

Claudiomir Selner

**MÉTODO PARA ANÁLISE DE SISTEMAS DE CONHECIMENTO,
INSPIRADO NO PRINCÍPIO DA COMPLEMENTARIDADE DE NIELS
BOHR**

Tese apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Santa Catarina como
requisito parcial à obtenção do grau de Doutor
em Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Bruno Hartmut Kopittke, Dr.

Florianópolis

2006

Claudiomir Selner

**MÉTODO PARA ANÁLISE DE SISTEMAS DE CONHECIMENTO,
INSPIRADO NO PRINCÍPIO DA COMPLEMENTARIDADE DE NIELS
BOHR**

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

Florianópolis, 30 de março de 2006

Prof. Édson Pacheco Paladini, Dr.
Coordenador do Programa

BANCA EXAMINADORA

Prof. Bruno Hartmut Kopittke, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina
Orientador

Profa. Marilda Todescat, Dra.
Universidade Federal de Santa Catarina
Moderadora

Prof. Paulo Maurício Selig, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Rolf Hermann Erdmann, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Euler Renato Westphal, Dr.
Universidade da Região de Joinville
Membro Externo

Prof. Raul Landmann, Dr.
Universidade da Região de Joinville
Membro Externo

Ao meu pai, Evaldo Selner (*in
memoriam*), à Minha mãe,
Norma Schneider Selner, à
minha esposa Rosana Mara
Koerner e às minhas filhas Ester
e Raquel.

Agradecimentos

À Universidade Federal de Santa Catarina, pela oportunidade de fazer esse doutorado.

À Universidade do Estado de Santa Catarina, pelo acesso às informações e flexibilização dos horários das aulas sob minha responsabilidade.

Ao meu Orientador, Professor Doutor Bruno Hartmut Kopittke, pela sua objetividade, persistência e apoio, para que os resultados da pesquisa fossem estruturados na forma de uma tese de doutorado. Obrigado professor Bruno. O senhor é realmente uma pessoa muito especial!

Ao meu primeiro Orientador, Professor Doutor Paulo Maurício Selig, pela liberdade de ação que me foi permitida na busca da episteme na fase de pesquisa, sem a qual um assunto de natureza tão abstrata não poderia ter sido abordado numa tese de engenharia da produção e sistemas. Quero lhe dizer, caro professor, que sei das preocupações que lhe trouxe e lhe sou grato por sua abnegação nesse processo.

Ao Professor Doutor Rolf Hermann Erdmann, pelo incentivo inicial na pesquisa dos assuntos relacionados à teoria do conhecimento e pelo tempo e auxílio na fase final do trabalho, auxílio esse que pode ser descrito como absolutamente fundamental, caracterizando o que é mais sublime nos verdadeiros professores: o amor pela causa do aluno. Obrigado professor Rolf! De forma bem especial eu lhe agradeço.

Ao Professor Doutor Euler Renato Westphal, pelo auxílio nas questões filosóficas que envolveram o tema do presente trabalho e pela dedicação e zelo para que essa empreitada pudesse chegar ao seu final com sucesso.

À Professora Doutora Marilda Todescat, pelo incentivo após a qualificação, para que eu insistisse na proposta do princípio da complementaridade, apesar dos riscos que corria esse projeto na época.

À Professora Doutora Rosana Mara Koerner, pela revisão gramatical do texto.

Ao Professor Doutor Raul Landmann, pelas contribuições sobre questões de normalização.

Ao Professor e Mestre Carlos Norberto Vetorazzi Jr., Chefe do Departamento de Ciências da Computação da UDESC – Joinville, pelo auxílio na superação de dilemas pessoais, na segunda metade do processo de doutoramento.

Ao Professor Doutor Claus Schwambach, diretor da Faculdade Luterana de Teologia da Missão Evangélica União Cristã, pelo apoio e incentivo.

Àqueles que por mim oraram ao Deus eterno durante esse processo todo, queridos irmãos e irmãs em Cristo, da Igreja Luterana e da Missão Evangélica União Cristã, menção especial aos irmãos Ivan Frederico Hudler e Carlos Alberto Kunz, por sua amizade genuína.

À minha mãe, ao meu sogro e sua esposa, às minhas irmãs e seus esposos e ao meu irmão e sua esposa, por terem paciência comigo ao longo de todo o processo de doutoramento. Amo vocês!

À minha querida esposa, por sua dedicação e amor e principalmente pelas maravilhosas conversas aos domingos no café da manhã, que me davam o ânimo necessário para continuar.

Às minhas “filhotinhas”, Ester e Raquel, que, mesmo talvez sem saber ao certo, tiveram o seu tempo comigo de alguma forma sacrificado. Eu as amo, minhas anjinhas!

Aos meus clientes, pela paciência e compreensão nesse tempo em que me afastei de minhas atividades na Kugel Soft Informática Ltda., minha empresa. Obrigado por haverem subsidiado esse processo todo. Espero que os resultados da pesquisa possam se reverter em benefícios para vocês também.

Aos maravilhosos amigos da Kugel, que me deram o suporte necessário para que eu pudesse me dedicar a esse trabalho: Ademar, Alexandre, Diogo, Izaura, Karl, Luis Carlos, Nilson, Regina, Renato, Sieghard, Simone e Valdecir. Desculpem a falta de atenção e ausência de liderança nesse período. Só tenho a dizer que vocês são vitoriosos. Estou orgulhoso de cada um de vocês, por sua competência, solidariedade e dedicação à nossa querida Kugel.

Querido Pai Eterno, livra-me de me tornar prepotente, presunçoso e pretensioso diante da Sua majestade e também diante de meus semelhantes, de forma que o conhecimento que me concede não seja para a minha ruína. Dá-me, por Sua graça, o dom da humildade, próprio dos sábios, e o dom de servir, próprio dos que reconhecem que nada possuem senão o que lhes é confiado, graciosamente, pelo Senhor.

RESUMO

O presente trabalho situa-se na área de abrangência da Teoria Geral dos Sistemas, em sua dimensão de identificação (sobre o que caracteriza os sistemas) e mais especificamente no tema da emergência dos sistemas (sobre como surgem os sistemas). A partir de estatísticas que demonstram que os principais problemas encontrados nos sistemas de informações são originados nos processos de análise dos sistemas psico-sociais que os incorporam, o trabalho demonstra a importância das teorias na determinação da forma como os analistas percebem a existência e o surgimento dos sistemas. Em última análise, o *scopus* do trabalho consiste em identificar se a partir do princípio teórico da complementaridade podem ser desenvolvidos métodos de análise para sistemas de conhecimento mais eficazes que os derivados do mecanicismo clássico, baseado no princípio da causalidade. Para atingir esse propósito, é feita uma descrição do significado das teorias e, estrito senso, dos princípios da causalidade e da complementaridade, precedida de uma revisão da Teoria Geral dos Sistemas e dos seus desdobramentos mais recentes. Na seqüência são analisados aspectos de alguns dos métodos de análise de sistemas disponíveis, apresentando uma alternativa ao conceito de “problema”, que lhes é inerente, a partir da própria perspectiva da Teoria Geral dos Sistemas. O método utilizado na verificação da plausibilidade dos argumentos apresentados no desenvolvimento da teoria consistiu de análise de estudos de casos feitos por alunos de Análise de Sistemas do Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade do Estado de Santa Catarina, chegando-se à conclusão de que realmente o princípio teórico da complementaridade desvenda possibilidades relevantes no desenvolvimento de “um novo olhar” sobre os sistemas psico-sociais.

Palavras chaves: análise, sistema, princípio, causalidade, complementaridade.

ABSTRACT

The present work is placed in the General Systems Theory area, in its dimension of identification (on what characterizes the systems) and more specifically in the systems emergency subject (on what establishes the systems). From statistics which demonstrate that the main problems found in the information systems are originated in the analysis processes of psico-social systems that incorporate them, the work demonstrates the importance of the theories in the determination of the way that analysts perceive the existence and the sprouting of the systems. The *scopus* of this work consists in identifying whether from the complementarity theoretical principle, more efficient knowledge systems analysis methods can be developed, than those derivatives of the classic mecanicism, based in the causality principle. In order to reach this intention, is made a description of the theories meaning and, strict sense, of the causality and complementarity principles, preceded of a General Systems Theory revision and its more recent unfoldings. In the sequence, some available systems analysis methods aspects are analyzed, presenting an alternative to the concept of "problem" (to them inherent), from the perspective of the General Systems Theory. The method used for the feasibility verification of the arguments presented during the theory development was consisted of cases studies analysis, made by students of Systems Analysis, at the Technological Sciences Center, of the Santa Catarina State University, concluding that, really, the complementarity theoretical principle offers considerable possibilities in the development of "a new point of view" on the psico-social systems.

Key words: analysis, system, principle, causality, complementarity.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	12
LISTA DE GRÁFICOS	14
LISTA DE SIGLAS	15
1 - INTRODUÇÃO	16
1.1 Palavras iniciais	16
1.2 O mito da deterioração da informação pela demora no desenvolvimento do sistema	18
1.3 A importância do processo de análise no desenvolvimento de sistemas...21	21
1.4 Introdução ao limite da causalidade – justificativa	25
1.5 Introdução ao princípio da complementaridade	26
1.6 Formalização do problema de pesquisa	28
1.7 Objetivos	29
1.8 Proposta, motivação e ineditismo	30
1.9 Limites da pesquisa e pressupostos necessários à sua compreensão	31
1.10 Estrutura do trabalho	32
CAPÍTULO 2 – PRINCÍPIOS, TEORIAS, SISTEMAS E ANÁLISE.....	35
2.1 Análise de sistemas	35
2.2 Por que análise de sistemas de “conhecimento” e não de “informações”? 40	40
2.3 A incerteza nos métodos de análise de sistemas de conhecimento.....41	41
2.4 As questões da epistemologia.....44	44
2.5 Pressuposto epistemológico dessa tese	45
2.6 As teorias	48
2.7 Teoria dos sistemas	49
2.7.1 Conceituando sistema	50
2.7.2 Caracterizando os sistemas.....	50
2.7.3 Desdobramentos recentes sobre a teoria de sistemas.....	53
2.7.4 O conceito de retroação e sua importância	55
2.7.5 Percebendo o surgimento e as mudanças nos sistemas	57

2.7.6 Princípios: o núcleo das teorias	59
2.8 O princípio da causalidade.....	60
2.8.1 O limite da causalidade.....	62
2.8.2 O mérito específico, na análise de sistemas	64
2.8.3 O problema na análise de sistemas e no treinamento de novos analistas	66
2.9 Dificuldade para os métodos de análise	71
2.10 O princípio da complementaridade	75
2.10.1 Gênese do princípio da complementaridade	75
2.10.2 Compreendendo o princípio da complementaridade	76
2.10.3 Implicações epistemológicas das conclusões de Niels Bohr sobre o conhecimento dos sistemas em geral	78
2.11 Síntese da teoria de sistemas e do princípio da complementaridade.....	83
2.11.1 Sistema não causa sistema	83
2.11.2 As cadeias endocausais mostram como o sistema se estabelece, mas não levam à sua origem	84
2.11.3 Melhor é perceber os problemas como sendo sistemas.....	85
2.11.4 Saltos de inferência: poderosa ferramenta.....	86
2.11.5. Finalizando.....	87
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA DA PESQUISA.....	88
3.1 Aspectos formais: classificação da pesquisa	88
3.1.1 Quanto à natureza da pesquisa	88
3.1.2 Quanto à forma de abordagem.....	89
3.1.3 Quanto aos objetivos	89
3.1.4 Quanto aos procedimentos técnicos.....	89
3.2 O desenvolvimento do trabalho	90
3.2.1 Surgimento do interesse pelo assunto da complementaridade	90
3.2.2 Como é feita a análise com os diagramas de Ishikawa	91
3.2.3 Investigações sobre uma maneira alternativa ao modelo de causa-e-efeito	93
3.3 Processo para a análise dos casos	95
3.3.1 Protocolo para a seleção dos casos	95
3.3.2 Dois grupos de problemas: dificuldade na identificação	99
3.3.3 Como se deu a análise	101

CAPÍTULO 4 – ANÁLISE DOS CASOS	104
4.1 As situações	104
4.1.1 Primeira situação: as causas não justificam a existência do sistema	104
4.1.2 Segunda situação: o conhecimento complementa o vazio causal.....	108
4.1.3 Terceira situação: o artifício semântico é o inverso de uma ação	111
4.1.4 Quarta situação: controle não é causa	114
4.2 Considerações finais do capítulo	116
CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES & RECOMENDAÇÕES	117
5.1 Conclusões	117
5.1.1 Quanto aos objetivos estabelecidos	117
5.1.2 Conclusões adicionais	118
5.2 Recomendações	120
5.2.1 Gerais	120
5.2.2 Específicas.....	121
REFERÊNCIAS	123
ANEXO 1	132
ANEXO 2	143
ANEXO 3	149
ANEXO 4	162
ANEXO 5	170

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1.2.a — Ciclo de vida do desenvolvimento de sistemas de informações.....	19
Fig. 1.2.b — Fluxo de controle e dados na busca de soluções aos problemas	21
Fig. 1.3.a — Seqüência no processo de análise.	24
Fig. 2.1.a — Ciclo para especificação de requisitos.....	38
Fig. 2.1.b — Análise de sistemas para gerar requisitos de software	38
Fig. 2.2.a — Uma interpretação dos sistemas de conhecimento com alguns de seus elementos internos	40
Fig. 2.3.a – Mãos que desenham, de M.C.Escher	42
Fig. 2.3.b — Sistema de aquisição de conhecimento de Pozo	43
Fig. 2.5.a — Teorias baseiam-se na percepção e determinam a percepção.....	46
Fig. 2.7.3.a — Círculo de causalidade	53
Fig. 2.7.3.b — Arquétipo de escalada	54
Fig. 2.7.4.a — Retroação em uma máquina a vapor	55
Fig. 2.7.4.b — Retroação simples	56
Fig. 2.7.4.c — Regulação homeostática do nível de açúcar no sangue	56
Fig. 2.7.4.d — Modelo de retroação: o efeito é fonte de informação para o reator...	57
Fig. 2.8.1.a — Endocausalidade X Exocausalidade.....	63
Fig. 2.8.2.a — Abastecimento: funcionamento normal	64
Fig. 2.8.2.b — Abastecimento: refinaria em greve - acaba o combustível	65
Fig. 2.8.2.c — O sistema original colapsa surgindo outro em seu lugar	65
Fig. 2.8.2.d — Diagrama de espinha de peixe – resultado primário	66
Fig. 2.8.3.a — A mente do analista “complementa” o elo faltante e estabelece o fenômeno.....	69
Fig. 2.8.3.b — O dilema da análise e da experiência.....	70
Fig. 2.9.a — Um problema ou um novo sistema?	72
Fig. 2.9.b — Os 16 estágios do SSM-plus	74
Fig. 2.10.2.a — Os opostos são complementares	77
Fig. 2.10.3.a — Sistema de controle do nível em uma caixa d’água	82
Figura 2.11.4.a — Estabelecimento de hipóteses e saltos de inferência.....	86
Fig. 3.2.1.a – Estrutura histórica até ao assunto da complementaridade	90

Fig. 3.2.2.a – Vista parcial da seqüência do método de análise	92
Fig. 3.2.2.b – Diagrama de causa e efeito de Ishikawa	93
Fig. 3.3.a – Influências mútuas entre a teoria e a análise dos casos.....	95
Fig. 3.3.1.a – Exemplo de Ishikawa selecionado	97
Fig. 3.3.1.b – Ishikawa quantificado	98
Fig. 3.3.1.c – O fenômeno é algum atraso	99
Fig. 4.1.1.a – Resultado da análise do aluno	105
Fig. 4.1.1.b – Supostas causas da inadimplência	105
Fig. 4.1.2.a – Agência dos Correios com baixa receita	110
Fig. 4.1.3.a – Publicidade – causa de outro sistema.....	113
Fig. 4.1.4.a – Controle não é causa	115
Fig. 5.2.2.a — Sugestão de aperfeiçoamento ao método de análise	123

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.2.a — Percentual de aproveitamento dos projetos (por tamanho em pontos de função).....	19
Gráfico 1.2.b — Coincidência entre o prazo de validade das informações e tempo necessário ao desenvolvimento do sistema	20

LISTA DE SIGLAS

ANA – Análise de Sistemas

CCT – Centro de Ciências Tecnológicas

Fig. – Figuras

QFD - Quality Function Deployment – Desdobramento da função qualidade

RAD – Rapid Application Development – Desenvolvimento Rápido de Sistemas

TGS – Teoria Geral dos Sistemas

UML – Unified Modeling Language – Linguagem de Modelagem Unificada

UDESC – Universidade do Estado de Santa Catarina

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

Nesse trabalho será apresentado o resultado de parte de uma pesquisa sobre teoria geral dos sistemas, que teve início em 1998 com o desenvolvimento de um método de análise para sistemas de informações, submetido a esse mesmo programa de pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas ao final do ano de 1999 na forma de uma dissertação de mestrado. Estrito senso, a parcela dessa pesquisa aqui contida está relacionada (i) à discussão sobre as influências que os modelos (e sobretudo os princípios) podem exercer na forma como os analistas interpretam as suas percepções sobre a realidade, mais especificamente a realidade dos sistemas psico-sociais e (ii) à compreensão dos mecanismos que levam ao surgimento e às mudanças desses sistemas. Em última análise, a intenção é contribuir na demonstração de que as conclusões de quaisquer processos de análise estão comprometidas pelos princípios fundamentais que regem os métodos utilizados nesses processos.

1.1 Palavras iniciais

Quando Peter Senge, ao final da década de 1980, fez suas previsões sobre a revolução que iria ocorrer na área da informação, afirmando que por causa da evolução nos sistemas informatizados de computação os seres humanos talvez estivessem adquirindo a capacidade de gerar muito mais informação do que alguém poderia absorver e acelerar as mudanças com muito mais rapidez do que se poderia acompanhar (SENGE, 1990, p.75), provavelmente ele mesmo não tivesse consciência de que essa previsão pudesse se concretizar em menos de dez anos. Ao final da década de 1990, a Internet já havia possibilitado o desenvolvimento de uma comunidade da informação de tal forma sistematizada, que Pearson (1999, p.31) considerou que essa revolução já havia chegado ao seu final e, do seu ponto de vista, quem saiu vitoriosa foi a própria informação, demandando respostas a “montanhas de e-mail” e fazendo com que as pessoas se sentissem culpadas por causa dos relatórios que seguiam sem serem analisados e das revistas e livros que eram adquiridos, mas nunca lidos. Mais recentemente, Peppers (2004) constatou

que as pessoas estão sofrendo com a sobrecarga de informações e “estão começando a ter medo dos e-mails que chegam”. Do seu ponto de vista, Pearson afirmou ainda que as organizações sociais estariam lutando uma batalha perdida ao tentar colocar as informações sob controle, uma vez que o controle se estabelece com mais informação, gerando-se com isso um ciclo vicioso no qual quanto mais se tentar controlar a informação, tanto mais informações serão geradas, realimentando o sistema.

Com relação à previsão de que as mudanças passariam a ocorrer com muito mais rapidez do que se poderia acompanhar, também isso parece estar se tornando corriqueiro na sociedade da informação. Se há alguns anos alguém saía de uma loja com um novo aparelho celular consciente de que não levaria muito tempo até esse produto se tornar tecnologicamente ultrapassado, hoje raríssimas são as pessoas que saem das lojas sem a certeza absoluta de que o que foi acabado de adquirir já é tecnologicamente ultrapassado. Um empresário do setor de tecnologia da informação que se arriscar a abrir uma revista de sua área, com certeza vai se perguntar como pode ser que a sua empresa ainda permaneça no mercado, se não consegue adquirir e usar todas aquelas coisas que a revista lhe apresenta.

Em que pese a advertência do próprio Senge (1990), de que todos os sistemas possuem um tempo de maturação que normalmente é bem menos rápido do que querem supor muitos analistas, não se pode negar que, do ponto de vista de permanência no mercado, está se tornando vital que algumas organizações sociais não desprezem o fato de que as mudanças estão ocorrendo com frequência cada vez maior, nomeadamente aquelas ligadas à tecnologia da informação. Alertas dessa necessidade podem ser encontradas naquilo que afirma Mirazita (2002, p.3), de que atualmente uma empresa só se torna duradoura se ela for concebida para mudar, e Pascale (2004, p.41), que diz que no mundo inteiro já se investe mais de US\$50 bilhões por ano somente em honorários de consultores da mudança e que isso representa apenas um terço do custo total com iniciativas para resolver os problemas gerados pela necessidade das organizações sociais acompanharem essas migrações.

Especificamente na área de desenvolvimento de sistemas de informações, que é o ambiente do presente trabalho, essas questões trazem implicações diretas e

é a partir dessas implicações que o assunto dessa tese se estabelece. Entretanto, antes de se entrar no assunto específico, é importante que se abra um parêntesis para se fazer uma breve localização desse assunto no contexto de uma pesquisa mais ampla, que, como dito, já se desenvolve há aproximadamente oito anos.

1.2 O mito da deterioração da informação pela demora no desenvolvimento do sistema

Apesar dos indícios de que as previsões de Senge foram realmente se concretizando ao longo da década de 1990, nesse mesmo período ocorreu (e ocorre ainda hoje) um outro fenômeno, que também é atribuído ao aumento da frequência com que as mudanças passaram a ocorrer, mas que, na verdade, é de outra natureza.

De acordo com relatos de profissionais de empresas de desenvolvimento de sistemas e de pesquisas desenvolvidas sobre o assunto (SELNER, 1999), pela demora nos processos de projeto, produção e implantação dos sistemas, após os requisitos dos usuários terem sido identificados no processo de análise (v. figura 1.2.a), a realidade se modificava e as informações necessárias não eram mais as que haviam sido identificadas inicialmente. Nesse caso, a sensação de que as informações se deterioravam cada vez mais rapidamente operava (i) como justificativa para a falência dos projetos de sistemas de informações (v. gráfico 1.2.a) e (ii) como argumento em busca de patrocínio, para que novas ferramentas de desenvolvimento “mais rápido” de *software* pudessem ser desenvolvidas (daí se derivaram as chamadas tecnologias RAD – *Rapid Application Development* – Desenvolvimento Rápido de Aplicativos, tendo como exemplo a linguagem Delphi).

Pesquisas da época indicavam que, dos chamados grandes projetos de sistemas de informações (com mais de cem mil pontos de função, como os sistemas integrados de gestão empresarial), 65% eram cancelados e 21% eram entregues com atraso, por causa de intensivas alterações que se faziam necessárias, antes que o sistema pudesse ser realmente útil (v. gráfico 1.2.a).

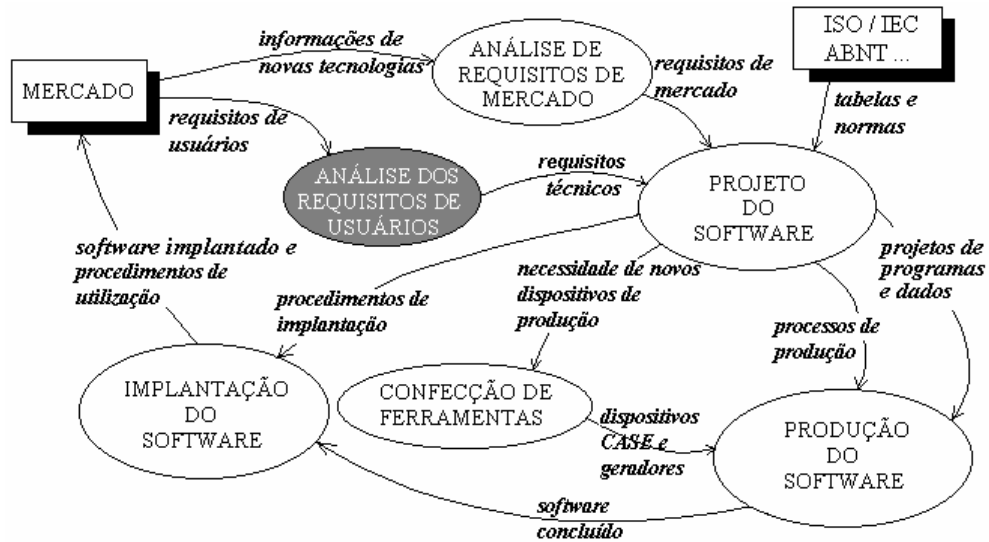


Figura 1.2.a — Ciclo de vida do desenvolvimento de sistemas de informações
 Fonte: Selner (1999, p.76)

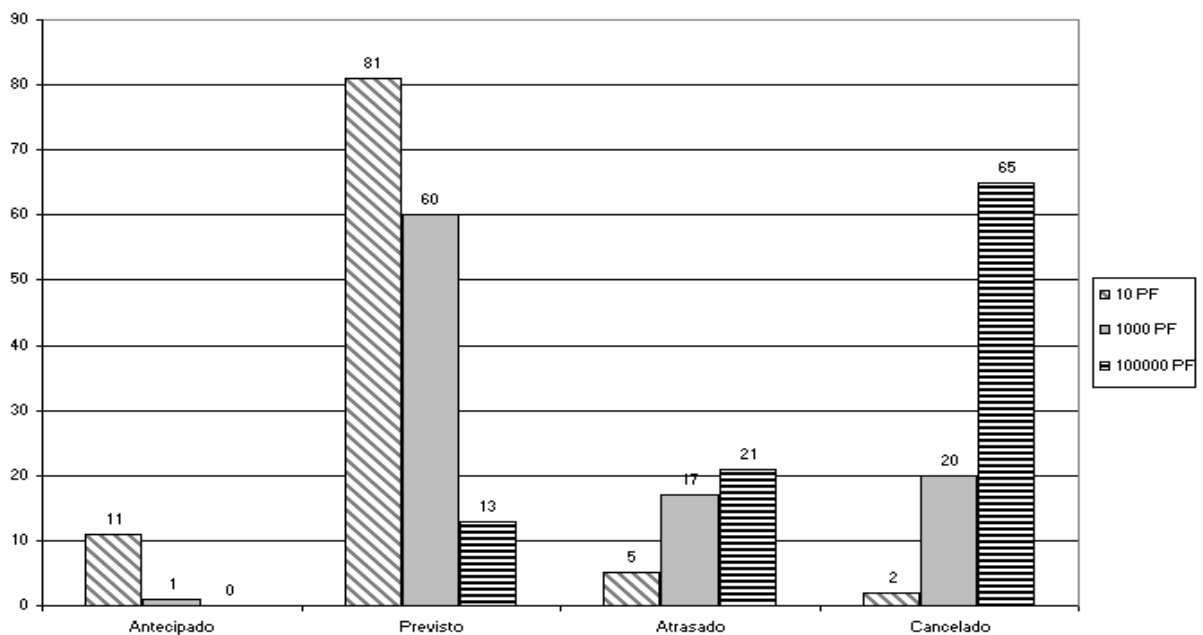


Gráfico 1.2.a — Percentual de aproveitamento dos projetos (por tamanho em pontos de função)

Fonte: Selner (1999, p.16)

Ao mesmo tempo em que seria natural que num ambiente muito volátil (como o previsto por Senge, já mencionado acima) aquilo que é válido hoje não necessariamente o será amanhã, a verdade é que esse aspecto da deterioração dos requisitos de informações durante o tempo entre o processo de análise e a implantação do sistema, não acontecia da forma como se imaginava. Para se compreender o que estava ocorrendo, suponha-se que na década de 1970 o tempo necessário ao desenvolvimento de um sistema de informações qualquer (imagine-

se, hipoteticamente, a administração dos estoques de uma empresa), fosse algo entre dois e três anos. Por causa da evolução dos computadores e da sofisticação das tecnologias de desenvolvimento de *softwares*, na década de 1980 esse tempo cairia pela metade e ao longo da década de 1990 esse tempo cairia ainda mais, chegando-se ao ponto de não ser admitido, atualmente, que um sistema desse tome mais do que oito ou dez meses para ser implementado. Observando-se os dados dos tempos da suposta falência na utilidade dos requisitos de informações eliciados em cada uma dessas épocas, percebeu-se que eles eram semelhantes aos tempos consumidos no desenvolvimento dos sistemas (para fins didáticos, v. gráfico 1.2.b). Essa coincidência chamou a atenção e, analisando-se alguns casos (SELNER, 1999) percebeu-se que o que de fato ocorria era que os requisitos de informações não eram adequadamente testados por ocasião do processo de análise.

