado o previsto (1a.Inf.) com o conseguido (2a.Inf.), consegue-se a terceira informação, a informação de discrepância, i.é, as confinantes que foram e as que não foram atendidas e em que condições. Será esta, a informação de discrepância, que será entregue à reflexão pelos “feedbacks” de micro e de macrocontroles, completando-se, assim, o Circuito Cibernético da Informação de Weyner, de fundamental importância para a auto-regulação de quaisquer tipos de sistemas. Relembre-se, contudo, que a reflexão é indispensável a um sistema sociocultural para manter-lhe a natureza humana. Assim, ao receber a 3a. informação, da discrepância, ela produz resultados que empurram o sistema para o seu tempo seguinte, constituindo-se na quarta informação, a informação das propostas de solução, já no campo dialético. Sem a reflexão o sistema se isola, em equilíbrio de forças, mecanizado.

Como se vê, o circuito cibernético da informação e a reflexão são os acionadores e mantenedores do movimento do sistema. São eles que dão contextura à seqüência de sua dinâmica. Sem conhecimento e crítica dos resultados do processo, suscitando decisões de alterações, não haverá entrada para o estado seguinte do sistema. A seqüência estará interrompida e um novo processo não se iniciará; repetir-se-á o anterior. Assim sendo, a metodologia de pesquisa de sistemas socioculturais não se encerra em si mesma. Exige uma segunda fase que vai além do pesquisador para que os enunciados que, por ventura, surjam de sua teoria tenham validade científica, assim mesmo provisória, dadas a dinâmica e as mudanças do objeto observado e a repriorização das causas. Essa segunda fase é a reflexão dos coletivos de pessoas participantes do processo de realização nos sistemas socioculturais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAPÍTULO I

- ASHBY, W.R. *Introdução à cibernética*, São Paulo, Perspectiva, 1970.
- ASHBY, W.R. A variedade indispensável e suas implicações no controle de sistemas complexos. In: EPSTEIN, Isaac (org.)- *Cibernética e comunicação*, São Paulo, Cultrix/EDUSP, 1973.
- ATTALI, J. Citado por PESSIS-PASTERNAK, Guitta. *Do caos à inteligência artificial*. São Paulo, Edit.da UNESP,1991.
- BACHELARD, Gastón. *Ö novo espírito científico*. Lisboa, Edições 70, 1986.
- BARBIERI, I. Auto-avaliação pela reflexão do binômio prestação/assimilação de serviços nas empresas. In: *Ciência e tecnologia*, Revista da UNIMEP, Piracicaba, v.4, p.79-96, 1995.
- BEER, S. *Cibernética na administração*. São Paulo, Ibrasa,1979
- BERTALANFFY, L. von. *Teoria geral dos sistemas*.-2.ed., Petrópolis, Vozes, 1975
- BUCKLEY, W. *A sociologia e a moderna teoria dos sistemas*. São Paulo, Cultrix, 1976.
- CHURCHMANN. C.W. *Introdução à teoria dos sistemas*.-2.ed., Petrópolis, Vozes, 1972
- DARWIN, Charles *A origem das espécies*, Porto, Lello e Irmãos, s.d.
- ENGELS, Friederich. *A dialética da natureza*-3a.ed., Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1979,
- GOULD, S., J. *Vida maravilhosa. O acaso na evolução e a natureza da história*. São Paulo, Cia. de Letras, 1990.
- KHUN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*.- 3.ed, São Paulo, Perspectiva, 1989
- KOSIK, Karel. *Dialética do concreto*-5a.ed., Rio de Janeiro, Paz e Terra,

- 1989,
- LOWY, M.I. *Método dialético e teoria prática*.-3.ed, São Paulo, Paz e Terra, 1985.
 - MANNHEIM, K. *Ideologia e utopia*.-4.ed., Rio de Janeiro, Guanabara, s/d.
 - MASER, S. *Fundamentos de teoria geral da comunicação*. São Paulo, EPU/EDUSP, p.28, 1975
 - MOLES, A. *Teoria da informação e percepção estética*, Rio de Janeiro, Tempo Brasileiro, 1969
 - PEREIRA, Otaviano. *O que é teoria?*, São Paulo, Brasiliense, 1987.
 - PESSIS-PASSTERNAK, G.*Do caos á inteligência artificial. Quando os cientistas de interrogam-2^a,ed.,SP,UNESP,1992..*
 - PIAGET, J. *Problemas gerais da investigação interdisciplinar e mecanismos comuns*, 2a.ed., Lisboa, Liv. Bertrand, 1976.
 - PRIGOGINE, I. & STENGERS, I. *A nova aliança. Metamorfose da ciência*. -1.reimpr., Brasília, UNB, 1991
 - RUELLE, D. *Acaso e caos*. São Paulo, EDUNESP, 1991
 - SAINT-Exupèry. E. Citado por PESSIS-PASTERNAK, Guitta. Op.cit., 1991.
 - SHANNON, Claude E.& WEAVER, Warren. *A teoria matemática da comunicação*, São Paulo, Difel, 1975.
 - SHANNON, C.E. & WEAVER, W. - *The mathematical theory of communication*, Urbana-EUA, The University of Illinois Press, 1949