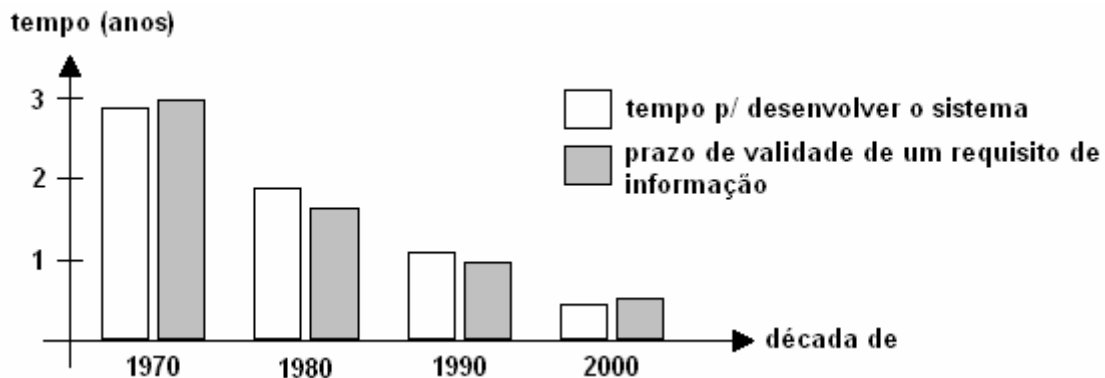


Gráfico 1.2.b — Coincidência entre o prazo de validade dos requisitos de informações e o tempo necessário ao desenvolvimento do sistema

Fonte: dados primários (2006)

Seguindo-se o esquema da figura 1.2.b, à exceção de alguns casos especiais mencionados em Selner (1999), o que freqüentemente ocorria é que, a partir dos problemas apresentados pelas pessoas que gerenciavam as empresas, eram estabelecidas hipóteses sobre o que deveria ser feito para que esses problemas fossem colocados sob controle, mas o teste dessas hipóteses era feito somente através do uso desse sistema, quando ele era colocado em operação. Naturalmente, se as hipóteses não se confirmassem, os problemas permaneciam (quando já não houvessem se agravado pelo tempo de espera) e o sistema que havia sido desenvolvido ficava sem utilidade (engrossando as estatísticas negativas do gráfico 1.2.a), reiniciando-se então o processo pelo estabelecimento de novas hipóteses (influenciadas pela experiência anterior).

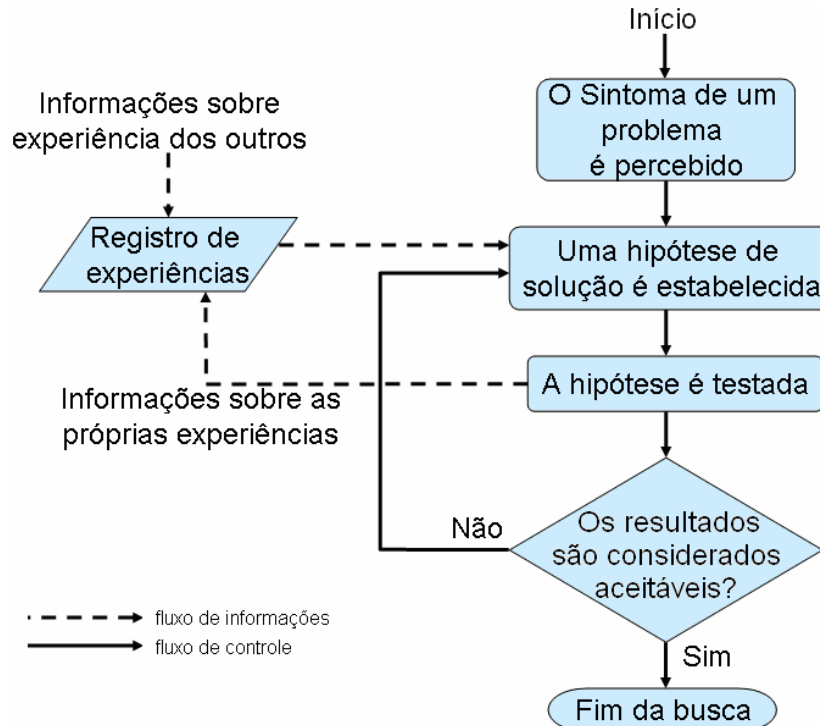


Figura1.2.b — Fluxo de controle e dados na busca de soluções aos problemas
 Fonte: adaptado de Selner (1999, p.106)

A partir dessa constatação, ficou óbvio que sem a devida identificação dos fatores corretos a serem controlados, quanto menos tempo se levasse entre o processo de análise e a entrega do sistema, tanto mais rapidamente a realidade parecia ter se modificado (não que os fatores houvessem necessariamente se alterado, mas, simplesmente, porque o que havia sido previsto não era adequado).

1.3 A importância do processo de análise no desenvolvimento de sistemas

Analisando-se a figura 1.2.a, percebe-se a fragilidade de todo o processo de desenvolvimento de um sistema e a própria inutilidade de investimentos em novas tecnologias para a produção mais eficiente de *softwares*, se os fatores a serem controlados não forem identificados antes da produção do sistema. De acordo com Selner (1999, p. 79) mais da metade de todos os erros encontrados nos *softwares* têm sua origem no processo de análise (que é onde são identificados os problemas a serem resolvidos). Assim, se o processo de análise não cumpre o seu papel, o projeto torna-se desajeitado e ainda que a produção seja perfeita, o sistema de informações resultante é inútil.

Reconhecido esse aspecto e compreendido que um dos principais objetivos dos sistemas de informações gerenciais é o de monitorar os fatores que exercem influência sobre determinados fenômenos (desejados ou não), tanto no interior de uma empresa quanto na sua relação com o meio onde se encontra inserida, de acordo com Selner (1999, p.94) cabe ao processo de análise a identificação:

- das características gerais dos fenômenos (muitas vezes eles são indesejáveis, e genericamente são caracterizados como “problemas” e em outras eles ainda não se manifestaram, mas são desejáveis e, nesse caso, são caracterizados como “objetivos”);
- dos principais fatores que contribuem para o surgimento desses fenômenos;
- das analogias necessárias às medições desses fatores;
- das variáveis (ou unidades de medida) dessas analogias;
- dos conteúdos ideais dessas variáveis (referenciais para o controle);
- de como coletar as quantidades dessas unidades de medida nas ocorrências dos fatores (pontos de coleta, tecnologia e equipamentos necessários, frequência de coleta etc.) e
- dos procedimentos em caso de desvio entre o conteúdo coletado dessas variáveis e os referenciais para o controle (planejados como ideal).

Com o propósito de encaminhar uma solução ao problema da qualidade no processo de análise (acima exposto), na época foi desenvolvido um método (representado na figura 1.3.a) que categoriza as informações necessárias aos processos organizacionais de acordo com a espécie de qualificação a que essas informações já haviam sido submetidas, em processos anteriores à fase de análise do sistema, sendo:

- informações estruturadas: são informações cuja estrutura é ditada por órgãos externos à organização, como as exigidas pelo governo e por empresas controladoras às suas filiais (chave 4 da figura 1.3.a), caso em

que a análise se resume à identificação da origem dos dados (atributos do que o governo, por exemplo, deseja controlar), da forma de armazenagem e mixagem desses dados e da forma de apresentação;

- informações qualificadas: são aquelas informações que já são utilizadas no dia-a-dia da organização e que foram sendo qualificadas pela experiência dos gestores, ainda que sejam obtidas com sistemas de informações precários (chave 5 da figura 1.3.a). Também nesse caso a análise não lida com o problema, mas somente com aspectos de automação (como no caso anterior) e
- informações não qualificadas: são fruto de hipóteses dos usuários (ou do próprio analista de sistemas), que ainda não foram testadas e que, portanto, carecem de uma análise mais efetiva. Especificamente, esse é o ponto em que é feita a certificação dos problemas e a decomposição desses problemas em seus fatores, utilizando-se as ferramentas da qualidade como o diagrama de Ishikawa (chaves 7 e 8 do método representado pela figura 1.3.a).

Através desse trabalho de Selner (1999), ficou evidente a deficiência dos métodos de análise de sistemas preferidos pelas *software-houses* em geral, baseados no método analítico cartesiano, em que se decompõe um sistema no sentido todo-partes ou *top-down*. Do ponto de vista teórico, o que ocorre é que esses métodos de análise não levam em conta que os sistemas sociais só se estabelecem como um complexo da dinâmica nas relações (frouxamente articuladas) entre os eventos que os compõem (KATZ & KAHN, 1974, p.47; SENGE, 1990, p.79; MORIN, 1991, p.17). Isso implica na impossibilidade de se conhecer um sistema social da mesma forma como se faria com um radinho de pilhas (por exemplo), pela análise na medida em que ele é desmontado. Essa impossibilidade se impõe porque esses sistemas não são compostos de elementos físicos, mas pelos relacionamentos entre eventos sociais (KATZ & KAHN, 1974, p.47), não possuindo, portanto, alguma anatomia, o que exclui a possibilidade de sua decomposição (a não ser por uma perspectiva artificial, como no caso da decomposição de uma empresa e suas diretorias de negócio, departamentos, setores etc.).

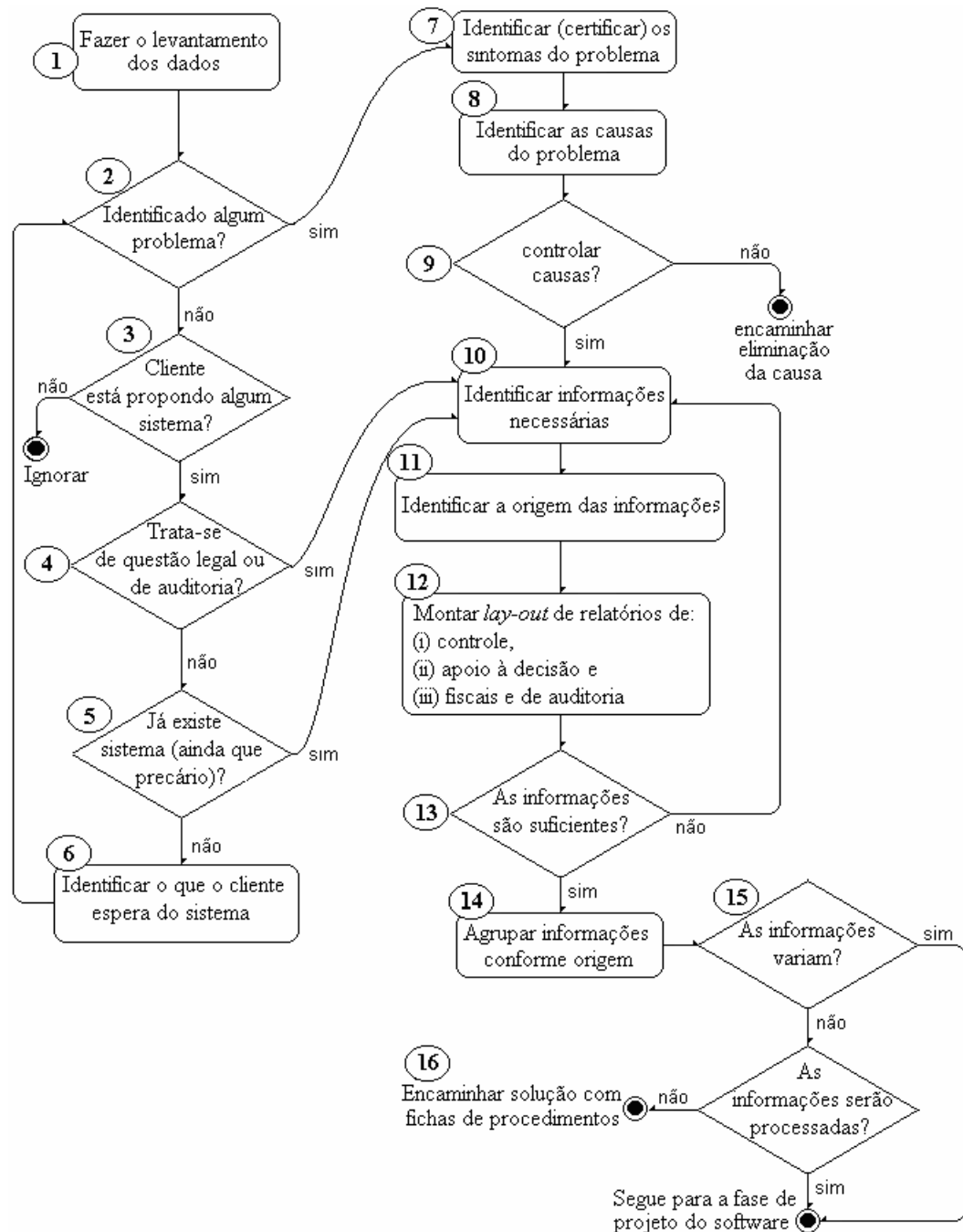


Figura 1.3.a — Seqüência no processo de análise.

Fonte: adaptado de Selner (1999, p. 96.)

Do ponto de vista prático, o que ocorre é que o método analítico cartesiano não supõe os problemas como pontos de partida a indicarem ao analista por onde começar a análise. Simplesmente, a organização social em questão é modelada, como mencionado acima, pela sua decomposição em diretorias, departamentos, setores, processos, atividades etc. e, no caminho dessa modelagem, supostamente as informações necessárias seriam identificadas. Nessas condições, sem alguma forma alternativa de se qualificar os requisitos de informações, surge o problema

acima descrito, de que os requisitos são testados somente quando o sistema entra em funcionamento.

Identificadas essas questões, a proposta do método apresentado na figura 1.3.a foi apresentada como uma alternativa aos métodos baseados na decomposição todo-partes, buscando-se fazer uso, na medida do possível, do modelo de causa-e-efeito (em dispositivos como o diagrama de Ishikawa) no processo de análise, substituindo esses métodos mais subjetivos (baseados na idéia de decomposição da empresa em suas “partes”, que dependem, para o resultado em termos de informações úteis, quase que exclusivamente da experiência do analista) por um método orientado pelos problemas da empresa, tornando o processo de análise mais direto (objetivo), além de propiciar, automaticamente, que as informações necessárias sejam identificadas diretamente dos fatores a serem controlados, o que traz a qualificação dessas informações para antes do projeto e construção do sistema de informações, reduzindo-se sensivelmente os problemas na sua implantação (de acordo com relatos de profissionais de análise de sistemas que adotaram o método no dia-a-dia de suas atividades).

1.4 Introdução ao limite da causalidade – justificativa

O aspecto da identificação e qualificação das informações parecia sob controle, pela aplicação do método da figura 1.3.a no dia-a-dia de uma *software-house*. Entretanto, começaram a surgir situações em que a tentativa de desdobramento dos efeitos em suas causas conduzia o analista de volta aos próprios efeitos, criando círculos de causalidade (às vezes mais parecidos com espirais de causalidade, quando a cada novo ciclo as causas e os efeitos pareciam ligeiramente alterados), aparentemente caracterizando aquilo que Morin (2002, p.313) fala sobre a geração de autonomias causais no interior dos sistemas (ou, “uma *endocausalidade* não redutível ao jogo ‘normal’ das causas/efeitos”, como afirma ele), onde alguns fatores podem estar sujeitos aos seus próprios efeitos, podendo, ambos, sofrerem mutações nessa relação circular (Morin, 1991, p.17 chama isso de “relação causal complexa”).

Analisando-se as circunstâncias desses casos especiais, alguns deles puderam ser resolvidos pela consideração desse fator (de circularidade) na hora de

se fazer os desdobramentos. Entretanto, foram identificadas algumas situações em que não é possível, via desdobramento dos efeitos em suas causas, se alcançar a(s) causa(s) inicial(is) do sistema. A impressão que se tem, no processo de análise, é a de que esses sistemas já sempre estiveram ali. É como se eles surgissem de forma aleatória, sem uma causa primeira fora deles mesmos. Nessas circunstâncias, duas hipóteses foram estabelecidas: ou a análise não estaria sendo corretamente conduzida ou o modelo não era adequado para essas situações.

Investigando-se o caso, surgiram indícios de que esse problema assemelha-se ao que tem sido publicado sobre as dificuldades que os analistas vêm encontrando para entenderem alguns fenômenos de mudanças nos sistemas sociais. De acordo com Pascale (2004, p.41) e Christensen & Anthony (2005), os sistemas sociais passaram a apresentar, com maior frequência, descontinuidades (ou rupturas), dificultando a sua análise e tornando praticamente impossível se chegar aos seus fatores iniciais (motivos de existência) através da análise com métodos baseados no que eles chamam de “lógica mecanicista”, cuja base é o princípio da causalidade (BERTALANFFY, 1975, p.71). De acordo com Pascale (2004, p.41), utilizando-se de métodos baseados no princípio da causalidade para compreender como ocorrem as mudanças, 70% dos esforços (que podem chegar a U\$150 bilhões por ano) ficam aquém das expectativas.

Dessa forma, supondo-se a plausibilidade da hipótese de que talvez o princípio da causalidade, base de ferramentas como o diagrama de Ishikawa utilizado no método de Selner (1999), não dê conta da explicação de como surgem os sistemas (e, portanto, das mudanças que isso ocasiona), buscou-se uma alternativa a esse princípio, chegando-se ao princípio da complementaridade.

1.5 Introdução ao princípio da complementaridade

A partir da afirmação de Hamel (2001, p.117), de que as mudanças nos sistemas sociais estão deixando de ser lineares para se tornarem “descontínuas, abruptas e indóceis”, aventou-se a possibilidade de alguns tipos de sistemas não serem desencadeados por “causas” no sentido estrito do termo (como está descrito na revisão bibliográfica, adiante). Pesquisando sobre essa possibilidade, descobriu-se que no início do século XX numa outra área do saber científico, a física para as

dimensões subatômicas, cientistas como Niels Bohr também enfrentaram um problema com essas características e a alternativa encontrada para explicar os fenômenos então descobertos (e que não podiam ser descritos pelo modelo mecanicista) foi o princípio da complementaridade (BOHR, 2000).

Buscando compreender a natureza da luz, os cientistas perceberam que, estranhamente, parecia haver uma descontinuidade entre os fatores que levavam ao surgimento dos fenômenos luminosos e isso não combinava com qualquer possibilidade de descrição disponível na época. De acordo com os relatos contidos em Bohr (2000), às vezes a manifestação ocorria como sendo na forma de ondas e outras como sendo partículas, concluindo que a descrição dessa característica dos fenômenos luminosos teria que levar em conta a possibilidade de que tanto partículas quanto ondas poderiam se manifestar na forma de luz, mas as duas manifestações não ocorriam ao mesmo tempo, esvaindo-se uma na medida exata do surgimento da outra. Dessa forma, a idéia de complementaridade está ligada à noção de que um fenômeno não precisa surgir somente quando é causado, no sentido estrito do termo, por algum fator qualquer, mas pode surgir quando o que existe atualmente, mantendo-lhe em estado latente, deixar de existir.

Para uma compreensão inicial, imagine-se um modelo em que um determinado sistema “A” mantém o sistema do problema “B” em potencial e o colapso do sistema “A” permite que o sistema “B” fique em ato. A hipótese que levou à percepção da questão era a de que o sistema “B” permaneceria em estado latente enquanto as condições ambientais não fossem favoráveis, e essas condições só se manifestariam quando deixassem de ser oprimidas pela presença do sistema “A”.

Esse tema será retomado adiante, na revisão bibliográfica. No entanto, apesar de a investigação seguir por esse caminho, uma ressalva se faz necessária: de que não se perca de vista, como diz o próprio título da presente tese, a idéia de que esse princípio está sendo utilizado apenas como uma inspiração, não sendo intenção uma extrapolação simples do princípio da complementaridade, que é aplicável à explicação dos fenômenos subatômicos, à explicação direta dos fenômenos de mudança nos sistemas sociais.

1.6 Formalização do problema de pesquisa

Antes de qualquer coisa mais, é importante salientar que ao longo desse trabalho os termos “método para análise”, “método de pesquisa” e “método de conhecimento”, serão empregados referindo-se ao mesmo conjunto geral de atividades, quais sejam, aquelas compreendidas desde a investigação e identificação dos dados de uma determinada realidade, até o ponto em que essa realidade tenha sido formalmente descrita. A expressão “método para análise” (ou simplesmente “análise”), seguido ou não da especificação "de sistemas", entretanto, será empregada com maior freqüência por ser a mais utilizada em ambientes de desenvolvimento de sistemas de informações, dos quais faz parte o autor do presente trabalho.

Dito isso, e prosseguindo sobre o mérito, de acordo com Chussil (2005, p.7), a análise do ambiente de uma organização social é o processo mais crítico para que essa organização possa ter sucesso em sua empreitada. É do processo de análise que os problemas são adequadamente formulados e os objetivos coerentemente estabelecidos. Se esse processo falhar, o ambiente não será reconhecido e, a partir disso, não se pode esperar que as ações subseqüentes alcancem o propósito da adaptação, do crescimento e, muitas vezes, nem mesmo da subsistência da organização. Desse modo, dentro de um programa de mudança o passo mais fundamental e crítico é o processo de análise.

O que ocorre, entretanto, é que na análise podem ser geradas duas espécies de erros: os erros de conteúdo (que também podem ser chamados de erros analíticos) e os de ordem estrutural (que estão relacionados ao modelo utilizado como base do método de investigação). Os erros de conteúdo são aqueles associados, por exemplo, (i) à má qualidade ou quantidade inadequada dos dados levantados, (ii) à dificuldade na correlação desses dados e (iii) à inexperiência do analista. As implicações de não se coletar adequadamente os conteúdos das variáveis podem, realmente, levar uma análise à falência, mas os erros sobremodo difíceis de serem detectados são aqueles de ordem estrutural, que são ocasionados por não se conhecer as variáveis mais importantes do problema (variáveis para as quais serão coletados os conteúdos), o que fará com que, certamente, o resultado do processo seja pífio.

Nesse sentido, Chussil (2005, p.6) diz que “os modelos adequados fazem mais do que apenas evitar erros analíticos”. De fato, os modelos podem evitar também os erros estruturais. Esses modelos, por sua vez, são estabelecidos a partir de teorias e princípios e, como recomendou Einstein a Heisenberg, “é a teoria que decide o que podemos observar” (HEISENBERG, 1996, p.96). No presente contexto isso serve como uma advertência de que talvez o desafio que os programas de mudanças terão que enfrentar será o de superar o princípio da causalidade, base da concepção mecanicista de mundo e dos métodos para a análise dos sistemas sociais. Como afirma Chussil (2005), “o culpado é o modelo”, ou, a culpada é a teoria, que são os óculos que determinam como enxergar certos aspectos da realidade. Feynman (1999, p. 38) também adverte para os possíveis problemas ao se aplicar leis, de forma indistinta, sobre qualquer problema.

Desse raciocínio vêm as questões que caracterizam o problema da presente tese: (i) pode o princípio da complementaridade inspirar um método para análise de sistemas, auxiliando na identificação das variáveis que representam os fatores que interferem/geram (n)os fenômenos sociais? Em caso positivo, (ii) o que é necessário para que essa aplicação possa se tornar prática para o dia-a-dia dos analistas de sistemas?

1.7 Objetivos

O objetivo geral a ser alcançado com o presente trabalho será o de identificar se do princípio da complementaridade de Bohr (2000) podem ser derivados métodos para a análise de sistemas, aplicáveis às circunstâncias em que através de métodos baseados no princípio da causalidade não se consegue chegar aos fatores externos aos sistemas e que de alguma forma são responsáveis pelo surgimento desses sistemas.

Esse objetivo geral será alcançado atingindo-se os seguintes objetivos específicos:

- identificar, mediante verificação da incompletude dos casos de análises dos alunos, os que apresentam rompimento da cadeia causal;

- avaliar esses casos identificados, buscando situações em que um sistema surge aparentemente a partir do desaparecimento de outro, característica essa que coincide com o conceito de complementaridade de Bohr (2000);
- indicar possibilidades de aperfeiçoamentos na análise de sistemas, mediante a consideração do princípio da complementaridade.

1.8 Proposta, motivação e ineditismo

Como pode ser depreendido dos próprios objetivos, o presente trabalho não se restringe apenas à investigação dos conceitos inerentes ao problema central da tese, que é a questão da utilidade do princípio da complementaridade como inspiração de um modelo para entender a que se devem as mudanças nos sistemas sociais. Com a confirmação da hipótese da aplicação do princípio da complementaridade, também são dadas indicações para a melhoria dos processos do método para análise de sistemas de Selner (1999), de forma que ele torne-se mais eficaz. Daí a justificativa para que a presente tese esteja localizada dentro de um programa de pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, uma vez que um dos propósitos desses programas é, justamente, o desenvolvimento dos processos organizacionais e a sistematização desses processos nas empresas (nesse caso específico, sistematização do processo de análise de requisitos numa empresa de desenvolvimento de sistemas de informações). A motivação para que esse trabalho tenha essa dupla conotação (teórico/prática) está relacionada às dificuldades tanto de uso quanto de ensino do método, uma vez que o seu autor é responsável pelo setor de Pesquisa & Desenvolvimento de uma empresa de desenvolvimento de sistemas de informações gerenciais e professor da disciplina de Análise de Sistemas (ANA) do Centro de Ciências Tecnológicas (CCT) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Campus de Joinville.

Quanto ao aspecto do ineditismo necessário a uma tese de doutorado, não se encontrou na literatura analisada, e nem nas consultas pela Internet, referências que demonstrem a tentativa da aplicação do princípio da complementaridade como modelo em métodos de análise com vistas ao desenvolvimento de sistemas de informações gerenciais. Considerando-se que o desenvolvimento da teoria de

informações surgiu para ajudar a resolver problemas caracterizados justamente por princípios como o da Complementaridade, da Incerteza e da Exclusão, seria inocência não se supor a natural relação entre o conceito da complementaridade e os sistemas de informações. Como será demonstrado na revisão bibliográfica, o conceito de complementaridade faz parte das discussões atuais sobre a teoria do conhecimento, entretanto como aplicação em análise de informações de sistemas abertos (estrito senso "organizações sociais"), não foram encontradas referências.

1.9 Limites da pesquisa e pressupostos necessários à sua compreensão

As investigações, aos poucos, trouxeram consigo outras palavras que também precisariam ser compreendidas, tais como incerteza, inteligência, saber, perceber etc., mas, como em qualquer outro caso, conforme o pesquisador caminha sobre um determinado tema, surgem mais novas perguntas do que respostas propriamente e, daí, a necessidade de uma delimitação no tema da pesquisa. Dessa forma, para melhor se compreender os resultados da presente pesquisa, deverão ser considerados os seguintes limites:

- Não é o propósito do presente trabalho a formulação de uma nova teoria do conhecimento, mas apenas a investigação sobre até que ponto o princípio da complementaridade se aplica à compreensão do relacionamento entre os elementos nos sistemas para os quais se deseja exercer controles através de informações.
- Também não é o propósito dessa tese identificar se o princípio da complementaridade realmente se aplica de forma universal aos sistemas sociais. Os resultados da pesquisa até sugerem que sim, mas, no presente contexto foram analisados somente estudos de caso de análise de sistemas de informações, desenvolvidos nos últimos 7 semestres, pelas turmas da disciplina de ANA dos cursos de Ciências da Computação e de Sistemas de Informações, do CCT-UDESC e, para fins formais, as conclusões estão limitadas a esse contexto. Com base nos resultados dessas análises, propostas de aperfeiçoamentos ao método foram sugeridas ao final desse trabalho (capítulo 4). A aplicação dessas

sugestões em situações fora do contexto acadêmico poderá acrescentar novos elementos ao modelo, buscando-se deixá-lo mais consistente.

- Apesar da argumentação teórica adiante pertencer ao âmbito da teoria da complexidade (por força das retroações dos efeitos sobre suas causas, gerando o que se chama de relações causais complexas), essa teoria não será discutida na presente tese, admitindo-se a sua plausibilidade. Assim, será mantido foco exclusivamente nas relações simples entre os fenômenos e não nas suas implicações ulteriores, em cadeia. Com outras palavras, não se pretende discutir a imprevisibilidade nos sistemas vivos (que é objeto da teoria da complexidade), mas, apenas, discutir a possibilidade de as relações entre os fenômenos não serem de natureza causal.
- O método de análise de Selner (1999), para o qual são feitas algumas indicações de aperfeiçoamento na parte final desse trabalho, é orientado para o desenvolvimento de sistemas de informações. No presente trabalho, entretanto, não foram acrescentados aspectos adicionais aos já existentes a partir da chave 10 do modelo da figura 1.3.a, na identificação dos atributos (lato senso “informações”) a serem controlados, para os fatores eliciados a partir do princípio da complementaridade.

Adicionalmente, é importante salientar que a revisão bibliográfica, aqui contida, foi desenvolvida a partir de um contexto mais amplo de pesquisa, sobre o tema “conhecimento”. Entretanto, por haver sido considerado não diretamente relevante aos objetivos acima estabelecidos, por ocasião do exame de qualificação, os resultados dessa pesquisa mais ampla não serão aqui descritos. Dessa forma, assume-se como pressuposto para a compreensão do que aqui está registrado, que se conheça o atual estado da arte sobre a matéria do conhecimento, tanto em sua dimensão científica quanto na filosófica, de acordo com as obras e autores registrados na bibliografia, ao final desse trabalho.

1.10 Estrutura do trabalho

A partir da presente introdução, através da qual foram estabelecidas as questões que envolvem o tema da pesquisa (com uma breve descrição dos

trabalhos sobre análise de sistemas que precederam essa tese, bem como da identificação dos problemas a serem por ela resolvidos e objetivos a serem alcançados), o trabalho adiante desse ponto está dividido em quatro partes.

Na primeira parte são descritos os aspectos teóricos que envolvem o tema, buscando-se com isso o estabelecimento de uma perspectiva capaz de permitir um novo olhar sobre os sistemas de conhecimento. Considerando a natureza do tema, a própria noção de teoria recebe atenção nessa parte do trabalho, a partir da idéia de que nada pode ser percebido sem algum suporte teórico. Nesse contexto, são revistos aspectos sobre: (i) a teoria do conhecimento; (ii) a Teoria Geral dos Sistemas (com seus recentes desdobramentos, como a teoria da autopoiesis de Humberto Maturana & Francisco Varela e alguns aspectos da teoria da complexidade de Edgar Morin); (iii) o significado dos princípios e, especificamente, dos princípios da causalidade (base do jeito mecanicista de olhar o mundo) e da complementaridade (fundamento para a presente tese) e (iv) os métodos de análise de sistema psico-sociais a partir de uma perspectiva que entende os problemas como sendo, na verdade, novos sistemas se estabelecendo. Por último, ainda nessa parte, será descrito o marco teórico, síntese dos aspectos relevantes a serem levados em conta na análise dos casos.

Na segunda parte (capítulo 3) é descrita a metodologia da pesquisa, iniciando-se pela descrição dos aspectos formais de classificação da pesquisa no âmbito da ciência, seguido do histórico dos principais eventos que levaram ao tema, bem como dos desafios enfrentados para que o trabalho pudesse ser concluído e, por fim, apresentado como os casos da análise foram selecionados (critérios e dificuldades) e analisados.

Iniciando pelo capítulo 4, na terceira parte são feitas as análises, usando-se como base o marco teórico estabelecido ao final do capítulo 2. Também nessa parte são deduzidas algumas possibilidades de dispositivos, na forma de heurísticas, que servem como base para o incremento de métodos de análise como o de Selner (1999), de tal forma que métodos como esse não se tornem reféns do princípio da causalidade, como é atualmente. Dessas análises são derivadas e registradas algumas conclusões e também são feitas algumas recomendações para a continuidade do trabalho (esses aspectos encontram-se no capítulo 5).

Por último são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas no trabalho, seguidas de cinco anexos, contendo alguns exemplos de trabalhos dos alunos do CCT-UDESC, para que no futuro se possa ter uma noção (i) de como eram registrados os resultados das análises que eles desenvolviam no decorrer da disciplina de Análise de Sistemas, bem como (ii) do material de análise que havia disponível por ocasião da investigação do mérito do presente trabalho.

CAPÍTULO 2 – PRINCÍPIOS, TEORIAS, SISTEMAS E ANÁLISE

Em seu livro *Mein Weltbild* (que traduzido de forma livre poderia ser “meu jeito de ver o mundo”), Albert Einstein demonstra a sua forma de enxergar a realidade que o cerca. Assim como Einstein tem uma visão bem peculiar sobre o mundo, existem diversas formas que se prestam a esse propósito, sendo que uma dessas formas é o que Pascale (2004) chama de mecanicismo. O propósito do presente capítulo é a descrição das teorias que se julga serem imprescindíveis para a compreensão de como os sistemas psico-sociais são percebidos a partir dessa visão (que é baseada no princípio da causalidade, de acordo com Bertalanffy, 1975) e como uma proposta fundamentada no princípio da complementaridade (BOHR, 2000) poderia contribuir para ampliar a perspectiva do analista sobre esse tipo de sistemas. Os argumentos do capítulo seguem a seguinte estrutura: (i) uma breve descrição dos desafios da análise de sistemas; (ii) explicitação da diferença entre sistemas de informações e sistemas de conhecimento (psico-sociais); (iii) argumentação sobre a incerteza dos resultados na análise de sistemas psico-sociais; (iv) questões epistemológicas que envolvem o assunto; (v) revisão bibliográfica sobre o significado das teorias e sua importância para o contexto do trabalho; (vi) revisão sobre a teoria geral dos sistemas; (vii) a importância do conceito de retroação, autopoiesis e endocausalidade para a tese; (viii) discussão sobre o princípio da causalidade e seu limite nos sistemas psico-sociais; (ix) reflexão sobre onde os métodos de análise podem falhar e (x) descrição da proposta da complementaridade de Niels Bohr.

2.1 Análise de sistemas

Quando se desenvolve uma pesquisa sobre análise de sistemas, não é difícil encontrar expressões que podem deixar dúvidas sobre o seu papel. Senge (1990, p.78) já questionava o trabalho e o papel do analista de sistemas. Análise de sistemas, análise de requisitos, eliciação¹ ou elicitación² de requisitos, engenharia de

¹ Eliciar = fazer sair, de acordo com o dicionário Aurélio. No meio informático recebe a conotação de “obrigar a realidade a ceder os seus segredos à luz”.

requisitos etc., são termos que podem ser encontrados na literatura e no dia-a-dia dos desenvolvedores de *softwares*, todos eles referindo-se ao mesmo conjunto geral de atividades. Entretanto, se forem tomados apenas duas delas como exemplos, (i) análise de sistemas e (ii) análise de requisitos, pode-se encontrar dificuldade na relação entre o título e a função que é desempenhada por esses processos. Para Zirbes & Palazzo (1996), a Análise de Requisitos é um processo, em que o que deve ser feito é eliciado e modelado com vistas a um documento denominado Requisitos do Sistema. Thayer (1996) entende como engenharia de requisitos a disciplina usada para capturar correta e completamente as expectativas dos usuários do software e Breitman & Leite (1998) entendem que as técnicas e disciplinas da engenharia de requisitos de software têm como objetivo a eliciação de requisitos do macrossistema.

A partir dessas expressões, percebe-se que existem ambigüidades, como (i) a análise que investiga o problema e seu ambiente e (ii) a engenharia, que deveria ter vistas à solução, mas que também busca a eliciação de problemas. Não somente, mas possivelmente essas ambigüidades existam em função do que se acredita ser a função da análise de sistemas, sem muito ponderar os termos utilizados. Por exemplo, segundo Dean (1994), os requisitos para sistemas de informações podem ser qualquer coisa que restrinja o sistema. Nesse caso, a análise seria orientada à identificação dos atributos que o *software* a ser desenvolvido deverá possuir, estando mais de acordo com a prática do dia-a-dia das *software-houses* (não por menos que os melhores programadores de computadores acabam sendo “promovidos” a analistas de sistemas, sem que necessariamente tenham tido qualquer contato com o ambiente do cliente antes disso), estando, então, essa análise mais orientada para a solução do problema (projeto e construção do software).

Entretanto, de acordo com o *Software Productivity Consortium Inc.* (SPCI, 1996), “Os requisitos definem o problema”, nesse caso supondo que a análise deveria se concentrar na identificação clara do problema e, portanto, sobre o sistema de coisas que já está operando (estrito senso, o ambiente do problema),

² Elicitar = atrair, de acordo com o dicionário Aurélio. No meio informático recebe a conotação de “negociar com a realidade, de forma que ela ceda os seus segredos à luz”.

que até possivelmente será controlado com o auxílio de algum *software*, não devendo ser essa, contudo, a preocupação na fase de análise.

Para os desenvolvedores de sistemas de informações, o processo de análise pode abranger todas as atividades responsáveis pela definição da solução esperada pelos futuros usuários do sistema (processos de análise e projeto, de acordo com o ciclo de vida representado na figura 1.2.a). De forma mais restrita, entretanto, a análise é responsável pelas atividades responsáveis pela descrição da lógica interna de um determinado sistema social, buscando-se a identificação das fontes de problemas, que levam o sistema a se comportar de uma forma diferente da esperada. Isso pode ocorrer, por exemplo, buscando-se identificar as entradas (fontes de alimentos) do sistema, de que forma os seus elementos internos se relacionam para transformar essas entradas em saídas e de que forma ele é capaz de estimular (ou forçar) o meio a lhe ceder as fontes de energias necessárias à sua sobrevivência (isso é visto com mais detalhes adiante, quando o assunto for a teoria dos sistemas).

Uma forma ainda mais especializada enxerga a análise como um dos processos em uma sistemática de especificação de requisitos de sistemas de informações, requisitos esses que servem como base para projetos de desenvolvimento de *softwares*. A figura 2.1.a representa o conjunto dos processos dessa forma de ver a questão, tendo início no quadrante da (1) eliciação dos problemas, seguindo para as fases de (2) análise do que foi eliciado (juízo aplicado sobre as informações eliciadas), (3) especificação (formalização) dos requisitos e (4) validação (apresentação e negociação) dos requisitos junto aos futuros usuários do software (esses dois últimos processos não pertencem ao escopo do presente trabalho). A espiral representa a evolução do processo, na medida em que a cada ciclo que se completa, mais o analista se aproxima dos propósitos de cada uma das coordenadas.

Estrito senso, a eliciação está relacionada mais ao levantamento das informações sobre o problema e, em última instância, esse é o foco do presente trabalho. Entretanto, não há como fazer o levantamento das informações sem triagem e seleção das informações úteis. Dessa forma, o termo “análise de sistema” dá uma noção melhor do que é feito nessa fase e esse é o motivo da adoção desse

termo, na presente tese, como título geral dessas atividades responsáveis por “fazer sair à luz” os modelos que representam o que está ocorrendo (ou, o sistema que está operando).

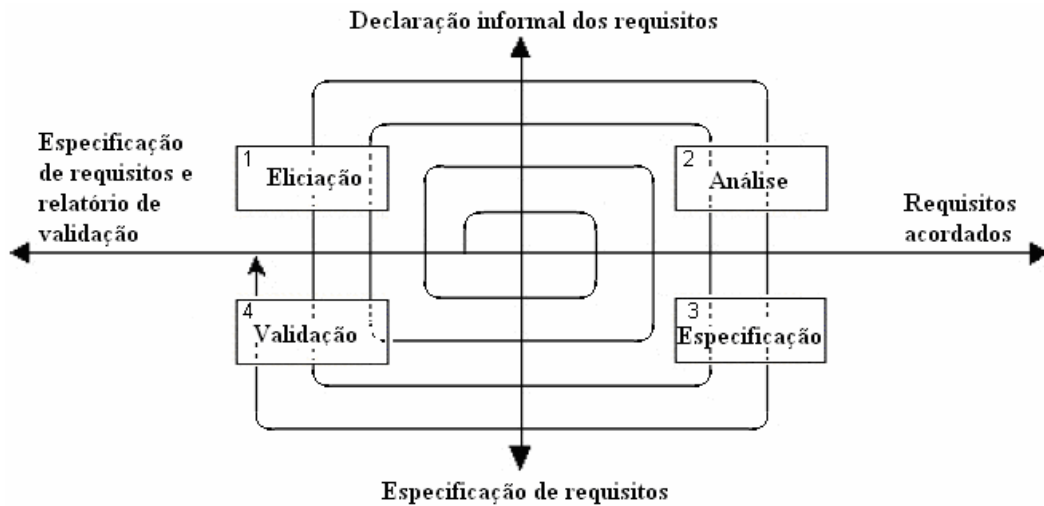


Figura 2.1.a — Ciclo para especificação de requisitos

Fonte: adaptado de Lorentz (2003, p.23)

Para o propósito do presente trabalho, assume-se que todos esses papéis citados pelos autores acima referenciados podem fazer parte da função do analista de sistemas. Por definição, entretanto, a análise supõe a existência de um sistema. Então, não é razoável a idéia de se chamar de análise de sistemas as atividades de projeto da solução, que envolvem, entre outras coisas, a análise dos requisitos já eliciados pelo processo de análise de sistemas propriamente (vide figura 2.1.b, para melhor entender esse aspecto) e nem tampouco chamar de análise de requisitos os processos responsáveis pela eliciação dos problemas.

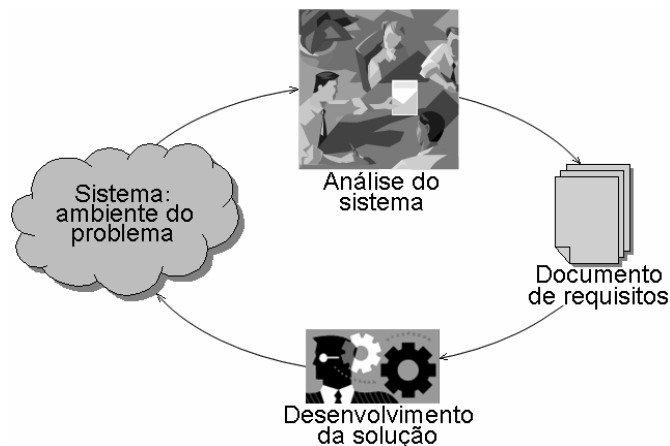


Figura 2.1.b — Análise de sistemas para gerar requisitos de software

Fonte: dados primários (2006)

Dessa forma, para os efeitos da presente tese, conceitua-se análise de sistemas como o conjunto de processos responsáveis pela aquisição de conhecimento sobre algum sistema existente, processos esses que são baseados em métodos capazes de ampliar a percepção do analista sobre o sistema em estudo. O propósito da análise até terá vistas à identificação dos requisitos do *software* a ser construído, mas estará buscando, primordialmente, a identificação clara do problema. Sendo assim, tanto a eliciação (enquanto estímulo para que a realidade se revele), quanto a análise, enquanto aplicação de juízo sobre a realidade revelada, serão genericamente chamados de análise de sistemas, no presente trabalho.

Como visto, os métodos de análise, em sentido lato, são mais amplos do que as técnicas de eliciação. Como exemplos de métodos de análise podem ser citados o método de Morin (MORIN, 1998, 1999, 2001, 2002), o método de Senge, com seus arquétipos de sistemas (SENGE, 1990) e também os métodos já tradicionais da área de desenvolvimento de software, como a Análise Estruturada (DeMARCO, 1989; DAVIS, 1987; GANE & SARSON, 1983), a Análise por Protótipos (YOURDON, 1990), a Análise Orientada a Objetos (SHLAER & MELLOR, 1990; BOOCH, 1986) e os chamados Métodos *Soft Systems* (CHECKLAND, 2000).

Já as técnicas de eliciação podem compreender, por exemplo, (i) entrevistas e questionários com pessoas que podem ter informações úteis sobre o sistema em questão; (ii) observações pessoais, do analista sobre o sistema (através de leituras de documentos e de coleta de dados junto a clientes, por exemplo) e (iii) reuniões com a participação ativa das pessoas que estão de alguma forma envolvidas com o sistema a ser analisado, através de técnicas como *Brain Storming* e desenvolvimento de cenários. Com outras palavras, as técnicas de eliciação operam como instrumentos especializados em fazer com que a realidade se revele ao analista. Delas depende a forma como o analista percebe os aspectos essenciais do sistema que está sendo analisado e é a esse o ponto que se deseja chegar. Então, o foco do presente trabalho é a eliciação da realidade, em que pese o seu título seja mais amplo, utilizando-se o termo “análise” e não, especificamente, uma das partes da análise, que é a eliciação.

2.2 Por que análise de sistemas de “conhecimento” e não de “informações”?

A figura 2.2.a é um modelo que representa a forma como, no presente trabalho, se entende a relação entre as diversas dimensões cognitivas (o conhecimento em si, os sistemas de informações, as pessoas, os métodos de análise etc.) que formam o “complexus” (MORIN, 1991, p.17) dos sistemas de conhecimento. Nessa modelagem está-se adotando um diagrama de classes de objetos, de acordo com a Linguagem de Modelagem Unificada (UML – *Unified Modeling Language*) de Booch, Jacobson & Rumbaugh (1997).

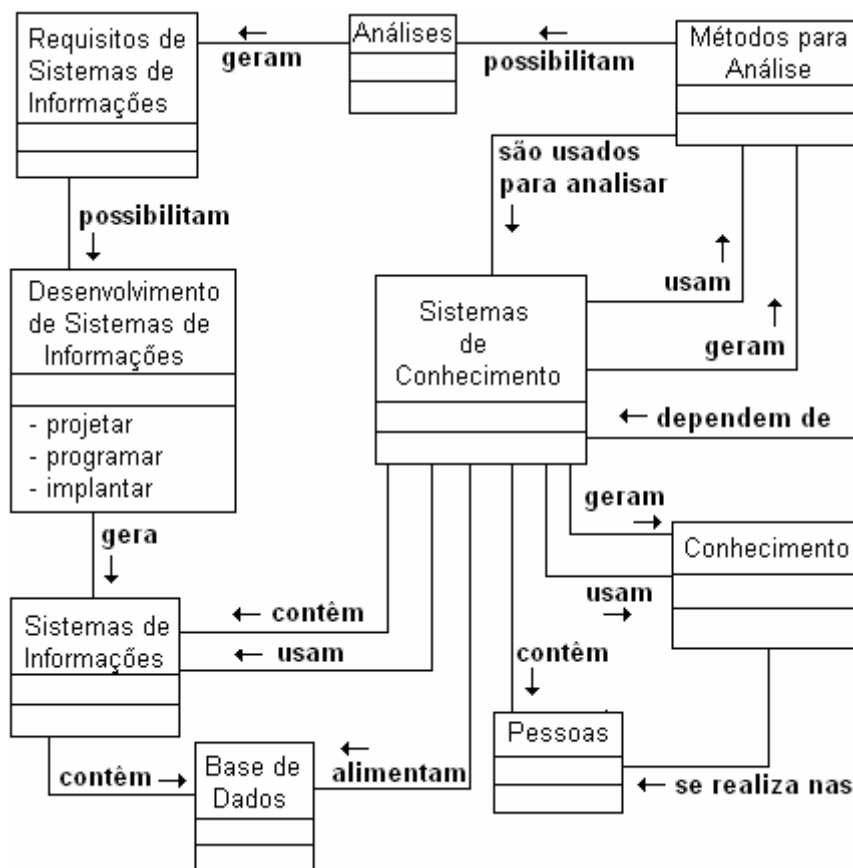


Figura 2.2.a — Uma interpretação dos sistemas de conhecimento com alguns de seus elementos internos

Fonte: dados primários (2006)

A regra básica para se fazer a leitura desse diagrama é a de que, a partir do sentido das setas nas ligações (da figura 2.2.a tome-se como exemplos: “geram”, “usam”, “contêm” etc.) entre as classes (caixas), são formadas sentenças onde a origem da seta determina o primeiro elemento da sentença, a expressão ligada à seta o segundo elemento e o destino da seta (para onde ela aponta) o terceiro elemento. Dessa forma, obtêm-se sentenças como: (i) Análises – geram –

Requisitos de Sistemas de informações; (ii) Sistemas de Conhecimento – usam – Métodos de Análise; (iii) Sistemas de Informações – contêm – Base de dados; (iv) Conhecimento – se realiza nas – Pessoas etc.

Observando esse modelo, pode-se perceber que os métodos de análise são derivados dos sistemas de conhecimento e a eles destinados, sendo que esses, por sua vez, se alimentam através dos sistemas de informações e dos processos de análise, não havendo, desse ponto de vista, nenhuma possibilidade de independência entre a análise, o conhecimento e os sistemas de informações, a não ser para fins representacionais e didáticos. Esse aspecto é de fundamental importância no contexto do presente trabalho, para que fique clara a perspectiva de que os processos de análise são para analisar sistemas de conhecimento, com vistas ao desenvolvimento de sistemas de informações (essa também é a razão de o título dessa tese ser “método para análise de sistemas de conhecimento” e não “método para análise de sistemas de informações”). Como os sistemas de conhecimento se realizam nas pessoas e dependem da relação entre as pessoas (POZO, 2003), também será utilizado, adiante nesse trabalho, o termo “psico-social” para se referir a esse tipo de sistema.

2.3 A incerteza nos métodos de análise de sistemas de conhecimento

De uma forma geral, os métodos de análise de sistemas são baseados em heurísticas que, diferentemente de processos baseados em algoritmos, freqüentemente produzem resultados satisfatórios, mas não podem garanti-los (DeMARCO, 1989, p. 315). Esse aspecto torna-se ainda mais acentuado quando o objeto de estudo é o próprio sistema de conhecimento, porque, como já foi dito e o modelo da figura 2.2.a demonstra, é praticamente impossível a separação entre o processo de análise dos sistemas de conhecimento e os sistemas de conhecimento em si.

A perspectiva de Maturana & Varela (1995) sobre essa questão é a de que os processos de aquisição de conhecimento sobre os sistemas de conhecimento colocam os filósofos e cientistas “numa situação inteiramente circular, que produz certa vertigem parecida com o efeito da gravura de Escher” (vide figura 2.3.a). A essa circularidade Maturana & Varela (1995, p. 18) dão o nome de “tautologia

cognoscitiva”, que seria uma “definição não especificada por variáveis independentes da própria definição”.

O problema é que essa “definição não especificada por variáveis independentes da própria definição” faz com que os argumentos acabem por se basear em si próprios, criando a sensação de falta de referências absolutas³ sobre as quais são construídas as descrições resultantes da análise, fazendo com que essas descrições pareçam sem substância. Conforme esses pesquisadores, “a sensação é de não termos um ponto de referência fixo e absoluto, onde ancorar nossas descrições e assim afirmar e defender sua validade” (MATURANA & VARELA, 1995, p. 258).

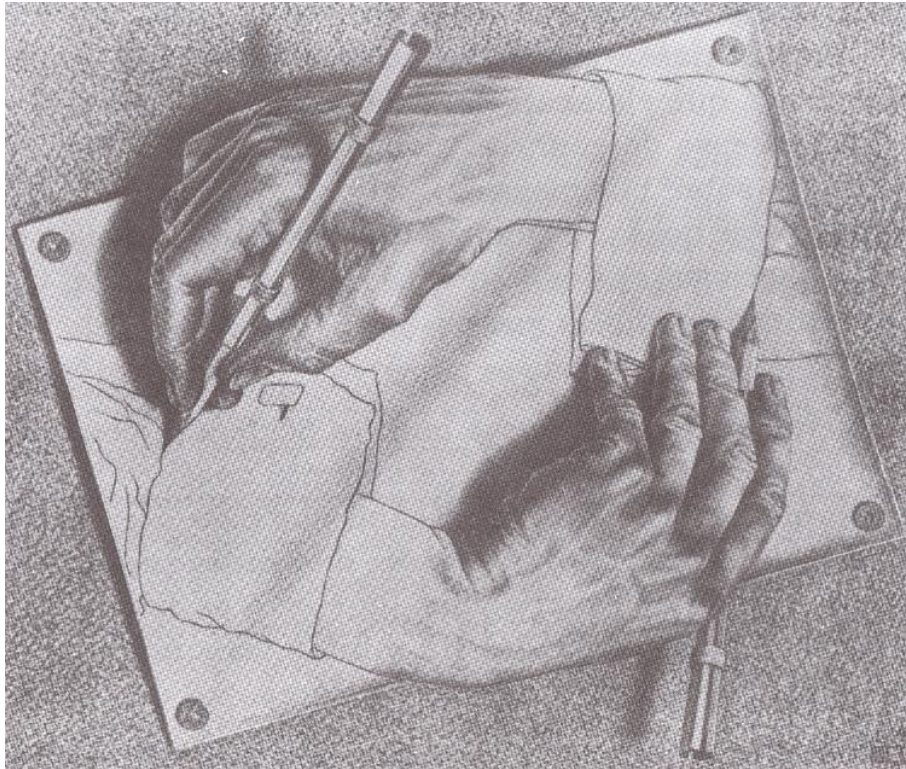


Figura 2.3.a – Mãos que desenham, de M.C.Escher.
Fonte: Maturana & Varela (1995, p.68).

Para Pozo (2004, p. 32), o conhecimento se estabelece como um fenômeno, a partir da existência de pelo menos outros dois sistemas, que seriam os sistemas sociais e os sistemas biológicos humanos. Quer dizer, diferente de uma coisa ontológica em sentido lato, o conhecimento surge pela complexidade do relacionamento desses dois outros sistemas. Para ele, o conhecimento é gerado a

³ Esse aspecto é elucidado na argumentação adiante, quando será tratado sobre a importância das teorias na forma como são percebidos os sistemas

partir da circularidade na relação entre a mente (biológica) e os sistemas sociais, sendo isso coincidente com o raciocínio de Maturana & Varela (1995), que também afirmam que, ao tentar conhecer o conhecimento, o analista funde as dimensões biológicas (mente) e psico-sociais, estabelecendo-se o sistema de conhecimento como a complexidade resultante desses relacionamentos (MATURANA & VARELA, 1995, p. 260). Entretanto, de uma forma mais objetiva, Pozo (2004) evita a acima mencionada “tautologia cognoscitiva” de Maturana & Varela (1995), estruturando os elementos do processo de aquisição de conhecimento como um sistema de influências mútuas entre (i) aquisição de experiência, (ii) desenvolvimento da mente e (iii) formalização do conhecimento na explicitação (lato senso, descrição para o ensino e para a aplicação). Desse ponto de vista, os novos conhecimentos exigem novos sistemas explícitos de representação (para ele, o conhecimento só se estabelece se o seu conteúdo puder ser explicitado), (iv) resultando na (re)formatação da mente para que essas representações possam ser acomodadas, o que (v) possibilita a aquisição de novos conhecimentos, reiniciando o ciclo (isso pode ser observado na figura 2.3.b).

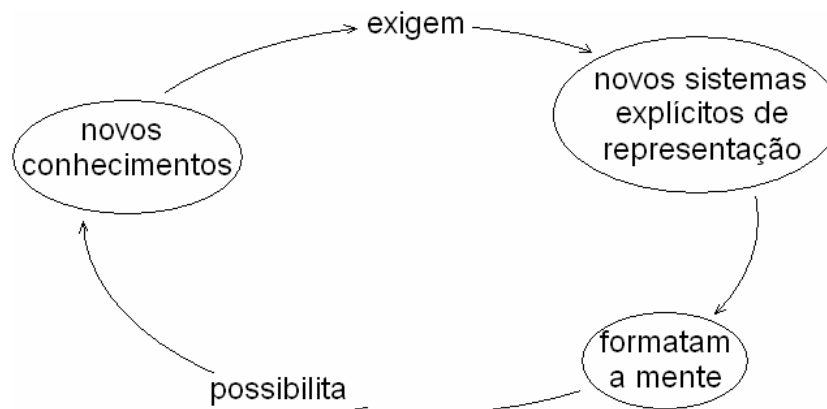


Figura 2.3.b — Sistema de aquisição de conhecimento de Pozo
 Fonte: adaptado de Pozo (2004, p. 32).

Além do modelo de aquisição e desenvolvimento do conhecimento representado no modelo da figura 2.3.b, Pozo (2004) afirma que os sistemas de conhecimento podem ser entendidos de, pelo menos, três formas. A primeira refere-se ao processo que ocorre no indivíduo e que ele chama de relação entre o aprendizado implícito e o explícito. A segunda forma é a integração do conhecimento explícito dos indivíduos na sua relação social, nesse caso recebendo também o nome de cultura. A terceira forma ocorre somente na dimensão social,

ambiente em que se integra o conjunto de saberes, formando o “complexus” da relação dialógica entre esses conhecimentos, concordando com o ponto de vista de Morin (1998, p.145). Nessa terceira forma é que se encontram os problemas de mudanças e necessidade de adaptação dos sistemas sociais, também parte do escopo do presente trabalho. Esse aspecto, entretanto, não poderá ser esgotado numa tese de doutorado, dada a necessidade de foco em um ponto específico de investigação e esse foco passará a ser desvendado na seqüência.

2.4 As questões da epistemologia

O conhecimento é algo que fascina os seres humanos possivelmente desde que ele se tornou o objeto de suas próprias considerações. Sobre esse assunto, existem referências que remontam a mais de 1300 anos a.C. (v. Bíblia, livro de Gênesis, “a Árvore do Conhecimento”), mas talvez a principal herança do Ocidente nessa área se deva aos filósofos gregos da Antigüidade (principalmente entre os séculos V e III a.C.), que se interessaram profundamente por esse tema, sendo que alguns de seus pontos de vista servem ainda hoje como parte do fundamento daquilo que a filosofia e a ciência do Ocidente entendem sobre o conhecer e sobre outras expressões relacionadas ao conhecer, como o pensar, o saber, o discernir, o entender, o compreender, a inteligência e a consciência (NICOLA, 2005).

Fazendo-se uma análise do legado desses pensadores, aparentemente o problema fundamental do conhecimento é a verdade primeira, a episteme, a “verdade absolutamente certa” (SVEIBY, 1998, p.35). A partir dela, os demais aspectos da epistemologia estariam relacionados à estruturação dos raciocínios que levam à compreensão de como surgem os fenômenos e como se estabelecem as variações ontológicas (BARSA, “Epistemologia”; POZO, 2003; NICOLA, 2005).

Sendo assim, surgem duas questões fundamentais na epistemologia: (i) o argumento fundamental (ou a verdade primeira), sobre o qual os raciocínios podem ser construídos sem que erros estruturais sejam cometidos, procurando-se, também, evitar as tautologias cognoscitivas de Maturana & Varela (1995), e (ii) os próprios raciocínios, que possibilitam explicações suficientemente adequadas a cada contexto, sobre como os sistemas passam à existência e também o que os leva de uma complexidade a outra, enquanto procuram deter o processo entrópico

que os levaria ao desaparecimento (BERTALANFFY, 1975; KATZ & KAHN, 1974; POZO, 2003).

Especificamente, é somente essa segunda questão que está relacionada ao mérito do presente trabalho, uma vez que a preocupação é sobre como as coisas são levadas a serem o que são (como processo) e não a verdade primeira, a episteme. Dessa forma, a busca é por respostas positivas sobre algum catalisador, capaz de acelerar o processo de aquisição de conhecimento sobre a realidade dos sistemas de conhecimento e que possa (i) ser ensinado em disciplinas de análise de sistemas das universidades e (ii) aproveitado nos processos de análise do dia-a-dia dos profissionais de desenvolvimento de sistemas de informações.

Apesar disso, para se preservar, na presente tese, o caráter da filosofia da ciência, um rápido desvio será conveniente, no sentido de se compreender o que seria essa “verdade absolutamente certa”.

2.5 Pressuposto epistemológico dessa tese

O pressuposto epistemológico fundamental do presente trabalho está naquilo que permitiu a Heisenberg (1996, p. 96) chegar ao princípio da incerteza, de que são as teorias que decidem a forma como se percebe a realidade. Ressalva se faz necessária, entretanto, de que esse pressuposto não nega aquilo que lhe é complementar. Se, por um lado, as teorias determinam como se percebe a realidade, por outro elas comportam incertezas ou “cegueiras cognitivas”, de acordo com Morin (1998, p.166).

O esquema da figura 2.5.a busca demonstrar como as teorias se relacionam à realidade. Por um lado, as teorias determinam como a realidade é percebida e, por outro, elas próprias não são inferidas da realidade em si, mas também da percepção que o teórico tem da realidade. Dessa forma, se estabelece uma dependência mútua entre a inferência que gera a teoria (inferência essa que é a partir da percepção da realidade e não da realidade em si) e a dedução da forma como se percebe a realidade (dedução essa que é determinada pela teoria inferida). Tanto a inferência quanto a dedução referem-se à percepção da realidade e não à

realidade em si e isso é o que faz com que as teorias comportem incertezas acerca da realidade (MORIN, 1998, p.166).

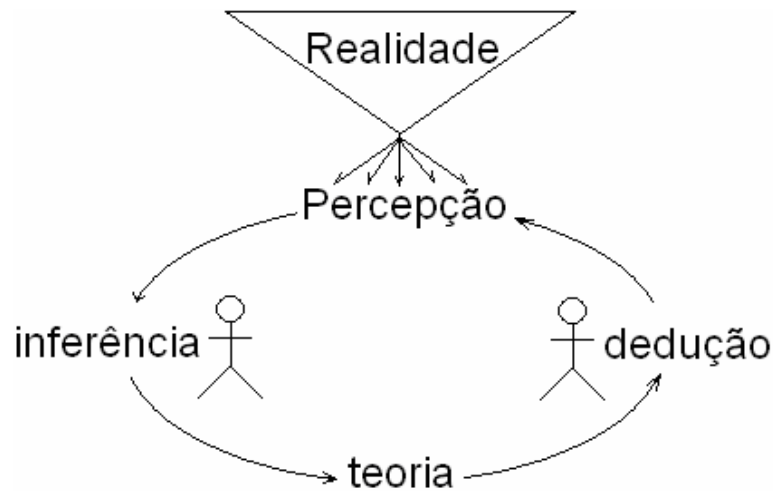


Figura 2.5.a — Teorias baseiam-se na percepção e determinam a percepção
Fonte: dados primários (2006)

A episteme (ou verdade absolutamente certa) universal estaria relacionada à realidade em si e nesse ponto é que se estabelece um limite para a filosofia da ciência. Na verdade, as pesquisas científicas têm a capacidade de se mover sem discutir a filosofia da ciência. Em outras palavras, a ciência enquanto *organum* (instrumento) a serviço da humanidade, não especula sobre alguma verdade absoluta. Ela está, muito propriamente, preocupada com os problemas a resolver e o rigor do método. A preocupação com o limite da ciência é da filosofia da ciência, por saber que, por princípio, todos os raciocínios, por mais virtuosos e honestos que sejam, dependem da percepção (ainda que através de extensões tecnológicas dos cinco sentidos básicos dos seres humanos) e isso se impõe em função da condição a que a ciência precisa se submeter, para que mantenha a sua validade: o imperativo da verificação (MORIN, 1998, p. 176).

Até grandes nomes da ciência ofereceram oposição às conclusões sobre a impossibilidade de a ciência alcançar as descrições absolutas da realidade, como o próprio Einstein que relutou em aceitar o caráter essencialmente estatístico dessa *nova* ciência que se desenvolveu na primeira metade do século XX, a partir da qual seria impossível, por princípio (no caso, o princípio da incerteza de Heisenberg) conhecer as "coisas em si" (*Ding an sich* de Kant), mas apenas a possibilidade de sua existência (BOHR, 2000, p. 59; HEISENBERG, 1996, p. 97). Por fim, Einstein acaba por se render a essa conclusão, por um lado afirmando que

é porque cremos (não porque temos provas) na existência de um mundo real além de nossas percepções que a ciência se move, sendo esse o mais poderoso dispositivo heurístico da ciência (WEINBERG, 2001, p. 54) e por outro lado admitindo a possibilidade de que talvez não seja possível conhecer as coisas em si, isso se impondo como resultado duradouro da relação de incerteza de Heisenberg (EINSTEIN, 1953, p.153).

Assim, se de alguma forma fosse possível transcender a dimensão da percepção para se ter acesso à realidade das coisas em si, então seria também possível se desvendar uma teoria universal que suportaria, sem possibilidade de engano, os raciocínios que explicam a existência dos sistemas. Como isso não é possível, na medida em que a ciência precisa se submeter ao imperativo da verificação para manter a sua validade (MORIN, 1998, p. 176), é conveniente que não se esqueça da advertência de Whitehead, de que “tomamos, por engano, as nossas abstrações por realidades concretas” (MORIN, 1998, p. 172).

A importância dessas constatações para o contexto do presente trabalho se estabelece na medida em que um dos mais importantes princípios da ciência é questionado nessa tese: o princípio da causalidade. Como dito anteriormente, o foco do presente trabalho é a eliciação da realidade. Os métodos de análise encontram-se agudamente na dependência da forma como se percebe a realidade, uma vez que, percebida a realidade de uma forma inconveniente, todos os demais passos dos métodos de análise estarão comprometidos, por mais engenhosos que sejam esses métodos, como é o caso dos métodos *Soft System* de Checkland.

Dessa forma, a presente argumentação tem como propósito advertir que o princípio da causalidade, base do “jeito” mecanicista de se ver o mundo, não é uma representação da realidade em si, em que pese seja tão universal, pela gama de fenômenos para os quais consegue dar explicações extremamente razoáveis, que até pareça que sim. O princípio da causalidade, como outro sistema de idéia qualquer (MORIN, 1998, p. 163), também não é mais do que uma forma de se perceber a realidade. Enquanto não houver disposição em se considerar a possibilidade de que ele talvez tenha alcançado o seu limite ao operar como base na análise dos sistemas de conhecimento, também será de extrema dificuldade a

transposição da ciência dos sistemas para um nível de abstração superior ao que se consegue atualmente.

2.6 As teorias

As descobertas mais recentes nas ciências básicas (como a física) indicam não ser razoável, como bem lembra Grenz (1999, p. 25), imaginar que o mundo real é “simplesmente um dado objetivo que está ‘lá fora’ à espera de ser descoberto e conhecido”. Grenz adverte que “a realidade é relativa, indeterminada e participável” (*Id.ib.*, p.25). Esse ponto de vista se impõe ao se perceber que o que se conhece é a partir de percepções sobre as coisas (supostamente objetivas) e não as coisas em si. Nesse sentido, existiria uma complexidade própria dos fenômenos reais, supondo-se que eles estão de fato lá fora, além das percepções humanas (WERNER, 1997, p. 22), outra complexidade entre os sinais gerados a partir desses fenômenos lá de fora e os instrumentos perceptores (órgãos sensoriais humanos, por exemplo) e ainda uma terceira complexidade, resultante da relação entre a informação imanente entre esses instrumentos perceptores e o conhecimento pré-existente, surgindo disso uma nova complexidade, um novo sistema, um novo conhecimento. Nesse contexto, Morin afirma que não é possível se chegar ao conhecimento complexo afastando o conhecente do conhecido. Sujeito e objeto não podem ser separados. Em suas palavras “o conhecimento se torna, assim, necessariamente uma comunicação, um circuito, entre um conhecimento (de um fenômeno, de um objeto) e do conhecimento deste conhecimento” (MORIN, 2002, p.467), caracterizando, novamente, o problema acima definido como tautologia cognoscitiva. De acordo com Rodríguez & Arnold (1991), Maturana afirma que as experiências e percepções humanas só podem ser conhecidas a partir do próprio conhecimento humano, sendo essa a expressão do próprio limite da ciência, uma vez que “o conteúdo do conhecimento é o próprio conhecimento. Para além disso, não é possível dizer nada” (RODRÍGUEZ & ARNOLD, 1991).

Como tem sido dito, as teorias não são representações da realidade em si, mas de percepções que se têm da realidade. Heisenberg (1996, p. 79) afirma que é somente através da teoria que é possível, a partir das impressões sensoriais, deduzir os fenômenos subjacentes. Na verdade, a relação de incerteza de

Heisenberg diz respeito ao mundo subatômico, mas Maturana & Varela (1995) e Luhmann (1997) chegam à conclusão semelhante quando se tenta conhecer, respectivamente, o conhecimento e os sistemas sociais: o instrumento perceptor não só influencia o fenômeno em estudo, como, na verdade, o estabelece, sendo impossível, por princípio, a separação entre objeto percebido e sujeito perceptor, com um nível de certeza além do suficientemente adequado às necessidades do dia-a-dia. Dessa forma, a ciência admite a possibilidade da episteme, mas sabe que ela não pode ser alcançada por seus métodos.

2.7 Teoria dos sistemas

O conceito de sistema recebeu muito impulso ao longo do século XX, nomeadamente com o biólogo Ludwig Von Bertalanffy e a sua Teoria Geral dos Sistemas – TGS (BERTALANFFY, 1975). Perceber a realidade a partir da perspectiva da teoria de sistemas foi de fundamental importância para o avanço da ciência no século passado. Algumas das noções hoje disponíveis na área da epistemologia, como o conceito de autopoiesis de Maturana & Varela (1995), na da teoria das organizações, como a psicologia social das organizações de Katz & Kahn (1974), na teoria geral dos sistemas sociais de Luhmann (1997) e os próprios desdobramentos da cibernética de Wiener (de acordo com LATIL, 1973), devem muito de suas estruturas à TGS.

A TGS não escapa à lógica dos conceitos acima descritos sobre as teorias de uma forma geral. Também da TGS muitas vezes se faz a ideia errônea de que ela representa a natureza das coisas em si. Comentando os desenvolvimentos mais recentes na teoria de sistemas de Niklas Luhmann, Neves (1997, p.11) chama a atenção de que “reduzir a complexidade é tarefa principal dos sistemas”. Dado o que já foi exposto sobre a incerteza que envolve a realidade em si, essa redução não se refere à complexidade dos fenômenos do mundo real, mas à redução das complexidades (i) entre os sinais desses fenômenos reais e os instrumentos perceptores e (ii) da relação entre a informação imanente entre a percepção e o conhecimento pré-existente na mente do conhecente.

Estrito senso, de acordo com Morin (1998, p. 163), uma teoria não é algo diferente de, em si mesma, também um sistema, no caso um sistema de ideias.

Para ele, as teorias são sistemas de idéias que operam como “mediadores entre os espíritos humanos e o mundo”. Simultaneamente, um sistema define-se como teoria, no sentido de que os sistemas não se referem à realidade em si, mas apenas às formas de se descrever as percepções do mundo (LUHMANN, 1997).

2.7.1 Conceituando sistema

De acordo com Premebida & Almeida (2003, p.1), a palavra “sistema” vem do grego *sýstêma* e significa “colocar em conjunto” (advérbio *sýn*, que significa “todos juntos” mais o verbo *histêmi*, que significa “colocar”). Bertalanffy (1975, p.84) define sistema como “um complexo de elementos em interação”. Para ele, se um determinado elemento tem comportamentos diferentes de acordo com os relacionamentos que mantêm, então há interação e, nesse caso, complexidade. Dessa forma, para Bertalanffy os conceitos de sistema e de complexidade não são independentes, mas um supõe o outro.

De acordo com Uhlmann (2002, p.10), para Leibniz sistema seria “o repertório de conhecimentos que não se limitasse a ser um simples inventário, mas que contivesse suas razões ou provas e descrevesse o ideal sistemático”. Ainda de acordo com Uhlmann (2002, p.10), para Wolff e para Kant, os sistemas são conjuntos de “verdades ligadas entre si e com seus princípios” (concordando com Morin (1998, p. 163) para quem, como dito acima, entende as teorias como sistemas de idéias), acrescentando que do ponto de vista de Kant seria necessária, ainda, a determinação de uma finalidade ou objetivo (de acordo com o sentido estabelecido pela teleologia). Esses conceitos também são coincidentes com as conclusões de Heisenberg (1996) e Katz & Kahn (1974), para quem, além desses aspectos, também têm muita relevância as questões relacionadas à totalidade organizada, própria dos sistemas (na medida em que os efeitos atuam sobre seus fatores, dando ao sistema uma finalidade, sem a qual se manteria o caos, de acordo com Latil, 1973, p. 142).

2.7.2 Caracterizando os sistemas

Os conceitos acima estabelecidos poderiam, então, levar à conclusão de que o emprego dos termos “teoria” e “sistema” pode ser feito indistintamente? Não. A

questão é sobre o que caracterizaria a diferença entre as teorias de uma forma geral e a teoria dos sistemas especificamente. De fato, é possível se deduzir da bibliografia sobre o assunto que, lato senso, tudo pode ser visto pelo viés da teoria dos sistemas. Entretanto, a preocupação central da teoria de sistemas está na identificação do que faz com que algo possa ser percebido como um ser, como um indivíduo, ontologicamente falando. Essa preocupação é evidente no trabalho de Bertalanffy (1975) e isso o leva a dividir os sistemas em dois grupos: os sistemas fechados e os abertos.

De acordo com Katz & Kahn (1974), todos os sistemas tendem, naturalmente, ao equilíbrio termodinâmico (o que caracterizaria o seu desaparecimento ou sua morte). Isso se deve a um fenômeno conhecido com entropia, sendo que “o processo entrópico é uma lei universal da natureza, no qual todas as formas de organização se movem para a desorganização ou morte” (KATZ & KAHN, 1974, p. 37). Os dois grupos de sistemas de Bertalanffy são estabelecidos a partir desse conceito de entropia.

O primeiro grupo é o dos sistemas fechados, que podem ser modelados através das leis da física tradicional, não carecendo da TGS e podendo ser tratados como objetos de pesquisa por outras teorias (podendo ser inclusive elementos ou processos dentro de algum sistema aberto). O segundo grupo são os sistemas abertos, que teriam a capacidade de deter a tendência ao equilíbrio termodinâmico, ou, seriam capazes de deter o processo entrópico acima referido, através da importação de energia e informações, para a sua sobrevivência e até mesmo crescimento, opondo-se à tendência natural de desaparecer. Esses sistemas englobam os sistemas biológicos e os psico-sociais, podendo ser genericamente chamados de sistemas vivos (BERTALANFFY, 1975, p. 181; KATZ & KAHN 1974, p. 34-37).

Estabelecidos esses dois grupos, os sistemas abertos passam a ser o alvo primordial da TGS e essa também passa a ser a característica mais marcante dos sistemas: a capacidade de importar suas fontes de energia, mantendo relações de trocas com o meio ambiente, mas não necessariamente dependendo da vontade do meio para que possa existir (BERTALANFFY, 1975).

De acordo com Bertalanffy (1975, p. 134) e Katz & Kahn (1974, p. 35), existem nove características que diferenciam um sistema aberto de um fechado. O sistema aberto:

- (i) tem capacidade de importar energia;
- (ii) possui dispositivos capazes de transformar a energia importada;
- (iii) parte da energia que foi transformada é exportada para o meio ambiente (eventualmente em alguma forma do interesse do meio ambiente);
- (iv) mantém esse intercâmbio de troca de energia com o meio de forma constante, caracterizando a reativação do sistema em ciclos de importação e exportação de energia;
- (v) tem capacidade de importar mais energia do que é exportado, caracterizando-se com isso a entropia negativa;
- (vi) é capaz de selecionar as entradas, através de processos de codificação, admitindo como entrada, além de energia, informações sobre o meio ambiente e também informações da sua própria relação com o meio ambiente. Especificamente, essas informações são chamadas de retroinformações negativas e também são referidas genericamente como retroação e *feedback* (sobre essa característica é dedicado um espaço especial, adiante);
- (vii) é capaz de se opor às forças concorrentes, mantendo firme o seu estado geral, através de sua adaptação às variações do meio ambiente, por intermédio de processos homeostáticos (homeostase dinâmica);
- (viii) tem tendência à diferenciação e à elaboração, na medida em que importa mais energia do que a necessária para se manter e
- (ix) é capaz de alcançar por uma variedade de caminhos, o mesmo estado final (isso é chamado de eqüifinalidade).

2.7.3 Desdobramentos recentes sobre a teoria de sistemas

Se para Bertalanffy os sistemas vivos teriam diversas características importantes, Senge (1990) entende que os sistemas devem ser percebidos principalmente pela sua capacidade de reativação em ciclos de importação e exportação de energia, estendendo essa característica também aos ciclos de influência e de transferência de controle. Explorando o conceito de círculos de causalidade, ele desenvolve toda uma disciplina orientada por esse aspecto. Para ele, o raciocínio mais adequado para se compreender e daí agir sobre a realidade social com o propósito de controlá-la, supõe a descoberta das diversas relações que se fecham em círculos de causalidade, reativando o sistema. De acordo com o seu ponto de vista, isso é o que seria um sistema. Para ilustrar essa questão pode-se utilizar um de seus esquemas, que representa os movimentos que levaram os soviéticos e americanos à escalada armamentista. A figura 2.7.3.a representa o crescimento do poderio armamentista americano e soviético e a figura 2.7.3.b é o arquétipo geral desse tipo de círculo de causalidade. Especificamente para o propósito dessa tese, o importante na teoria de Senge (1990) é que os seus modelos são agudamente dependentes do conceito de causa-e-efeito. De acordo com ele, supostamente a dificuldade em se resolver determinados problemas nos sistemas psico-sociais se deve à falta de percepção de que causa e efeito são sutis e os efeitos em longo prazo não são óbvios (SENGE, 1990, p. 78).

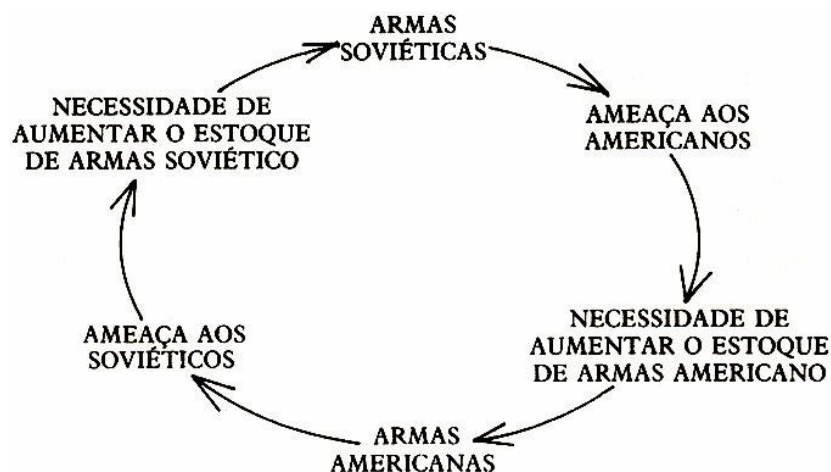


Figura 2.7.3.a — Círculo de causalidade

Fonte: Senge (1990, p. 78)



Figura 2.7.3.b — Arquétipo de escalada
 Fonte: Senge (1990, p. 344)

Já para Maturana & Varela (1995) a característica mais importante dos sistemas biológicos e dos psico-sociais é a autopoiesis. Autopoiesis é um termo que eles usam para designar “produção de si” e “a característica mais marcante de um sistema autopoietico é que ele se levanta por seus próprios cordões e se constitui como distinto do meio circundante mediante sua própria dinâmica” (MATURANA & VARELA, 1995, p. 87).

Para que Maturana & Varela (1995) (e mais tarde Luhmann, 1997) pudessem sustentar a conclusão de que essa seria a característica mais importante dos sistemas vivos, eles tiveram que dotar esse conceito com mais dois aspectos: os sistemas vivos seriam auto-referenciados e operacionalmente fechados (cuidado deverá ser tomado para não confundir o aspecto de “sistema operacionalmente fechado” com o conceito de “sistema fechado” anteriormente definido). Esses dois aspectos indicam que a determinação da estrutura interna do sistema não se dá de fora para dentro, como efeito de alguma causa no meio. As operações nos sistemas autopoieticos se dariam internamente não por continuidade a alguma causa do meio, mas por sua própria disposição de fazer frente a alguma “irritação” causada pelo meio.

Para Luhmann (1997), a característica mais importante dos sistemas vivos é a de que eles definem-se por diferenciação em relação ao ambiente, por intermédio de dispositivos de seleção e de conseqüente alinhamento de funções equivalentes entre si. Interessantemente, Bertalanffy (1975, p. 138) de certa forma também caracteriza os sistemas abertos assim como essas conclusões mais recentes. De acordo com ele, não se pode dizer que as transformações no interior de um sistema

se estabelecem a partir de algum agente externo (concordando com as conclusões de Maturana & Varela, 1995) e a diferenciação de um sistema em relação ao seu entorno é devida a leis internas de organização (concordando com Maturana & Varela, 1995 e também com Luhmann, 1997). Em outras palavras, existe unanimidade entre esses quatro pesquisadores de que um sistema se estabelece como um ser, ontologicamente falando, a partir de aspectos que lhe são internos, não sendo causados pelo meio onde se encontram inseridos (em parte contrariando as eficientes simplificações dos arquétipos de Senge, 1990).

2.7.4 O conceito de retroação e sua importância

Para Latil (1973, p. 55), talvez o conceito mais importante, desde a revolução industrial, para a teoria de sistemas e para a cibernética, seja o conceito de retroação (ou *feedback*). Na verdade, foi na revolução industrial que esse conceito teve uma aplicação importante, com o mecanismo regulador de Watt (vide esquema na figura 2.7.4.a), em que pese não tenha recebido a devida importância teórica até o advento da teoria de sistemas e da cibernética. Definido como “ação de um efeito sobre um de seus fatores” (LATIL, 1973, p. 56), esse conceito é o que estabelece a relação entre a teoria de sistemas e um dos méritos específicos da presente tese: a discussão do limite da causalidade na análise dos sistemas psico-sociais (ou de conhecimento, como já sugerido).

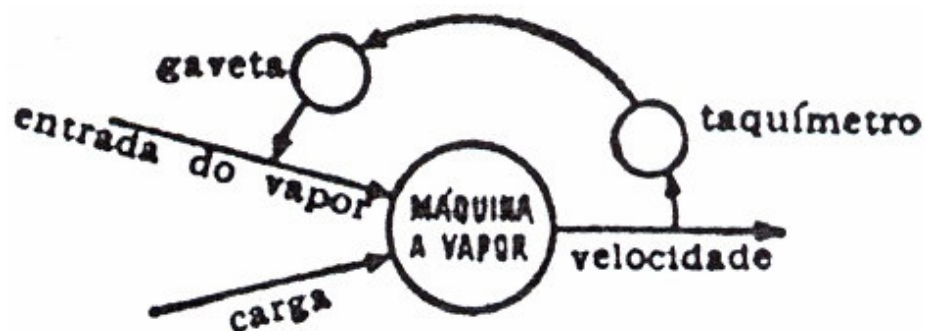


Figura 2.7.4.a — Retroação em uma máquina a vapor
Fonte: Latil (1973, p.57)

Bertalanffy (1975, P. 218) refere-se ao conceito de regulação retroativa como um modelo que se equiparou à teoria dos sistemas em geral, por haver sido desenvolvido em uma época em que a engenharia do controle estava em plena florescência. Para ele, entretanto, esse conceito seria apenas igualmente

importante, tanto quanto eram as demais características dos sistemas. Mais familiar na escola americana (BERTALANFFY, 1975, P. 218), o conceito de *feedback* foi fundamental no desenvolvimento da cibernética. De acordo com esse cientista, “o modelo básico é um processo circular no qual uma parte da saída é reenviada de volta, como informação sobre o resultado preliminar da resposta, para a entrada” (vide figura 2.7.4.b). Os modelos mais sofisticados podem ser obtidos como variações desse modelo básico, como é o caso do modelo que representa a regulação homeostática do nível de açúcar no sangue, representado na figura 2.7.4.c.

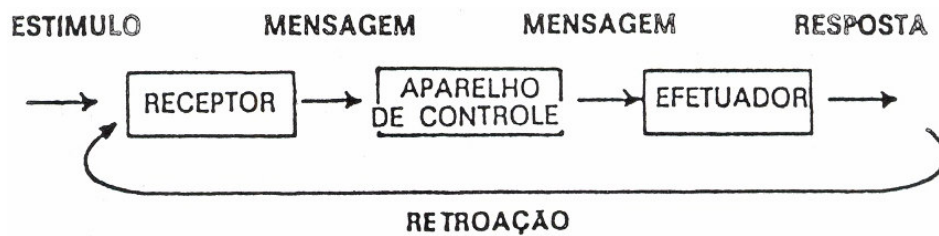


Figura 2.7.4b — Retroação simples
Fonte: Bertalanffy (1975, p.219)

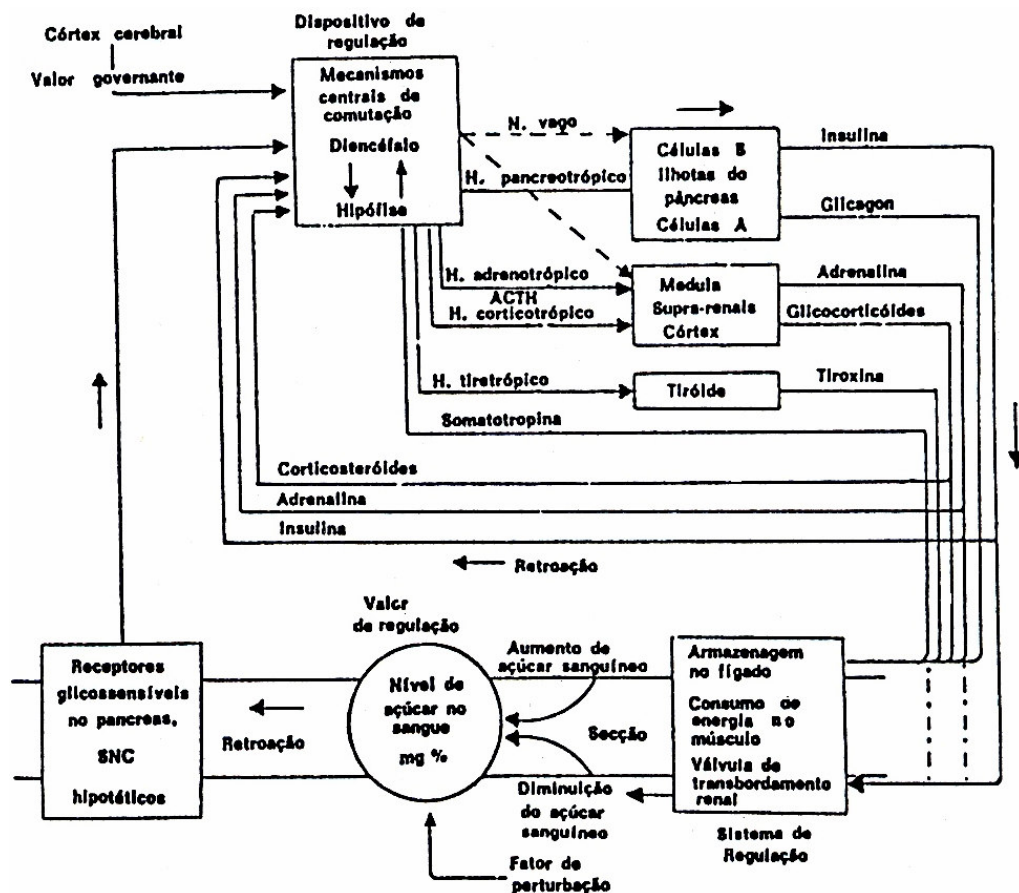


Figura 2.7.4.c — Regulação homeostática do nível de açúcar no sangue
Fonte: Bertalanffy (1975, p.219)

Latil (1973) descreve o conceito de retroação de uma forma mais simples. Observando-se a figura 2.7.4.d (modelo geral) e 2.7.4.a (exemplo de aplicação), a idéia de retroação supõe que são detectadas informações sobre um dos efeitos do processo de transformação e essa informação é interpretada por um reator que age sobre uma das causas do efeito. Dessa forma, a causa não mais produz o seu efeito, estabelecendo-se, por esse motivo, o sistema. Em outras palavras, um sistema se estabelece quando um de seus efeitos consegue, de alguma forma, se rebelar contra uma de suas causas, fazendo com que a causa já não mais produza o seu efeito. No exemplo da figura 2.7.4.a, a entrada de vapor não mais consegue produzir o seu efeito, que seria o aumento da velocidade. De acordo com Latil (1973, p. 144), dessa forma percebe-se “o que é a organização de um efeito: sua libertação progressiva diante de seus fatores (quer dizer, exatamente a aquisição da independência pelos seres vivos, segundo Claude Bernard)”.

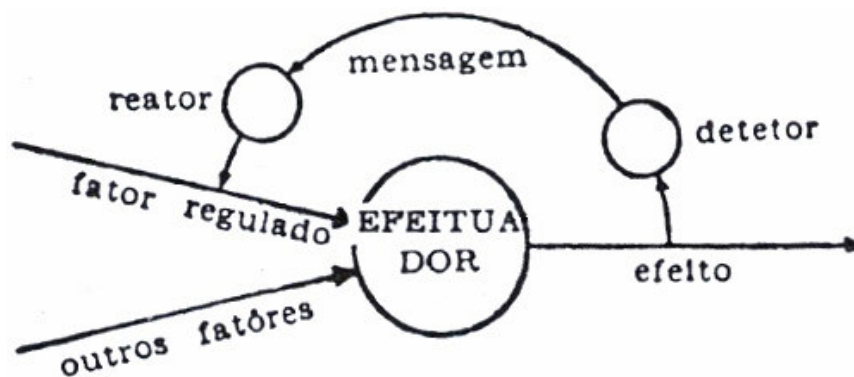


Figura 2.7.4.d — Modelo de retroação: o efeito é fonte de informação para o reator
Fonte: Latil (1973, p.57)

2.7.5 Percebendo o surgimento e as mudanças nos sistemas

Acima foi descrito o significado de sistema e de como esse conceito é aplicado como uma generalização de tudo o que possa ser considerado como ser (um ente, na terminologia da ontologia). A questão que se impõe agora é a respeito de como os sistemas surgem. Qual a sua origem? Dos conceitos apresentados até aqui, já é possível começar a deduzir uma resposta a essa questão, inicialmente pela negação do princípio que tem sido utilizado para esse fim, o princípio da causalidade.

É importante para o contexto do presente trabalho que fique bem caracterizada a diferença entre o surgimento de um sistema e a forma utilizada para se conhecer como os sistemas surgem. Essa advertência está sendo feita porque nunca é demais dizer que às vezes existem dificuldades para se entender que as teorias científicas não são representações da realidade em si, mas apenas modelos suficientemente adequados a um determinado contexto, usados para se estabelecer uma ligação entre o raciocínio e a própria realidade em si (e isso não é exclusividade dos ambientes não acadêmicos, como indicam pesquisas como a desenvolvida por Bastos Filho, 2003).

Muitas vezes, o aspecto observado é atribuído à própria natureza, não sendo compreendido que os aspectos são meramente os resultados de uma forma de se observar a realidade, ou, dito de outra forma, resultado da aplicação de um modelo (ou teoria) sobre a realidade (NÚÑEZ, NEVES & RAMALHO, 2005). O importante é que na ciência contemporânea aos poucos se reconhece o limite de se saber, com certeza absoluta, como são as coisas mesmas e essa conclusão “se impõe como um resultado duradouro da relação de incerteza de Heisenberg” (EINSTEIN, 1981, p.153).

Uma das bases para o desenvolvimento de sistemas de conhecimento capazes de auxiliar as empresas a adaptarem-se às mudanças do mercado consiste em que os analistas de sistemas compreendam os mecanismos que levam os sistemas sociais a serem diferentes entre um dado momento e outro (MIRAZITA, 2002 e CHRISTENSEN & ANTHONY, 2005). Entretanto, os processos de conhecimento que possibilitariam essa compreensão ainda não se encontram estabelecidos de forma absoluta, lançando os analistas (sobretudo nas questões que extrapolam a administração dos recursos do dia-a-dia das empresas, como os recursos financeiros, humanos, materiais etc.) num problema de difícil superação: não se conhecem os processos de migração porque também não se sabe, de forma absoluta, como o próprio conhecimento se estabelece e sem o domínio dessa questão não há segurança sobre o que se conhece das outras coisas, como os já mencionados processos de mudança (POZO, 2003 e MATURANA & VARELA, 1995).

Aprofundando-se na pesquisa sobre a questão da dificuldade na geração do conhecimento em situações de mudanças, encontram-se indícios (PASCALE, 2004) que apontam para a possibilidade dessa questão estar relacionada a um dos fundamentos dos métodos de análise (métodos, esses, entendidos como dispositivos dos processos cognoscitivos de uma forma geral): o princípio da causalidade. O que ocorre é que o hábito de analisar os processos organizacionais e, estrito senso, os processos de mudanças que levam os sistemas de um estado a outro (ou até mesmo que levam ao surgimento de um novo sistema), a partir de uma perspectiva causal (ou, quando pior, pela tentativa de decomposição da realidade social em suas partes componentes utilizando o método analítico cartesiano, como visto na introdução desse trabalho), faz com que os analistas nem se dêem conta da possibilidade de que as relações entre os elementos que estabelecem esses sistemas não sejam de fato causais e, mais, que essas relações talvez nem possam ser estabelecidas de forma absoluta, senão somente na mente do próprio analista (HEISENBERG, 1996, p.96 e MATURANA & VARELA, 1995, p.34).

2.7.6 Princípios: o núcleo das teorias

Se a observação é determinada pela teoria, como visto anteriormente, é a teoria quem decide o que podemos observar (HEISENBERG, 1996, p.96). São as teorias que permitem as previsões e a derivação de dispositivos para a manipulação da realidade. O que ocorre é que existem teorias que cumprem esse papel de forma tão adequada às necessidades humanas e que têm um alcance tão amplo em termos de número de fenômenos para os quais têm explicações razoáveis, que se tem a impressão de que elas se aproximam mais da realidade do que outras não tão abrangentes. A essas teorias dá-se a designação de “princípios”.

O problema é que alguns desses princípios acabam por se transformar naquilo que Kant (2005) chama de juízos *a priori*, já não mais sendo questionados nem mesmo nos âmbitos da ciência e da filosofia, quando deveriam ser admitidos apenas como “provisoriamente” inquestionáveis, de acordo com a definição de Princípio, constante no dicionário Aurélio: “uma proposição que se põe no início de uma dedução e que não é deduzida de nenhuma outra dentro do sistema considerado, sendo admitida, provisoriamente, como inquestionável” (AURÉLIO –

“Princípio”). Um desses princípios é o princípio da causalidade, de onde se extrai a substância para a construção da presente tese.

2.8 O princípio da causalidade

Talvez o mais importante princípio para se explicar os processos que levam à existência dos sistemas seja o princípio da causalidade, base do modelo mecanicista que se desenvolveu principalmente ao longo do século XIX. A identificação do princípio da causalidade é atribuída ao filósofo grego Demócrito (aprox. 460 – 370 a.C.) e a sua proposição consiste em vincular os fenômenos entre si, determinando quais operam como condição (fatores ou causas) da existência dos outros (BARSA - “causalismo”; NICOLA, 2005). Esses vínculos têm como características: (i) a anterioridade temporal, de acordo com a qual a causa (fator) vem antes do efeito, e (ii) uma relação chamada de “vínculo de determinação”, em que o efeito depende da ação de uma causa para a sua existência (LATIL, 1973, p. 90/142; BARSA - “causalismo”). A partir desse ponto, esses critérios poderão ser referidos apenas como “critérios da causalidade”.

O único princípio que ofereceu alguma oposição ao princípio da causalidade, desde Demócrito até ao início do século XX, foi o princípio do finalismo (base dos estudos sobre teleologia). Sua identificação é atribuída a Anaxágoras (aprox. 500 – 428 a.C.) e de acordo com esse princípio é o propósito quem determina a existência dos seres e nada pode ser conhecido, de fato, sem que o seu propósito tenha sido identificado (BARSA - “finalismo”; NICOLA, 2005).

Pretendendo responder à questão “por que as coisas são como são?”, a Aristóteles (384 – 322 a.C.) coube a sistematização desses dois conceitos, conferindo-lhes maior formalismo e desdobrando-os em quatro causas: (i) material - potencialidade do ser; (ii) formal - especificidade do ser; (iii) eficiente - existência do ser e (iv) final - a intenção ou propósito da existência do ser, baseada no princípio do finalismo, que nesse contexto de Aristóteles também recebe o título de *causa causarum*, ou causa das causas (BARSA - “Aristóteles”; NICOLA, 2005).

A partir do Renascimento, o finalismo passa a ser rejeitado como explicação da natureza das coisas, “uma vez que ele prestigiaria a anterioridade e a

superioridade da tendência (necessidade, desejo, vontade) em relação à ação mecânica” (BARSA - “Finalismo”), sendo que, das quatro causas de Aristóteles, somente a causa eficiente (justamente em função de seu viés mecanicista) continuou sendo levada em conta, buscando-se através dela a resposta à indagação sobre como se dariam os fenômenos de mudança (BARSA - “Copérnico”; BARSA - “Galileu”). Assim, o causalismo (que é uma expressão da causa eficiente de Aristóteles e que adiante também será referido como causalidade clássica) é incorporado aos pensamentos moderno e contemporâneo, enquanto o finalismo é reintroduzido à ciência somente na metade do século XX, pela via da Cibernética de Wiener (LATIL, 1973, p. 128; MORIN, 2002, p. 324), ainda que com outra conotação. Recentemente Morin (2002, p. 315) amplia o conceito de finalismo, introduzindo o conceito de “causalidade-de-si”, que considera “mais amplo e mais profundo que a idéia de finalidade”, supostamente sendo o seu fundamento.

Apesar de algumas tentativas de se diminuir a importância do causalismo, como foi (i) o caso do empirismo de Hobbes e Hume, nos séculos XVII e XVIII, que reduzia o princípio da causalidade a “associações de idéias convertidas e generalizadas sob forma de associações habituais”, já que “a relação de causa-e-efeito entre fenômenos não pode ser comprovada, mas apenas consagrada pelo costume” (BARSA - “Empirismo”; BARSA - “Causalismo”; NICOLA, 2005) e (ii) a advertência de Kant (2005, p. 4), que atribuíra meramente ao bom senso (portanto, algo questionável como fundamento, se houver rigor científico) o juízo *a priori* de que para cada mudança necessariamente deveria haver ao menos uma causa, a idéia de causalidade de Demócrito permanece, ainda hoje, reinando praticamente absoluta em muitas áreas do saber científico, com não menor importância nas ciências sociais, como visto nos já mencionados comentários de Pascale (2004), na introdução desse trabalho.

O que parece ocorrer, ao longo dos séculos desde Demócrito, é que essa noção fundamental de causalidade tornou-se tão fortemente impregnada no imaginário dos filósofos e cientistas, que por vezes não se cogita sobre outro princípio para se explicar os fenômenos de mudança que levam ao surgimento de novos sistemas. Desde Demócrito, passando por Aristóteles, Tomás de Aquino, Bacon, Descartes, Newton, Kant e até mesmo Einstein, a idéia da causalidade

sempre permaneceu “rígida, linear, estável, fechada, imperativa” (MORIN, 2002, p.313).

2.8.1 O limite da causalidade

Em seu “Método”, Morin (2002) constata que as formas de reações dos sistemas vivos diante de alguma causa externa não poderiam ser explicadas pela causalidade clássica. Essa constatação é derivada a partir dos animais homeotérmicos como referência, no argumento de que “a diminuição da temperatura externa deveria conduzir à diminuição da temperatura interna no organismo vivo” (MORIN, 2002, p. 314). Entretanto, a temperatura interna é mantida estável, independentemente das variações externas. “A causa não acarreta seu efeito”, diz ele. Esse argumento é repetido nos estudos de Maturana & Varela (1995) sobre os sistemas de conhecimento e nos de Luhmann (1997) sobre os sistemas sociais. Para Latil (1973, p. 144) “se, por interação, o efeito se liberta de um fator, ele começa a adquirir valor próprio, não relativo ao fator: conquistou um pouco dessa virtude absoluta – a finalidade”.

Na tentativa de tornar mais razoável o conceito clássico de causalidade, Morin (2002, p. 314) o desdobra em duas categorias, mas nessa tentativa ele é colocado diante de sua própria impossibilidade teórica. De seu ponto de vista, Morin (2002) afirma que em primeiro lugar existiriam circuitos causais fechados no interior dos sistemas, responsáveis pela sustentação desses sistemas, a partir do que lhes é conferido uma determinada identidade. A essa categoria de causas Morin designa o termo “endocausalidade”, encontrando equivalência no conceito de sistemas auto-referenciados e operacionalmente fechados de Maturana & Varela (1995), descrito anteriormente. Em segundo lugar, existiriam as causas externas (ou exocausalidade), que seriam as que mais se aproximariam da causalidade clássica. Entretanto, essas causas externas não poderiam ser consideradas causas no sentido estrito do termo, porque elas não teriam um vínculo de determinação ativo sobre algo no interior do sistema, a menos que sua atuação sobre esse sistema seja tão agressiva a ponto de ser capaz de ultrapassar o seu limite de tolerância, mas, nesse caso, também levaria o sistema ao colapso.

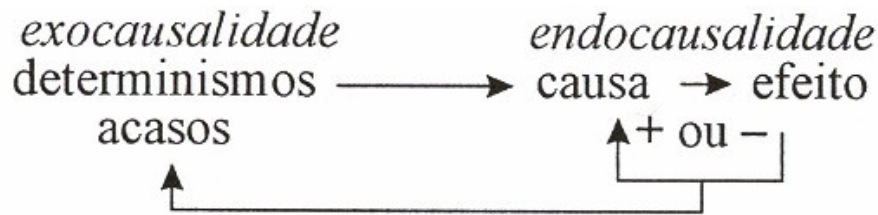


Figura 2.8.1.a — Endocausalidade X Exocausalidade
 Fonte: Morin (2002, p.326)

No caso do conceito de endocausalidade, a finalidade (ou “causalidade-de-si”, de acordo com Morin, 2002, p.315) do sistema é o referencial básico a partir do qual seriam ativados os processos de “produção-de-si” (esse termo parece ser equivalente a autopoiesis de Maturana & Varela, 1995), sendo que as tentativas de influências externas (lato senso, causas externas) seriam de alguma forma percebidas pelo sistema. Sempre que um diferencial entre o referencial básico (finalidade) e informações do meio se estabelecer, aos processos de “produção-de-si” caberia a busca pela estabilidade entre o sistema e o meio (esses processos também podem ser referenciados como processos homeostáticos, de acordo com Katz & Kahn, 1974 e Bertalanffy, 1975). Se as informações derem conta de alguma perturbação, os processos internos seriam levados a anularem os efeitos dessa perturbação, esforçando-se para manter o sistema íntegro. Ocorre que esse aspecto caracterizaria uma disjunção entre uma causa externa ao sistema e o efeito no sistema. Essa anulação não seria da causa externa, mas do efeito que alguma causa externa teria sobre o sistema e ela (essa anulação) ocorreria através de “produção, em relação complexa (complementar, antagônica, concorrente) com a causalidade externa, de uma causalidade interior, ou endocausalidade” (MORIN, 2002, p. 315). Sendo assim, se a causa externa não produz o seu efeito, necessariamente ela precisaria ser descaracterizada como causa. Como diz Morin (2002, p. 328), “a causa e o efeito perderam a sua substância; a causa perdeu seu poder soberano e o efeito, sua total dependência”. Esse antagonismo conceitual, de causas que não produzem o efeito (sendo, portanto, causas de nada) e efeitos que não são desencadeados por nenhuma causa (sendo, portanto, efeitos de ninguém), caracteriza a necessidade de um rompimento epistemológico porque não se pode resolver esse antagonismo utilizando-se os mesmos mecanismos teóricos sobre os quais o conceito de causalidade é fundado.

2.8.2 O mérito específico, na análise de sistemas

Como já foi dito na introdução do presente trabalho, de acordo com Pascale (2004, p.41), bilhões são gastos anualmente na busca por dispositivos que auxiliem a compreender os mecanismos das mudanças sociais e, também de acordo com esse autor, o principal responsável pelo fracasso desse programas é a utilização do mecanicismo como base dos processos de conhecimento da realidade.

Aprofundando-se na questão, Bertalanffy (1975, p.71) explica que, na concepção mecanicista de mundo, tudo seria governado pelas “leis inexoráveis da causalidade” e essa é justamente a base de ferramentas como o diagrama de Ishikawa, utilizadas no método de Selner (1999). Apesar de úteis e simples de serem utilizadas, ferramentas como essa têm apresentado uma espécie de esgotamento, não dando conta de determinadas circunstâncias como, por exemplo, as situações em que um sistema se estabelece não por causa, mas pelo colapso de algum outro sistema. Dessa forma, há casos em que apesar de serem identificados os fatores que mantêm um determinado sistema, não se encontra aquele a partir do qual o sistema é desencadeado inicialmente (porque aquilo que o desencadeou já não mais existe).

Para facilitar a compreensão do que se deseja dizer, tome-se como exemplo o caso hipotético em que um posto de combustíveis é abastecido por uma única refinaria, não tendo alternativa senão essa única refinaria (v. figura 2.8.2.a).

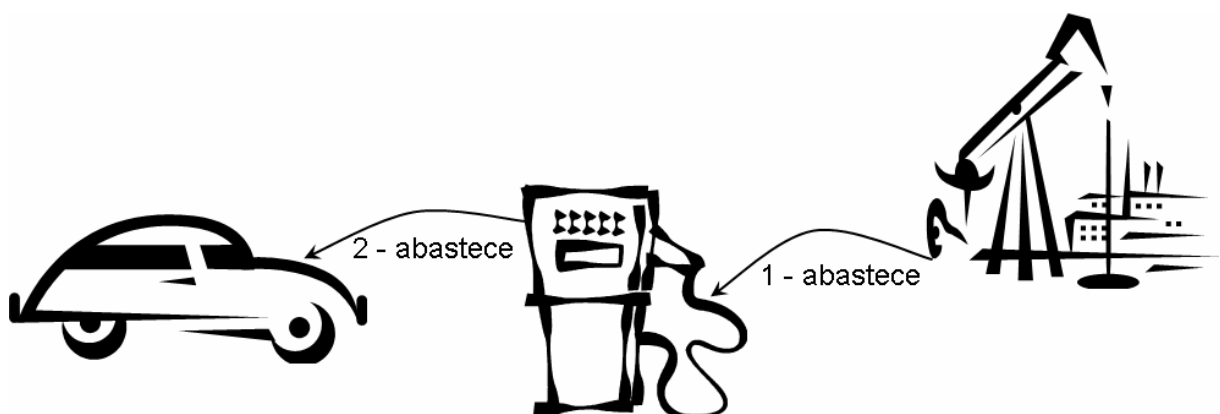


Figura 2.8.2.a — Abastecimento: funcionamento normal
Fonte: dados primários (2006)

Supondo-se que os funcionários da refinaria entrem em greve, deixando de abastecer o posto, e que os veículos continuem em funcionamento consumindo o

combustível da bomba, passado algum tempo, e não se normalizando os abastecimentos, naturalmente o combustível do posto há de acabar, instaurando-se uma situação (adiante caracterizada como um novo sistema) de falta de combustível (v. figura 2.8.2.b).

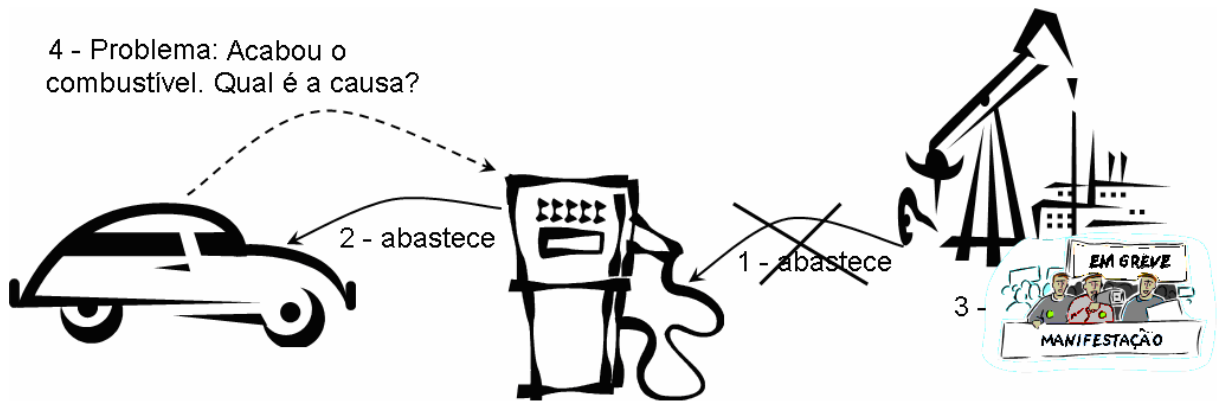


Figura 2.8.2.b — Abastecimento: refinaria em greve - acaba o combustível
Fonte: dados primários (2006)

Se um analista de sistemas que não conhecesse o mecanismo de abastecimento do posto pela refinaria fosse convidado a descobrir a que se deve o novo sistema que se instaurou (“combustível acabou”), utilizando-se puramente do princípio de causa-e-efeito, ele terá a impressão da figura 2.8.2.c e, provavelmente, irá chegar à conclusão de que a principal causa da falta de combustível é o consumo por parte dos automóveis. Dessa forma, se ele construísse um diagrama de Ishikawa para representar a cadeia causal do problema, provavelmente seria conduzido para longe da questão que deveria ser administrada para reverter o sistema que se instaurou (v. exemplo na figura 2.8.2.d).

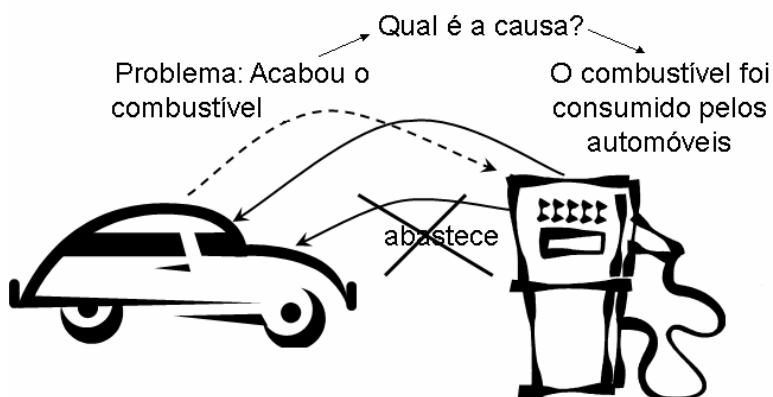


Figura 2.8.2.c — O sistema original colapsa surgindo outro em seu lugar
Fonte: dados primários (2006)

Supondo-se que a causa mais importante para o surgimento do sistema desse exemplo seja de fato o consumo de combustível, analisando-se o diagrama da figura 2.8.2.d, não é difícil de chegar à conclusão de que o sistema não há de se reverter pelo controle do consumo do combustível dos automóveis. Ainda que o consumo seja mínimo, inexoravelmente o novo sistema haveria de se instaurar. O fato é que essa causa (consumo de combustível) já estava presente antes do sistema “falta de combustível” aparecer (analisando-se o sistema da figura 2.8.2.a, isso é explícito). A pergunta, então, não deveria ser sobre o que causa o sistema “falta de combustível”, mas sobre o que deixou de existir para que a característica “consumo” se tornasse em causa (endocausalidade, de acordo com Morin, 2002, p.326) do sistema “falta de combustível”.

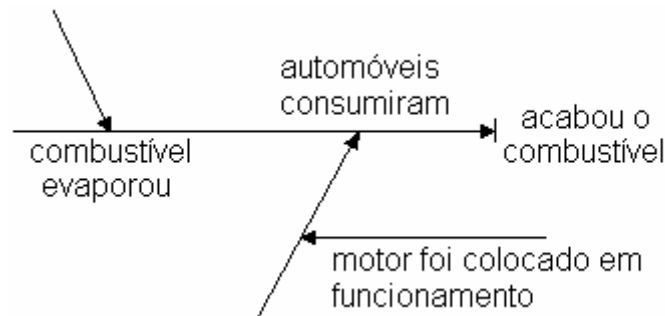


Figura 2.8.2.d — Diagrama de espinha de peixe – resultado primário
Fonte: dados primários (2006)

2.8.3 O problema na análise de sistemas e no treinamento de novos analistas

O problema de não se conseguir identificar todas as razões do surgimento de certos sistemas já havia sido percebido no dia-a-dia do desenvolvimento de sistemas de informações. Sob determinadas circunstâncias, a realidade parecia recusar-se a se comportar de acordo com o que previa o modelo de causa-e-efeito, mas como os profissionais na maioria das vezes se envolvem com problemas muito difíceis de serem modelados, atribuía-se à complexidade desses sistemas os problemas dessa natureza. Como no dia-a-dia a prioridade é a solução dos problemas dos clientes e não a questão epistemológica, aceitava-se que a identificação das “causas” dependesse, em muitas situações, exclusivamente da experiência do analista. Entretanto, essa questão realmente não estava muito clara, mas, à primeira vista, isso parecia apenas um problema de rigor na aplicação do método de Selner (1999).

Esse problema também foi percebido nos trabalhos dos alunos do CCT-UDESC. O fato é que alguns desses trabalhos tinham uma lógica incrivelmente correta, mas a modelagem parecia ingênua, como a da figura 2.8.2.d e, nesses casos, imaginava-se que o problema era a sua falta de experiência no uso do diagrama de Ishikawa, resolvendo-se a questão na sala de aula, através de sugestões dadas pelo professor. O que se percebeu com o passar do tempo, era que os trabalhos dos alunos, com raras exceções, não sofriam a interferência da experiência sobre o assunto que estava sendo analisado, e daí é que se depreendeu a idéia de que existem fenômenos para os quais não se encontram causas “honestas”, que os tenham desencadeado. No caso desses trabalhos, sempre que surgem situações em que a causa não é identificada, são acrescentados artifícios semânticos (pelo próprio aluno ou por sugestão do professor na hora da apresentação dos trabalhos), para que os modelos continuem a ter validade e não haja, literalmente, um desligamento na cadeia causal desses casos.

A partir da observação de que os alunos freqüentemente chegavam a resultados diferentes dos alcançados pelos profissionais, apesar de alguns dos trabalhos dos alunos estarem rigorosamente dentro dos critérios de causalidade, é que se começou a buscar uma explicação sobre o que poderia estar ocorrendo, através de uma pesquisa sobre o tema “conhecimento” e foi aí que se deparou com o princípio da complementaridade de Bohr (2000), concluindo-se que, na verdade, não se tratava de falta de rigor na aplicação do método (aliás, em determinadas circunstâncias, quanto mais rigorosa fosse a aplicação, tanto mais primário se tornava o resultado da análise), mas um problema com o modelo da causalidade, adotado pelo método.

Observando-se novamente esses estudos de caso desenvolvidos pelos alunos do CCT-UDESC, foram percebidas as semelhanças com o problema de Bohr (2000), em que sistemas como o da figura 2.8.2.c se estabelecem na medida em que outro sistema (no caso, o original da figura 2.8.2.a) deixa de existir. O fato é que não existe nada proveniente do sistema da figura 2.8.2.a que opere como causa do surgimento do sistema da figura 2.8.2.c, e aí parece se aplicar a idéia da complementaridade de Bohr (2000): existem fenômenos que se opõem entre si, mas

que operam no mesmo espaço, surgindo um na medida exata em que o outro se esvai (a falta de combustível se opõe ao abastecimento de combustível, e cada uma dessas duas circunstâncias se esvai na medida certa em que cresce a outra). No caso do posto de combustível, provavelmente um profissional de análise com experiência nesse tipo de mercado não teria dúvidas em incluir um artifício semântico ao modelo, para fechar a cadeia causal até chegar à refinaria. Nesse caso específico, é a expressão “desabastecimento” (chave 6 da figura 2.8.3.a) que faz a ligação entre a percepção da realidade atual e a percepção da realidade que colapsou. Ao buscar a causa da falta de combustível na bomba, o analista restabelece o sistema antigo e o justapõe ao novo (figura 2.8.3.a), “complementando” com sua experiência (seu conhecimento) a relação e instituindo um sistema psico-social: os sistemas antigo e novo coexistem na dimensão psico-social, desde que na análise seja feita essa descrição, que é da operação da mente do analista e não da percepção da realidade atual.

Constatada a possibilidade de que o processo de análise dependeria da experiência do analista, procurou-se algum mecanismo que pudesse reduzir essa “fragilidade”, mas na medida em que as pesquisas avançavam, foi se tornando cada vez mais remota essa possibilidade. Aparentemente os métodos de análise estão inexoravelmente comprometidos com o sujeito da análise, o analista, e um dos comentários que mais contribuiu para essa percepção foi o de Mokross (1999). De acordo com ele, os nomes que são dados para as percepções que se tem da realidade (árvore, pedra, fótons, desabastecimento, consumo etc.) não podem ser considerados como mais do que modelos úteis, que servem para consolidar e conectar na imaginação das pessoas as observações. O que ocorre é que não se nomeia o que não se conhece. Portanto, através dos mecanismos da causalidade, “desabastecimento” jamais poderia ser identificado por alguém sem o conhecimento prévio do mecanismo entre o posto e a refinaria, uma vez que “desabastecimento” não pode “causar” nada (e, portanto, o método não seria capaz de conduzir o analista, de forma mecânica, do problema ao fator de influência mais importante).

Uma causa, como descrito anteriormente, precisaria ter um vínculo de determinação com o efeito (uma causa só o é se, ativamente, desencadear alguma coisa, trazendo à existência o que não existe). “Desabastecimento” é apenas uma

expressão cujo significado nem é muito claro (se for transformada num verbo para que possa representar uma ação e, portanto, ser causa, a sua conjugação não faria muito sentido). A refinaria pode não entregar o combustível, mas isso não “causa” a falta de combustível e a prova disso é que se o posto não vendesse o combustível aos usuários, o combustível não acabaria, ainda que a refinaria não regularizasse as entregas. Logo, “desabastecimento” não causa o sistema “falta de combustível” (no sentido estrito de redução nos estoques de combustível).

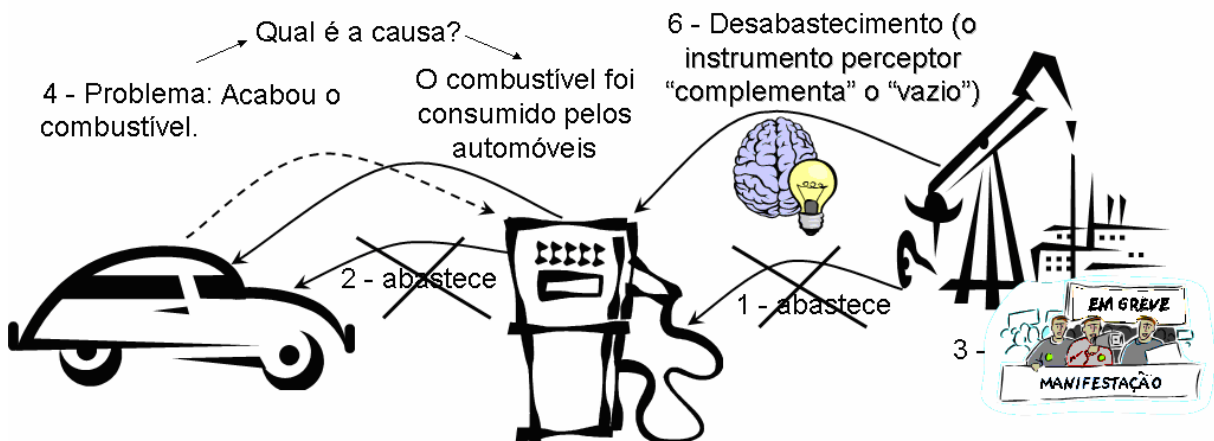


Figura 2.8.3.a — A mente do analista “complementa” o elo faltante e estabelece o fenômeno

Fonte: dados primários (2006)

Nesse contexto, parece óbvio que a aplicação do método requiera um conhecimento sobre o assunto em questão. Surge, então, outra questão: e para que servem os métodos de análise? Não seriam, precisamente, para auxiliar na conquista desses conhecimentos? Partindo-se do pressuposto que sim, o método precisaria ser concebido com o intuito de auxiliar as pessoas a estruturarem as suas percepções, permitindo descrições da realidade que possibilitem previsões a respeito dela e, conseqüentemente, algum controle. Assim, o método deverá ter como função reduzir a diferença entre a percepção e a realidade, provendo experiência entre o analista e o sistema do problema (do que se depreende o conhecimento). Entretanto, para que o método possa cumprir o seu papel, o analista já precisaria ter uma experiência prévia com o sistema (figura 2.8.3.b). Esse argumento pode ser reforçado pelo que diz Thomas (2001, p.125), segundo o qual, para que o desconhecido seja eliciado, são necessários “saltos de inferência das coisas conhecidas para as desconhecidas” a partir de “hipóteses que nascem por simples ocorrência à mente” na hora em que os profissionais experientes num determinado assunto se entregam à reflexão sobre os dados de que dispõem.

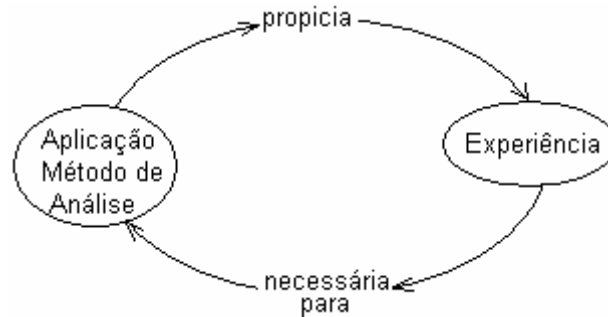


Figura 2.8.3.b — O dilema da análise e da experiência

Fonte: dados primários (2006)

Para os trabalhadores do conhecimento como os analistas de sistemas, gerentes de projetos, cientistas, professores, diretores etc., essa questão é particularmente importante porque deixa evidente que é somente pela experiência, pelo íntimo relacionamento entre sujeito e objeto, que surge o conhecimento. O conhecer (o “cog + noscere” ou o “saber consciente” de acordo com Kant, 2003, p.133), então, depende do relacionamento entre o que conhece e o que é conhecido. A diferenciação (de acordo com Katz & Kahn, 1974, p.41 e Bertalanffy, 1975, p.215), que torna um sistema perceptível e que permite a alguém saber da sua existência, aparentemente assume formas diferentes na medida em que esse saber se torna consciente nas iterações e na reflexão. Novas funções, propriedades, relações e aplicações passam a ser reconhecidas a cada novo ciclo iterativo entre o sujeito e o objeto (entre a análise e a experiência).

O que pode ocorrer, entretanto, é que na medida em que o conhecedor se aproxima do conhecido, sob determinadas circunstâncias pode desaparecer a necessária distância que permite a adequada perspectiva para a análise (a diferenciação tende ao desaparecimento, como se conhecedor e conhecido se misturassem, entrando em equilíbrio). Por outro lado, se a certeza se constrói na confirmação de um determinado aspecto da realidade, mas os referenciais cognoscitivos contra os quais os fenômenos são comparados se deslocam ou se alteram a cada novo ciclo iterativo, o que se tem de volta, através da experiência profunda, é a incerteza, e Heisenberg (1996, p.42) afirma que “incerteza não combina com compreensão”. Dessa forma, estabelece-se um limite entre a adequação à prática e a dimensão filosófica do conhecimento: até certo ponto, os saltos de inferência podem trazer o adequado conhecimento sobre o problema, mas a partir de um determinado momento, entretanto, o conhecimento adicional pode se

tornar em incerteza. Disso se deduz que será necessário algum desprendimento às questões filosóficas do tema, se é que se busca algum resultado útil para o dia-a-dia dos analistas de sistemas, sendo necessária uma redução na expectativa para se alcançar o que é razoável nessa questão.

2.9 Dificuldade para os métodos de análise

De acordo com os conceitos de endocausalidade e exocausalidade de Morin (2002, p.326), enquanto uma coisa é causada, ela não pode ser considerada como sistema. Um sistema se estabelece no preciso momento em que adquire condições de se voltar contra a sua causa. Dessa forma, se um efeito é causado, causa e efeito fazem parte do mesmo sistema. O conceito de causa e efeito pode ser aplicado para se conhecer a estrutura interna dos sistemas, mas ele perde sua utilidade quando o que se deseja é identificar as condições externas que permitiram ao sistema o seu surgimento. Nesse sentido, as condições ambientais precisam ser favoráveis, mas causas externas que justifiquem a existência de um sistema vivo não serão encontradas, a menos que o sistema tenha sido planejado (como um automóvel ou um sistema de software).

Se o aspecto central da teoria de sistemas é a identificação do ser, da existência do sistema, a percepção desse aspecto opera em parte como um facilitador e em parte como um complicador nos métodos de análise, sobretudo nos métodos desenvolvidos para serem aplicados sobre os sistemas sociais. Por um lado, o mais comum é que os sistemas sociais sejam compreendidos como sistemas com complexidades sobretudo mais difíceis de serem apreendidas do que as dos sistemas mecânicos. O ponto é que aquilo que poderia ser tratado como um problema num sistema mecânico, num sistema social precisaria ser tratado como um novo sistema (vide figura 2.9.a), porque as fronteiras não são claramente definidas e quando o são, de um dado momento para outro podem deixar de ser, sem nenhuma cerimônia, tanto para sistemas que colapsam quanto para os que surgem, ou até para os que se modificam buscando adaptarem-se ao meio onde se encontram inseridos.

Dizer que existe um problema é diferente de dizer que um novo sistema se estabeleceu. Ao supor que em determinadas circunstâncias um sistema apresenta

problemas, gera-se uma dificuldade de raciocínio porque presume-se que o sistema anterior permanece ativo, apresentando, apenas, alguma anomalia. Entender a diferença entre o surgimento de um novo sistema e a ocorrência de um problema no sistema atual, supõe uma mudança de visão da questão.

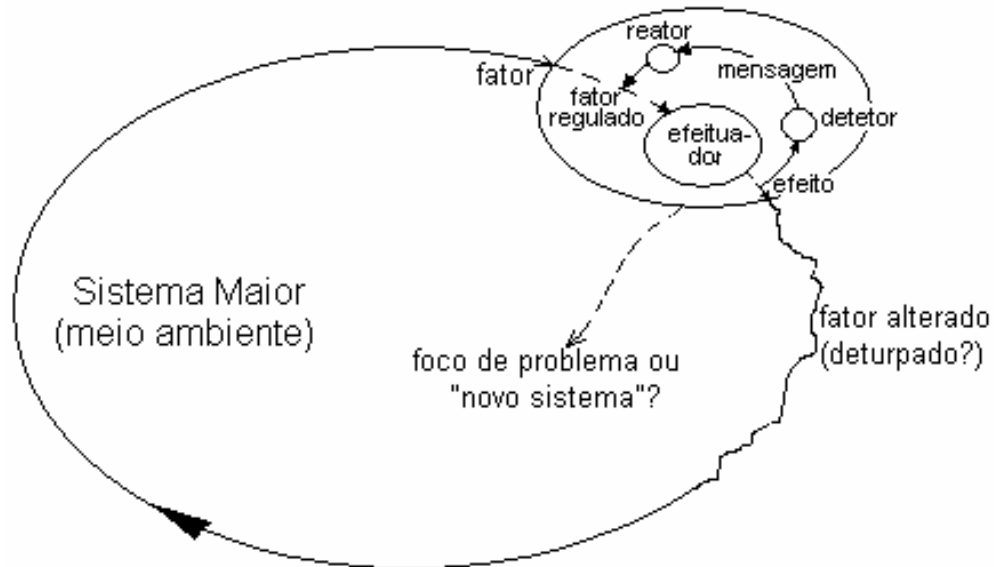


Figura 2.9.a — Um problema ou um novo sistema?

Fonte: dados primários (2006)

Nesse sentido, metodologias de análise como as baseados nos métodos *Soft Systems* de Checkland (2000) e na proposta de Kepner & Tregoe (1974), por exemplo, poderão encontrar dificuldades se o sistema a ser analisado não for conhecido pelo analista. O que ocorre com métodos como esses é que eles partem do pressuposto de que sistemas possuem problemas e não que os problemas são sistemas em si (de acordo com a teoria de sistemas).

Kepner & Tregoe (1974) baseiam sua proposta na idéia de que os sistemas “saudáveis” seguem um padrão e os problemas são desvios nesse padrão, desencadeados por determinadas causas. Para eles, uma “causa é um processo de mudança não planejada e inesperada” (KEPNER & TREGOE, 1974, p. 16), mas isso não está de acordo com o que já foi visto anteriormente sobre como operam os sistemas, além de se tornar numa impossibilidade teórica, considerando a razoabilidade do argumento de que o que é considerado um problema pode não ser alguma mudança ocorrida em um sistema, mas que um novo sistema pode ter se estabelecido.

Nesse contexto, Schmoekel (2002, p. 84) afirma que “o administrador deverá identificar qual problema constitui-se no desvio de algum padrão de desempenho esperado e perceber que uma mudança em um determinado padrão esperado é sempre a causa de um problema”. Por esses termos, se há um padrão estabelecido e fortemente articulado (como o sistema mecânico de um automóvel, um sistema de *software* de gerenciamento empresarial ou uma organização social fortemente estruturada), de fato esses métodos podem tratar os problemas dessa forma, mas não se pode supor que isso seja possível em sistemas psico-sociais, simplesmente porque os sistemas vivos (como o mercado, por exemplo) são sistemas que se estabelecem não por padrões planejados (como é o caso de um automóvel, de um *software* ou de uma empresa altamente planejada), mas por uma dinâmica interna não planejada, não tendo, portanto, nenhum padrão pré-estabelecido. Como afirma Bertalanffy (1975, p. 218), as regulações de natureza dinâmica (típica dos sistemas psico-sociais) não podem ser tratadas como as baseadas em algum arranjo preestabelecido (ele utiliza o termo *Regelmechanismen*, termo utilizado no idioma alemão para as regulações dos sistemas mecânicos planejados pelo ser humano).

Observando-se a estrutura dos métodos *soft system*, pode-se perceber que ela é fortemente influenciada pela noção de que os problemas são desvios de padrões. Tanto no modelo original de Checkland (1972), com os seus sete estágios, quanto em sua mais recente revisão, o chamado SSM+ (*Soft Systems Methodology plus*), com seus dezesseis estágios (figura 2.9.a), os problemas são tratados dessa forma (BRAITHWAITE *et alli*, 2002, p. 196), coisa que não ofereceria dificuldade à análise, como já dito, num sistema planejado, mas não é razoável se imaginar que os sistemas psico-sociais possam ser analisados desse jeito. O engano estaria em supor que afirmações como a de Schmoekel (2002, p. 84), para quem “as causas podem ser deduzidas das mudanças relevantes encontradas durante o processo de análise” e “a causa mais comum seria aquela capaz de explicar, exatamente, todos os fatos do problema” se aplicaria aos sistemas sociais de uma forma geral. Naturalmente, apesar de afirmações como essa se configurarem como impossibilidades para os sistemas psico-sociais, isso não quer dizer que os métodos *soft systems* sejam inúteis ou que estejam errados. Trata-se, apenas, de constatar que existiria uma inconsistência teórica no método, se ele eventualmente for aplicado sobre situações em que a realidade é desconhecida, coisa que é

minimizada se o ambiente for uma empresa formal, como o caso da aplicação de Schmoekel (2002) e se o analista de sistemas é uma pessoa experiente com o assunto em questão (coisa que não ocorre com a grande maioria dos alunos do CCT-UDESC, na disciplina de Análise de Sistemas).

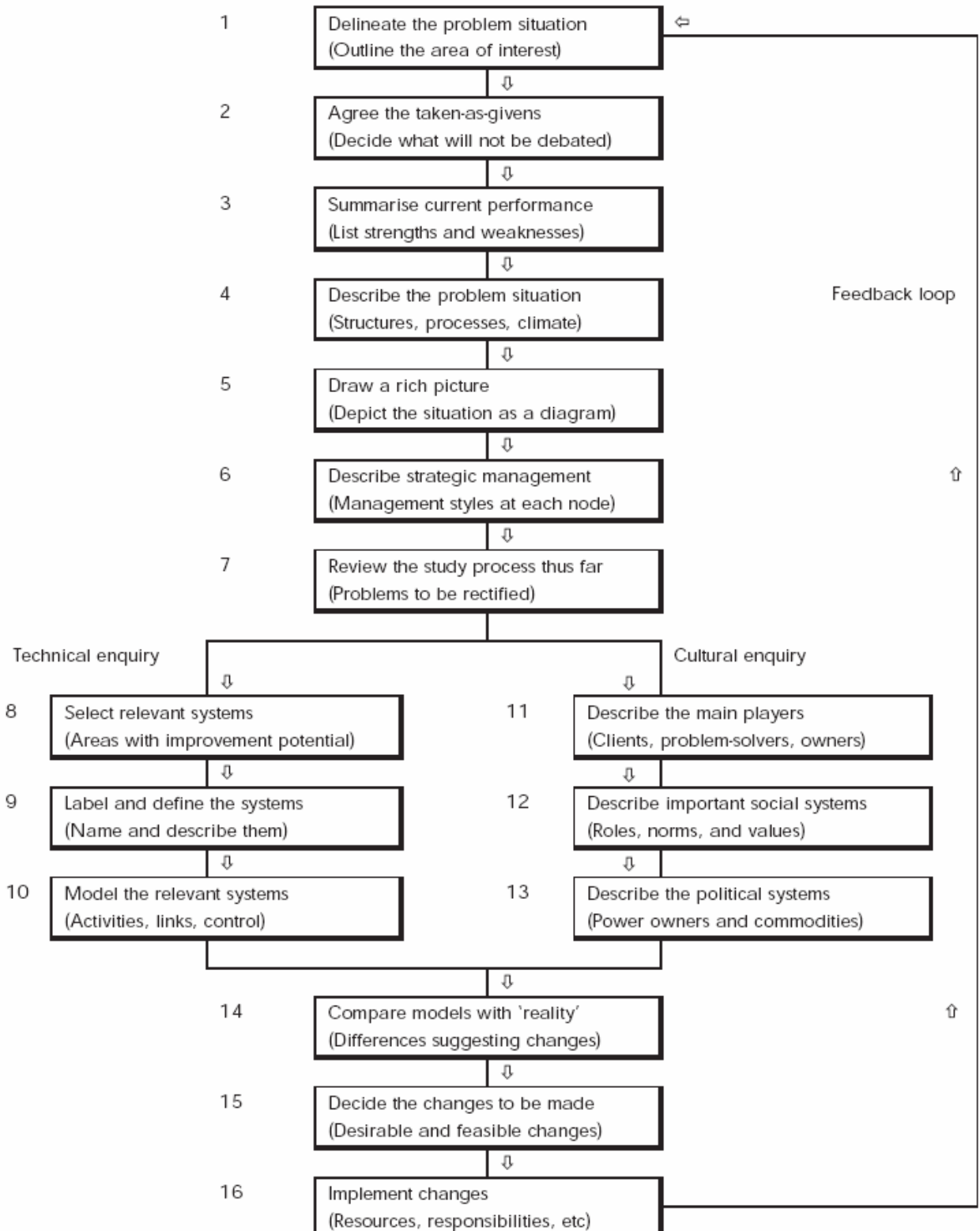


Figura 2.9.b — Os 16 estágios do SSM-plus
Fonte: BRAITHWAITE *et alli* (2002, p. 196)

2.10 O princípio da complementaridade

Não é o propósito dessa tese negar a utilidade do princípio da causalidade. É evidente que esse princípio tem se mostrado útil através dos séculos, no estabelecimento das relações entre os fenômenos, de forma a se conseguir o controle de alguns a partir da manipulação de outros. O que ocorre é que muitas vezes a relação é estabelecida somente pelo argumento e não por alguma ligação no sentido clássico mecanicista, fazendo com que nesses casos seja necessária, na análise, a introdução de artifícios semânticos para que a relação possa ser descrita, como é o caso da chave 6 da figura 2.8.3.a, pelo uso do termo “desabastecimento”.

Na verdade, o fenômeno da figura 2.8.3.a se estabelece somente na mente do analista. Ele sabe que a relação existe, mas ela não é real no sentido estrito do termo. “Desabastecimento” não é uma coisa em si, mas uma criação dos sistemas de conhecimento que, nesse exemplo, relaciona um novo sistema (figura 2.8.2.c) à lembrança de um sistema que já não mais existe (figura 2.8.2.a). Na busca por uma alternativa ao princípio teórico da causalidade para descrever a relação (i) dos sistemas entre si, (ii) dos sistemas e algum instrumento perceptor (que também pode ser considerado um sistema), (iii) dos sistemas entre si e com o instrumento perceptor e (iv) dos sinais do instrumento perceptor e o conhecimento prévio existente na mente do analista, se oferece o princípio da complementaridade, desenvolvido pelo físico dinamarquês Niels Bohr no início do século XX.

2.10.1 Gênese do princípio da complementaridade

O princípio teórico da complementaridade não é uma idéia exatamente do último século. Bohr (2000), de certa forma, extrapola a noção de dialética de Hegel para a física, quando propõe que os fenômenos no mundo subatômico surgiriam na forma de complexos (sínteses) da relação complementar entre os objetos subatômicos. Ao mesmo tempo, as descrições desses fenômenos poderiam ser contraditórias entre si e ainda assim subsistir sem a possibilidade de ascensão a uma síntese superadora dessas contradições. Surge, dessa forma, a dialética da complementaridade, considerada uma das dialéticas não hegelianas (REALE, 2003) e, de acordo com Heisenberg (1996), é central no pensamento de Niels Bohr a idéia de que é possível apreender um mesmo acontecimento por dois modos de

interpretação distintos, mutuamente excludentes, mas complementares, sendo que a plenitude do fenômeno se revelaria somente através da justaposição dos conteúdos perceptivos (HEISENBERG, 1996, p.97). Para Reale (2003), a dialética da complementaridade de Niels Bohr merece destaque porque através dela podem ser superados os conflitos dos paradoxos (no caso específico de Niels Bohr, entre a teoria corpuscular e a teoria ondulatória da luz).

O que ocorreu no caso de Bohr (2000) é que com o aprofundamento dos estudos na física quântica no início do século XX, foi efetivamente reconhecida a não universalidade do princípio da causalidade para explicar a relação entre os fenômenos que levam ao surgimento dos sistemas. Apresentado à comunidade científica na década de 1920, o princípio da complementaridade foi a alternativa bem sucedida ao princípio da causalidade, quando se percebeu que o surgimento de fenômenos subatômicos não podiam ser explicados pelo seu desdobramento em causas e efeitos, como se fazia até então na física clássica. Nas palavras de Bertalanffy (1975, p.301), “o rigoroso determinismo da física clássica é substituído na física quântica pelo indeterminismo, ou antes, pela noção de que as leis da natureza são essencialmente de caráter estatístico”. Como exemplos da implicação dessa quebra de paradigma podem ser citadas as tecnologias de comunicação disponíveis atualmente, que seriam impensáveis se o seu desenvolvimento dependesse exclusivamente da primazia da causalidade como princípio teórico.

Para constar, um paralelo ao desenvolvimento da teoria da complementaridade é encontrado na psicologia da *Gestalt*, segundo a qual o comportamento está relacionado a uma espécie de “forma” e será tanto mais adequado quanto for a sua simetria. A simetria, por ser o único jeito de se obter a estabilidade nos relacionamentos (de acordo com os conceitos da *Gestalt*), levaria os sistemas a buscarem interações com outros sistemas que lhe seriam complementares nesse quesito (BARSA, “Gestalt”).

2.10.2 Compreendendo o princípio da complementaridade

Como já foi dito na introdução do presente trabalho, Niels Bohr buscava compreender a natureza da luz quando percebeu que parecia haver uma descontinuidade entre os fatores que levam ao surgimento dos fenômenos

luminosos. O que foi percebido é que a descrição do processo que leva a esses fenômenos não podiam ser feitos com os mecanismos da física clássica, principalmente o princípio da causalidade. De acordo Bohr (2000), às vezes a manifestação ocorria na forma de ondas e outras na de partículas, sendo que a observação de uma ou outra dessas formas dependia do arranjo experimental.

A conclusão a que Bohr (2000) chegou diante dos experimentos foi a de que uma boa descrição dessa característica supunha duas coisas: primeiro precisaria ser considerado que tanto partículas quanto ondas poderiam se manifestar na forma de luz, mas as duas manifestações não ocorriam ao mesmo tempo, esvaindo-se uma na medida exata do surgimento da outra. Nesse caso, a descrição não é considerada completa se não for feita a descrição de ambas as formas. Em segundo lugar, seria necessária a descrição do arranjo experimental, uma vez que dele dependem as manifestações de uma ou de outra forma.

Uma conclusão secundária dessas pesquisas foi que, assim como em situações corriqueiras onde o oposto de um fenômeno é o seu desaparecimento, o oposto de um fenômeno também pode ser um outro fenômeno, desde que duas condições sejam satisfeitas: (i) que o surgimento de um ocorra na medida exata do desaparecimento do outro e (ii) que possam ser identificados os vínculos que determinam as condições ambientais favoráveis para o surgimento de um sistema e conseqüente desaparecimento do outro.



Figura 2.10.2.a — Os opostos são complementares
Fonte: Tognolli (2001)

De acordo com Tognolli (2001), Niels Bohr extraiu a essência de suas idéias para o princípio da complementaridade do Yin-Yang taoísta (ao ser premiado com a Ordem do Elefante, ele colocou sobre ela o símbolo do Tao (v. figura 2.10.2.a) e, abaixo, as palavras “*contraria sunt complementa*” – os opostos são

complementares). Sua intenção era demonstrar que no mundo ao qual a ciência tem acesso, todas as coisas se estabelecem supondo o seu contrário e que, efetivamente, a descrição de um fenômeno é incompleta se não se conhecer o que se esvaece pela sua existência.

2.10.3 Implicações epistemológicas das conclusões de Niels Bohr sobre o conhecimento dos sistemas em geral

De acordo com Heisenberg (1996), para a interpretação dos fenômenos no mundo subatômico, tornou-se crucial o conceito de complementaridade de Niels Bohr. “A idéia de objetos materiais completamente independentes do modo como os observamos mostrou não ser mais do que uma extrapolação abstrata, que não corresponde a algo real” (HEISENBERG, 1996, p. 103). Esse ponto de vista é reconhecido atualmente como um aspecto não exclusivo do mundo subatômico. O que ocorre é que a adaptação das pessoas ao “mundo das medidas médias” (o mundo ao qual estão habituados) lhes dá a impressão de que as leituras que dele fazem são absolutas e não apenas suficientemente adequadas e, portanto, apenas aproximações adequadas às suas necessidades.

O ponto ao qual se deseja chegar, nesse momento, é que, assim como os experimentos realizados nas dimensões subatômicas também precisam supor, para uma adequada definição do fenômeno, a descrição do operar dos instrumentos utilizados nos experimentos, também parece ocorrer com o estudo dos sistemas psico-sociais, uma vez que a coisa sendo estudada (os sistemas de conhecimento como objeto) altera as configurações do principal instrumento do experimento, que é o próprio conhecimento (como sujeito). Essa afirmação é de Maturana & Varela (1995, p.34) ao dizerem que “para dar conta dos fenômenos cognoscitivos, sua descrição do operar cerebral será necessariamente incompleta se não mostrar como surge, nele, com seu cérebro, a capacidade de fazer essas descrições”.

Dessa forma, a explicação dos fenômenos relacionados aos sistemas de conhecimento só pode adquirir validade se o que conhece conseguir explicar como conseguiu pensar a explicação, o que caracteriza a necessidade de, além de se dar a descrição do experimento com o objeto em si (o próprio conhecimento, nesse caso), também fazer parte da descrição o arranjo experimental que envolve os

instrumentos utilizados durante a experiência (que é o sistema de conhecimento utilizado).

Inicialmente, isso parece sugerir que tanto os instrumentos utilizados para a análise de fenômenos subatômicos quanto os utilizados na análise dos sistemas psico-sociais interferem em suas existências. Entretanto, tanto Bohr (2000) quanto Maturana & Varela (1995) afirmam que, na verdade, esses instrumentos não somente interferem, mas determinam a existência do fenômeno e em função disso se estabelecem dificuldades semânticas na sua descrição definitiva (concordando com o princípio da incerteza de Heisenberg, 1996). Bohr (2000) caracteriza essa dificuldade dizendo que, na física quântica, a interação entre os instrumentos e os objetos é parte integrante dos fenômenos (BOHR, 2000, p. 91), deixando claro que a palavra fenômeno só poderia ser usada para fazer referência às “observações obtidas em circunstâncias cuja descrição inclua uma explicação de todo o arranjo experimental” (BOHR, 2000, p.93).

Esse aspecto trouxe alguma confusão, de que a observação perturbaria o fenômeno, desfeita pelo próprio Niels Bohr (de acordo com Heisenberg, 1996, p. 125). Novamente, não se trata de perturbação, mas de determinação. Trata-se de dizer que a palavra “fenômeno” não se aplica, a menos que também sejam especificados o arranjo experimental e os instrumentos de observação envolvidos. Também não se trata de afirmar que pode existir alguma interferência da observação sobre o comportamento dos sistemas de conhecimento ou que os sistemas psico-sociais são tão sobrecarregados de detalhes que tornariam praticamente impossível o seu aprendizado. Supondo-se isso, a conclusão seria a de que a análise seria difícil (praticamente impossível), mas não impossível filosoficamente. Não é isso. A afirmação é clara: o próprio fenômeno (físico, no caso de Bohr, 2000 e psico-social no caso de Matura & Varela, 1995) não se estabelece à parte da mente do que conhece. Esse aspecto é importante para o contexto da presente tese porque é nele que será ancorada a idéia de que é a mente do analista que resolve os hiatos nos relacionamentos entre os fenômenos sensoriais e, portanto, o imaginário do analista passa a ser parte constituinte do fenômeno.

Heisenberg (1996, p.127) confirma esse conceito, dizendo que a falta de certeza oriunda da relação entre sujeito e objeto é ocasionada, na verdade, em

qualquer situação de observação, mas ela pode, perfeitamente, ser ignorada quando os “objetos” são palpáveis (estão ao alcance dos sensores naturais humanos). Entretanto, na medida em que se começa a observar coisas mais sutis como os sistemas psico-sociais, aumenta a importância do arranjo experimental, carecendo o fenômeno da descrição do operar dos instrumentos (no caso, o próprio conhecimento). Isso ocorre simplesmente porque o instrumento (a mente) é quem estabelece as relações, como no exemplo da figura 2.8.3.a, onde o conhecimento cria um fenômeno psico-social, não real no sentido estrito do termo, através do artifício semântico “desabastecimento”.

Refletindo-se sobre o que já foi visto sobre teorias, sistemas e complementaridade até esse ponto do trabalho, pode-se dizer que um sistema pode ter duas origens: (i) ele pode ter sido desencadeado por um outro sistema de forma consciente e planejada (como no caso de uma empresa que cria uma outra empresa para lhe prestar algum serviço) e, nesse caso, o modelo da causalidade poderá ser utilizado para se conhecer o surgimento do novo sistema, porque existe uma relação explícita de controle entre o primeiro e o segundo sistemas e (ii) outra situação, porém, é aquela em que um sistema surge ocupando todo ou parte do lugar deixado por um sistema anterior. Isso pode ocorrer não porque o sistema anterior o dispara, mas porque o sistema anterior inibia a existência do novo sistema ou porque o novo sistema “acorda” por algum fator fora do controle do antigo sistema sobre um de seus componentes, estabelecendo-se algum mecanismo de regulação nesse componente em relação ao sistema do qual fazia parte (vide figura 2.9.a), passando a se opor a algum fator que o mantinha como parte componente do sistema anterior (por via de relações causais).

Para entender melhor esse aspecto, observem-se novamente as figuras 2.8.2.a e 2.8.2.c. Nesse caso, potencialmente o novo sistema (2.8.2.c) já existia em relação ao antigo (2.8.2.a) (potencialmente porque não há coexistência, de fato, entre os dois sistemas). É isso o que caracteriza, então, os conceitos de “contrário” e de “complementar” entre dois ou mais sistemas e a descrição da realidade que eles representam só será considerada completa se ambos (ou todos, se forem mais que dois os sistemas envolvidos) forem descritos, com a descrição dos elementos internos do novo sistema (que eram mantidos sob controle de forma que esse

sistema não se estabelecesse antes de determinado momento) e dos fatores do sistema antigo, que mantinham esses elementos sob controle.

À luz dessa idéia, analisando-se melhor o caso representado nas figuras 2.8.2.c (a causa é “automóveis consumiram”) e 2.8.3.a (o motivo alegado é “desabastecimento”), pode-se perceber que a causa “automóveis consumiram” é verdadeira, mas o modelo da causalidade não dá conta do propósito de levar o analista até à refinaria. Se, por outro lado, houver a preocupação de se localizar o que poderia ser “complementar” a essa causa interna do sistema da figura 2.8.2.c, de forma que o sistema “falta de combustível” não se instaure, vai-se chegar a “abastece” da figura 2.8.2.a. Dito de forma livre, enquanto o sistema “abastecimento” existe, ele mantém o fator “automóveis consumiram” como uma simples característica do sistema 2.8.2.a, não permitindo que ele seja capaz de causar o sistema “falta de combustível” (mantendo o consumo de combustível apenas como uma causa potencial do sistema 2.8.2.c).

O conceito de endocausalidade e exocausalidade de Morin também carregam o gérmen da complementaridade. O esquema da figura 2.8.1.a quer representar também a idéia de que a causalidade externa é complementar à causalidade interna. Supondo-se o exemplo do animal homeotérmico (MORIN, 2002, p. 314), a causalidade interna (calor) é complementar à causalidade externa (frio). Para ele, “complementaridade e antagonismo aparecem até como as duas faces do mesmo fenômeno” (MORIN, 2002, p. 326) (para Bohr, 2000, complementaridade e antagonismo são a mesma face do fenômeno!).

A noção de complementaridade para representar os lados opostos de um mesmo fenômeno é relativamente simples de ser compreendida. O conceito de complementaridade entre o instrumento perceptor e a realidade sob análise, entretanto, é um pouco mais complicado, devido à abstração necessária nesse raciocínio. Para se compreender o aspecto da complementaridade entre os sistemas, não é necessário mais do que compreender a idéia básica descrita acima: um sistema se estabelece por causas internas e tem a capacidade de anular causas externas. Ter capacidade não significa que ele queira se opor sempre. Por exemplo, analisando-se o esquema do sistema da caixa d’água da figura 2.10.3.a, a água no

encanamento que alimenta a caixa d'água pode ou não causar o aumento do nível de água na caixa e isso depende da “vontade” do sistema.

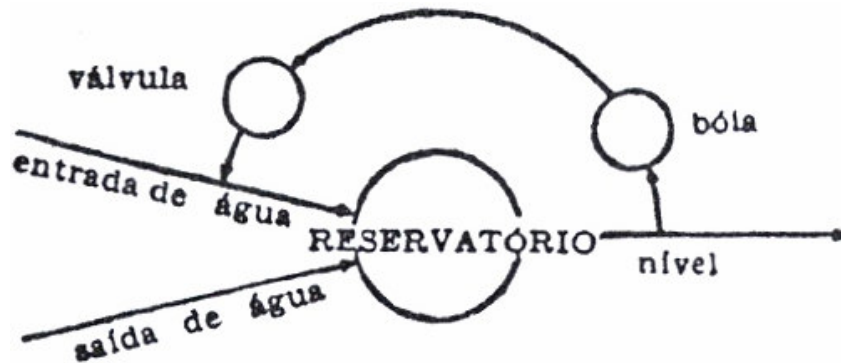


Figura 2.10.3.a — Sistema de controle do nível em uma caixa d'água
Fonte: Latil (1973, p.58)

Para se compreender a complementaridade entre sistema e percepção e entre percepção e conhecimento prévio, entretanto, é importante lembrar que quando um sistema se estabelece ele anula o seu oposto. Tentar entender a que se deve um novo sistema sem que o sistema antigo seja conhecido torna-se inviável através do princípio da causalidade. Os artifícios semânticos estabelecerão a ligação entre sistema que já não mais existe e o sistema novo, mas a relação só pode ser identificada pela investigação de como alguma das causas (endo-causas, na verdade) do sistema atual pôde ser despertada. O que mantinha as causas internas em estado latente? Essa é a pergunta a ser feita na análise.

Reforçando, o que ocorre é que os sistemas podem se conformar ou anular os efeitos de fatores (lato senso “causas”) que se encontram no meio ambiente, eliminando a possibilidade de se perceber a que se deve determinado fenômeno através dos métodos baseados no princípio da causalidade. Dessa forma, o meio ambiente passa a ter um papel diferente daquele próprio das cadeias causais do mecanicismo clássico na relação entre os fenômenos, passando a exigir que, para a sua descrição, se considere como relações os argumentos, que estão numa nova dimensão do ambiente, a dimensão psico-social, que é onde, efetivamente, serão estabelecidas as relações lógicas entre o sistema antigo e o novo.

Isso não implica no abandono dos métodos de análise já existentes, como os baseados nas metodologias *soft systems* de Checklan (1972) e de Selner (1999). O importante para esses métodos é que, conhecida a relação, ainda que não seja de

natureza causal, e identificados os fatores a serem controlados, o processo de análise pode ter continuidade. Uma vez que as analogias puderem ser estabelecidas, não importa mais que as relações não sejam mecânico-causais para serem psico-sociais. Que se usem os artifícios semânticos, isso não importa. O importante é descobrir a lógica de relacionamento entre os fatores e os reatores e descrever essa lógica, uma vez que, diferentemente dos sistemas mecânicos planejados onde as relações são praticamente diretas (causa-e-efeito), nos sistemas psico-sociais essas relações só se estabelecem no argumento.

Ainda mais uma vez é importante lembrar que a complementaridade é a libertação do contraditório. Na medida em que ela dá a noção de que enquanto não se conhecer o contraditório o todo ainda não é completamente conhecido, os analistas de sistemas deveriam se sentir na obrigação de buscar os “vazios” que podem superar os conflitos, analogamente à argamassa que ocupa os lugares entre as pedras deformadas que compõem um muro ou como o corpo que preenche o vazio entre as idéias dos cegos do elefante de Senge (1990, p.73).

2.11 Síntese da teoria de sistemas e do princípio da complementaridade

2.11.1 Sistema não causa sistema

Se apenas poucas palavras fossem permitidas para sumarizar o que foi visto até esse ponto do trabalho, talvez o que devesse ser dito é: sistema não causa sistema. Sistemas se estabelecem por si sós, complementando-se mutuamente.

Naturalmente, nessa constatação radical precisariam ser vistos com ressalvas os sistemas planejados, mas ela cabe bem ao contexto da presente tese, que está relacionado aos sistemas psico-sociais (ou sistemas de conhecimento, como tem sido dito). Além disso, ela (i) é uma implicação direta das conclusões de Morin (2002, p. 326) e Maturana & Varela (1995, p. 87), de que se um efeito obedece a uma causa, ambos fazem parte do mesmo sistema (de acordo com os conceitos de endocausalidade e de sistemas operacionalmente fechados) e (ii) gera uma implicação direta de que o complemento se dá não somente entre os sistemas que estão sendo analisados (objetos), mas também na relação desses sistemas com o

sistema que os está analisando, o sistema de idéias (sujeito), isso porque o sistema de idéias determina como os demais sistemas são percebidos (HEISENBERG, 1996, p. 96). O fenômeno, dessa forma, se estabelece na dimensão psico-social e surge pela complementaridade mútua entre os sistemas objetos e sistema sujeito.

2.11.2 As cadeias endocausais mostram como o sistema se estabelece, mas não levam à sua origem

As implicações da idéia de complementaridade podem ser mais amplas e para isso serão necessárias pesquisas adicionais. Entrementes, as constatações aqui descritas já oferecem utilidades imediatas. Como a relação entre os sistemas psico-sociais (tanto objetos quanto sujeitos) se dá por complexidade, pode ser infrutífera a tentativa de se identificar a que se devem os sistemas pela via das cadeias causais clássicas (de dentro para fora do sistema). A alternativa que se oferece, então, é a de se buscar indícios de fatores que agiam sobre cada causa interna do novo sistema e que mantinham essas causas (i) ou como efeitos de um sistema anterior ou (ii) em estado latente, oprimidas por fatores do sistema anterior. Nesse sentido, a idéia de complementaridade é precisamente a idéia do contrário (como visto de Bohr, 2000, “*contraria sunt complementa*”). Buscar contra o que o sistema atual se opõe é buscar aquilo que lhe é complementar e esse é um jeito novo de olhar para as percepções que se tem sobre o relacionamento entre os sistemas. O antigo sistema não causa o sistema atual, até mesmo porque ele pode não existir mais, então a relação entre eles se dá no argumento. No exemplo da figura 2.8.3.a, “desabastecimento” é o jeito de o analista perceber a ligação faltante.

Tanto para se dismantelar sistemas indesejados (uma dor de dente) quanto para se estabelecer um sistema desejado (aumentar as vendas), a viabilização pode ser feita a partir de dois procedimentos básicos:

- usar as cadeias endocausais para identificar o operar interno do sistema e
- sobre cada endo-causa identificada, aplicar o conceito de complementaridade, para descobrir o que deixou de existir para que o sistema se estabelecesse (no caso de um sistema indesejado) ou identificar o que

existe e faz com que alguma endocausa não consiga se estabelecer (no caso de um sistema desejado).

Como dito anteriormente, o que caracteriza os conceitos de “contrário” ou de “complementar” entre dois sistemas é que eles não subsistem ao mesmo tempo (podendo um estar em potência em relação ao outro, mas nunca ambos em ato). Então, para que o complemento de uma endo-causa possa ser dado como identificado, deverá ser encontrado aquilo que satisfaça as seguintes condições: (i) que o surgimento de um ocorra na medida exata do desaparecimento do outro e (ii) que possam ser identificados os vínculos que determinam as condições ambientais favoráveis para o surgimento de um sistema e conseqüente desaparecimento do outro.

2.11.3 Melhor é perceber os problemas como sendo sistemas

Outra consideração importante que pode ser deduzida nesse ponto do trabalho é o reconhecimento de que podem surgir dificuldades intransponíveis ao se tentar analisar os sistemas psico-sociais a partir do conceito convencional de “problema”. Existem métodos de análise (por exemplo, Selner, 1999 e Checkland, 1972) em que os problemas nos sistemas operam como sinalizadores a indicar ao analista por onde começar a análise. Contudo, entre os sistemas não planejados, pode ser difícil se identificar o que havia antes do “problema” surgir, uma vez que um problema caracterizaria o desvio de um padrão pré-estabelecido, padrão esse que pode não existir nos sistemas psico-sociais. A alternativa que se defende nessa tese é a de se perceber os problemas como novos sistemas que se estabelecem contrapondo-se (por regulação) ao sistema que já existia antes do novo sistema (“problema”) surgir (de acordo com o que está representado na figura 2.9.a).

Assim, no presente trabalho, a palavra sistema designa qualquer coisa que possua uma ontologia própria, que tenha uma constituição própria, que possa ser percebida por possuir uma complexidade que lhe seja inerente ou que a diferencie de seu entorno, de acordo com as características especificadas por Katz & Kahn (1974, p.41) e Bertalanffy (1975, p.215). Dessa forma, além daquelas coisas que tradicionalmente já são consideradas sistemas, como, por exemplo, os corpos biológicos, os rios, as florestas e as organizações sociais, também situações ou

fenômenos que receberiam a denominação genérica de “problema” são considerados sistemas, como, por exemplo, uma dor de dente, o crescimento nas vendas de uma empresa, o colapso financeiro de um país e uma briga entre vizinhos (SENGE, 1990).

2.11.4 Saltos de inferência: poderosa ferramenta

Talvez o dispositivo mais interessante de análise em circunstâncias como essas que aqui estão sendo descritas (sistemas não planejados), são os saltos de inferência das coisas conhecidas para as desconhecidas, a partir de hipóteses estabelecidas pelo analista (THOMAS, 2001, p.125). Os saltos de inferência podem ser ferramentas poderosas e de simples aplicação, principalmente em situações de inércia, em que o analista não dispõe da experiência necessária para continuar o trabalho. A partir da reflexão sobre os dados de que dispõe sobre a área desconhecida do universo (vide figura 2.11.4.a) a ser analisada, o analista passa a especular e testar hipóteses, investigando exatamente do modo como faria a partir de outra teoria qualquer, com a diferença, no caso do viés da complementaridade do presente trabalho, de que ele não terá que encontrar os vínculos de relação ativos que causam o sistema, por saber que o sistema pode ter surgido de si mesmo, desde que as condições ambientais lhe tenham sido favoráveis (seja porque algo surgiu e que passou a operar como fonte de energia ou porque algo desapareceu e deixou de lhe oprimir as endo-causas).

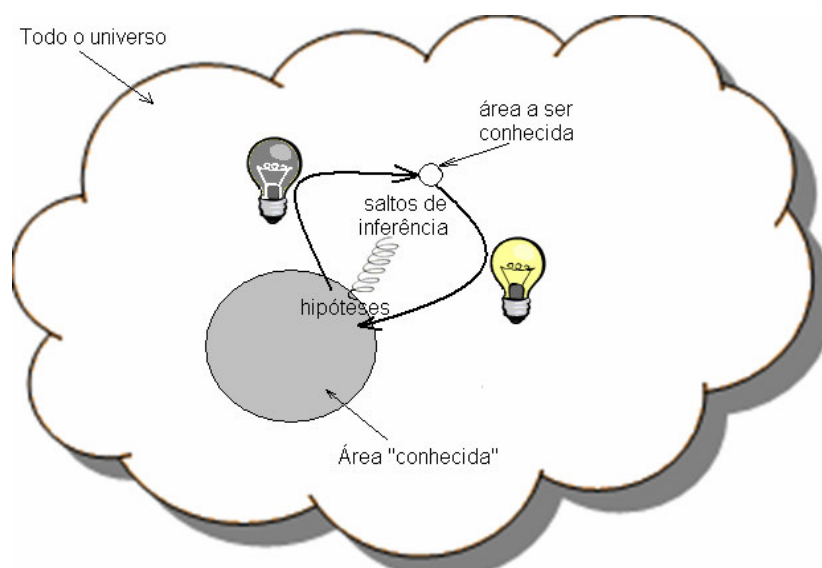


Figura 2.11.4.a — Estabelecimento de hipóteses e saltos de inferência
Fonte: dados primários (2006)

A perspectiva é a da possibilidade de que os testes de hipóteses (apresentado na figura 1.2.b) poderão apoiar, sobretudo o aprendiz, nos seus “saltos de inferência”. Considerando-se a plausibilidade dos argumentos da presente tese, de que os fenômenos podem não ter uma relação causal que os ligue, mas serem complementares entre si, a complementaridade poderia ser obtida pelo estabelecimento de hipóteses de como os fenômenos se relacionam. Nesse caso, o aprendiz poderia exercitar o hábito de criar os mencionados “artifícios semânticos”, a partir da execução dos saltos de inferência. Da aplicação do modelo da figura 1.2.b (naturalmente, nessa figura onde consta “o sintoma de um problema é percebido” adote-se, para essa nova forma de ver a realidade, “um sistema é percebido”), também se pode obter a formalização de outro aspecto dos saltos de inferência: que o analista faça suficientes iterações até que consiga uma explicação razoável (tanto pela complementaridade quanto pela causalidade, se julgar que isso pode lhe ajudar) para o surgimento do sistema.

2.11.5 Finalizando

Espera-se, assim, que ao final desse capítulo tenha ficado claro que o princípio da causalidade não é suficiente para se descreverem os processos que levam ao surgimento e à mudança nos sistemas psico-sociais. Dessa forma, inspirado nas idéias de que (i) um sistema pode surgir pelo desaparecimento de outro, sendo-lhe, portanto, contrário e complementar, possivelmente caracterizando aquilo que Hamel (2001, p.117) chamou de “mudança abrupta e descontínua” e (ii) de que as relações entre os sistemas psico-sociais só se estabelecem efetivamente na mente do analista, é que serão analisados alguns casos desenvolvidos por alunos do CCT-UDESC, buscando-se indícios de que a realidade pode realmente se comportar de acordo com os argumentos desse capítulo, sendo esses argumentos, portanto, plausíveis. Na seqüência, é apresentada a metodologia utilizada para se chegar aos resultados dessa pesquisa.

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA DA PESQUISA

O presente capítulo tem como propósito relacionar os aspectos teóricos descritos no capítulo 2 com casos analisados pelos alunos do CCT-UDESC, iniciando-se pela localização do presente trabalho no âmbito das pesquisas científicas, de acordo com a classificação encontrada em Silva (2001). Na seqüência é feito um breve relato histórico de como a tese foi se configurando, os problemas sendo percebidos, a busca por alternativas metodológicas e os desafios que precisaram ser enfrentados. Por fim é apresentada a descrição da metodologia de análise adotada sobre os estudos de casos dos alunos do CCT-UDESC.

3.1 Aspectos formais: classificação da pesquisa

3.1.1 Quanto à natureza da pesquisa

Do ponto de vista de sua natureza, a presente pesquisa deverá ser considerada essencialmente aplicada. Apesar de se buscar dar alguma contribuição que a caracterizaria também como “básica”, na medida em que se deseja, através de sua dimensão de revisão bibliográfica, que ela se transforme numa espécie de recurso de pesquisa para estudantes de análise de sistemas de informações, ela deve ser considerada “aplicada”. Em última análise, a idéia é a de encontrar, através da verificação em estudos de casos reais, indícios que possam auxiliar na melhoria dos métodos para análise de sistemas de informações, com vistas à facilidade na identificação de regularidades no ambiente, sem, entretanto, depender dessas regularidades (no sentido clássico de “aprendizagem associativa”, segundo Pozo, 2004, p.33). A busca dessa independência se dá em função das possíveis dificuldades para que essas regularidades possam ser encontradas num ambiente social altamente volátil (aquele em que tudo parece diferente a cada instante e a única regularidade parece ser a ausência de regularidades).

3.1.2 Quanto à forma de abordagem

Quanto à forma da abordagem, uma pesquisa pode ser classificada como quantitativa ou qualitativa e de acordo com Silva (2001), uma pesquisa deverá ser considerada “qualitativa” quando “há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números”, sendo esse o caso no presente trabalho. Como foi visto no capítulo 2, não há como se manter separados objeto e sujeito numa pesquisa relacionada ao conhecimento (o conhecimento é ao mesmo tempo ferramenta e matéria-prima), uma vez que sujeito e objeto encontram-se inexoravelmente imbricados em algo que Maturana & Varela (1995, p. 18) chamam de “fenômeno da tautologia cognoscitiva”.

3.1.3 Quanto aos objetivos

De acordo com Silva (2001, p.21), do ponto de vista de seus objetivos, uma pesquisa pode ser (i) exploratória, (ii) descritiva ou (iii) explicativa. Dado o caminho adotado para que os objetivos sejam alcançados, qual seja, através de levantamentos bibliográficos e da investigação sobre resultados de análises já executadas em estudos de casos reais, conclui-se que esse trabalho é de caráter essencialmente exploratório, que é o que melhor se enquadra na definição de Silva (2001, p.21) para essa categoria (quando “visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses” assumindo, em geral “as formas de pesquisas bibliográficas e estudos de caso”).

3.1.4 Quanto aos procedimentos técnicos

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, a pesquisa é fundamentada na revisão bibliográfica (portanto é, em parte, uma pesquisa bibliográfica) e também sobre a análise dos resultados de uma série de estudos de casos, desenvolvidos pelos alunos do CCT-UDESC, o que a caracteriza, nesse caso, também como uma pesquisa *ex post facto* (SILVA, 2001, p.21).

3.2 O desenvolvimento do trabalho

3.2.1 Surgimento do interesse pelo assunto da complementaridade

A figura 3.2.1.a representa a estrutura de relacionamento entre os principais aspectos ao longo do processo que culminou com o momento da presente documentação, em que o princípio da complementaridade é reconhecido como a oportunidade de se conseguir um rompimento epistemológico na análise de sistemas psico-sociais, com vistas ao desenvolvimento de sistemas de informações.

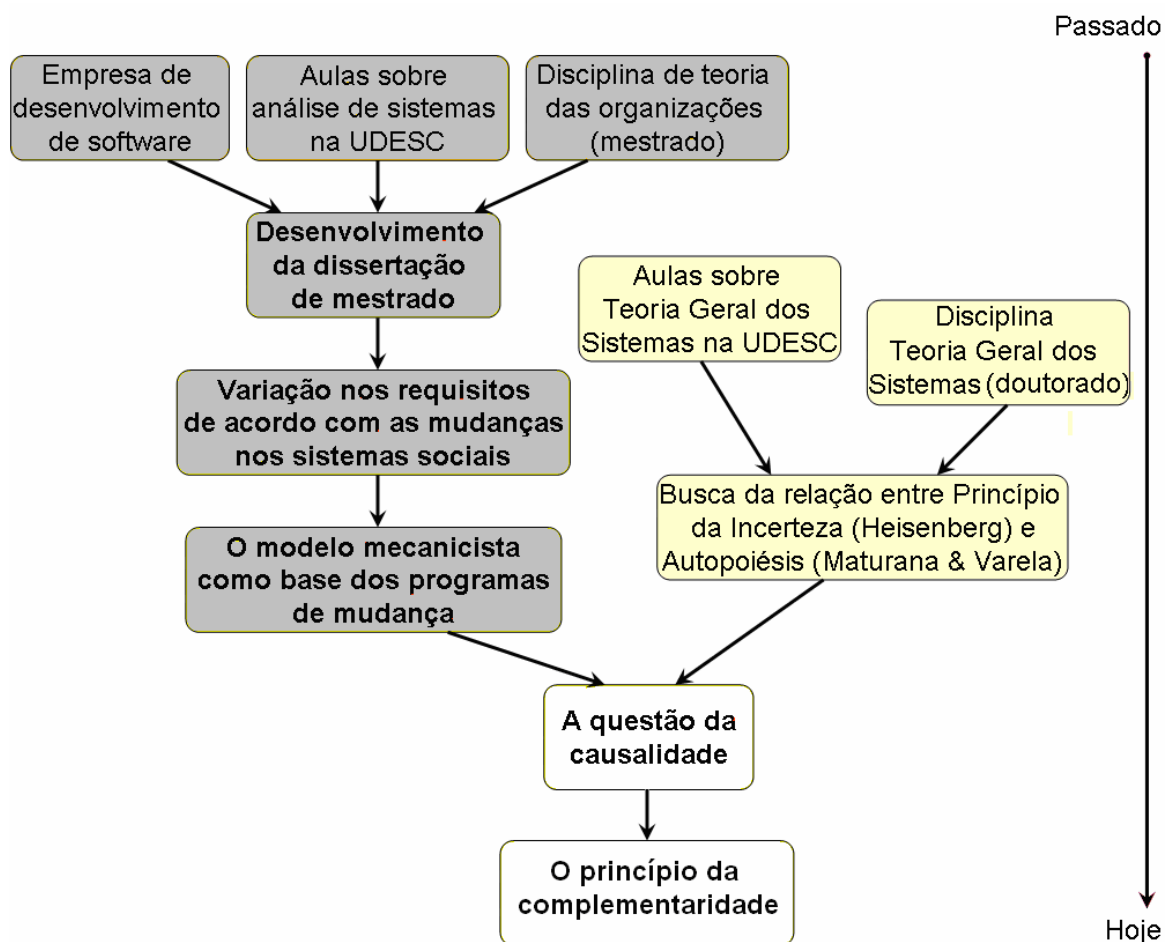


Figura 3.2.1.a – Estrutura histórica até ao assunto da complementaridade

Fonte: dados primários (2006)

Como pode ser observado na figura 3.2.1.a, o interesse em se encontrar uma forma para se entender como os sistemas sociais se estabelecem e o que os leva de uma condição a outra, existe tanto do ponto de vista acadêmico, em função das aulas ministradas no CCT-UDESC sobre Teoria Geral dos Sistemas e Análise de

Sistemas, quanto do ponto de vista empresarial, em função da empresa de sistemas para gestão empresarial à qual está ligado o autor do presente trabalho.

3.2.2 Como é feita a análise com os diagramas de Ishikawa

O método de análise representado na figura 1.3.a compreende, além dos procedimentos específicos de investigação dos sistemas, também os procedimentos de levantamento dos dados, definições de tratamentos a serem dados para situações em que já existe um sistema de informações útil implantado (ainda que operacionalmente precário) e os procedimentos de empacotamento dos resultados da análise, para serem encaminhados para a fase de projeto do sistema.

Do ponto de vista dos procedimentos específicos de investigação, o processo chega à chave 7 a partir da identificação de algum problema, pelos levantamentos feitos na chave 1. Na chave 7, o problema precisa ser caracterizado, de tal forma que haja certeza de que não se trata de uma simples especulação do cliente. Por exemplo, se o problema for “queda na lucratividade”, deverão ser identificadas as fontes de dados (e certificados os conteúdos desses dados) que indicam que esse sistema está realmente se instaurando. Esse procedimento pode ser mantido exatamente como já é feito hoje, uma vez que a caracterização dos fenômenos nessa fase é somente sintomática (porque existe o sintoma é que se sabe da possibilidade de um sistema estar se instaurando).

Os pontos sensíveis para o contexto dessa tese, entretanto, são as chaves 1 (levantamento dos dados) e 8 (identificação das causas), da figura 1.3.a. Na verdade, apesar de no modelo essas duas atividades estarem separadas, não há como, na prática, separar os procedimentos de análise dos de levantamento de dados (ambos ocorrem simultaneamente, exceto o levantamento no primeiro contato com o sistema em questão, de acordo com o que consta no método registrado em Selner, 1999). Nesses pontos é que podem ser acrescentadas as heurísticas que são sugeridas a partir da análise dos casos, adiante.

No método de Selner (1999), o único mecanismo formal de análise (propriamente) previsto é o desdobramento dos fenômenos em suas causas, registrando-se o resultado desse processo em planilhas de verificação ou diagramas

de causa-e-efeito de Ishikawa. Esses dispositivos são utilizados ao longo do processo de análise, tanto para documentar os resultados das observações, entrevistas e questionários, que são os principais meios de levantamento de dados sugeridos pelo método, quanto para a documentação dos processos racionais da análise (deduções, inferências, extrapolações etc.). Dessa forma, o ponto central das análises feitas como o método de Selner (1999), representado na figura 1.3.a, são as chaves 7 e 8 (vide representação parcial na figura 3.2.2.a).

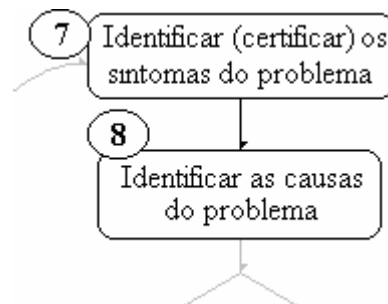


Figura 3.2.2.a – Vista parcial da seqüência do método de análise
Fonte: adaptado de Selner (1999)

Uma vez certificado o sintoma, na chave 8 são identificadas as causas dos problemas. O método utilizado prevê levantamentos com reuniões com os clientes, observações pessoais e até mesmo ensaios sobre a realidade do cliente, para saber a que se deve o sintoma identificado. A principal ferramenta utilizada nessa fase é o diagrama de Ishikawa, que tem a forma representada na figura 3.2.2.b.

Desenvolvido em 1943 por Kaoru Ishikawa, o objetivo desse diagrama é facilitar a visualização do mapeamento entre uma série de fenômenos que se sucedem e que são ligados entre si pelas relações de causa e efeito, até se chegar ao sintoma caracterizado na chave 7 (ISHIKAWA, 1993). O diagrama é montado seguindo-se, basicamente, a seguinte lógica:

- o sintoma do problema a ser resolvido (ou o efeito desejado do processo), devidamente quantificado, é registrado na extremidade direita do eixo central do diagrama;
- as causas que de alguma forma cooperam para que o sintoma ou efeito ocorra, são então ligadas a esse eixo central. A sugestão encontrada na literatura é a de que as causas que estiverem ligadas ao eixo principal sejam classificadas de acordo com os chamados 6 M's: método, mão-de-

obra, materiais, medidas, meio ambiente e máquinas. Entretanto, isso não tem se mostrado muito útil no mapeamento de sistemas psico-sociais. Sendo assim, essa recomendação é feita, mas não se configura como uma regra no treinamento dos alunos do CCT-UDESC;

- cada uma das causas também é transformada num eixo central e a esse eixo são ligadas causas menores e isso pode ocorrer tantas vezes quantas forem necessárias, até que o máximo de causas relevantes tenham sido identificadas.

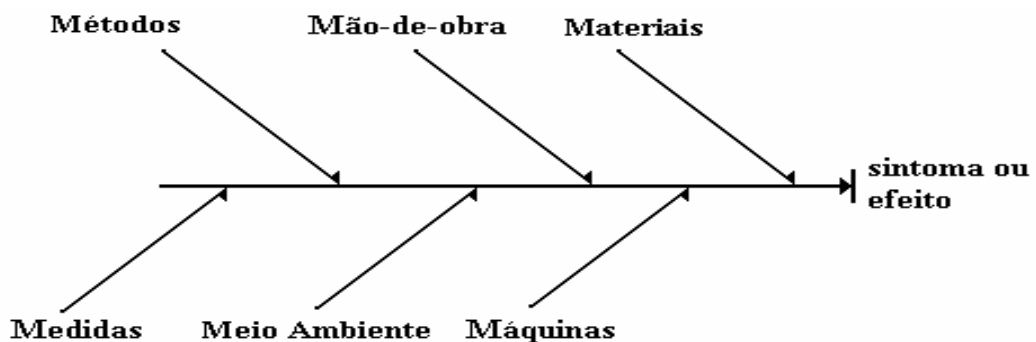


Figura 3.2.2.b – Diagrama de causa e efeito de Ishikawa
Fonte: Ishikawa (1993)

Os alunos do CCT-UDESC desenvolvem os seus trabalhos a partir de todo o processo representado na figura 1.3.a. No entanto, o ponto crítico são as chaves 7 e 8, porque é nesses pontos que o processo de análise emperra quando as cadeias causais apresentam descolamentos, não sendo encontradas as causas dos problemas, para todos os casos analisados.

3.2.3 Investigações sobre uma maneira alternativa ao modelo de causa-e-efeito

Logo após o trabalho do mestrado haver sido concluído, os métodos ali desenvolvidos passaram a ser abordados nas aulas da disciplina de Análise de Sistemas no CCT-UDESC. Algumas dificuldades começaram a ser sentidas, mas isso foi inicialmente atribuído ao seu muito recente desenvolvimento, imaginando-se que com a prática no seu uso, esses problemas seriam naturalmente eliminados. De fato isso em parte ocorreu, mas havia um ponto intrigante: freqüentemente as versões iniciais dos trabalhos dos alunos apresentavam diagramas de Ishikawa com uma lógica sublime, mas o resultado parecia absolutamente ingênuo (como no exemplo da figura 2.8.2.d). Inicialmente isso foi atribuído à sua falta de experiência,

mas esse também foi o indício de que o método poderia ter uma falha: ainda que se reconheça a plausibilidade da relação circular entre a análise que gera experiência e a experiência que determina a qualidade da análise (vide figura 2.8.3.b), não parecia razoável que, havendo um padrão de conduta, não se investigasse uma forma de influenciar esse padrão, surgindo então o interesse pelo tema do estudo do conhecimento (epistemologia). Como se adquire experiência? Essa parecia ser a questão.

Da pergunta inicial sobre como adquirir experiência, o assunto evoluiu para os modos de se adquirir conhecimento, já dentro do presente programa de doutorado, na disciplina em que foi abordado o tema da Teoria Geral dos Sistemas. Na ocasião, despertou particular interesse a nova noção de autopoiesis de Maturana & Varela (1995) e desse ponto em diante, desdobraram-se diversas possibilidades: o mundo da epistemologia se desvendava e, na medida em que se oferecia ao pesquisador, também o conduzia para problemas ainda mais insolúveis, culminando com o princípio da incerteza de Heisenberg (1996). Aparentemente, o limite dos esforços de se resolver a questão havia sido encontrado.

Para que os esforços já consumidos com a pesquisa até então não fossem perdidos, resolveu-se registrar os resultados do mapeamento entre o princípio da incerteza de Heisenberg (1996) e o conceito de autopoiesis de Maturana & Varela (1995). Para isso, algumas pesquisas complementares precisariam ser feitas e foi aí que o princípio da complementaridade de Bohr (2000) veio à luz, para o presente pesquisador.

As referências teóricas que se tinha até então apontavam para alternativas de métodos que, de alguma forma, poderiam minimizar os efeitos da falta de experiência do aluno, mas sendo o princípio fundamentalmente o mesmo, o resultado poderia ficar apenas mais refinado, não havendo uma expectativa de solução efetiva do problema de se identificar as relações por via de método. A experiência adquirida com as tentativas e erros do analista parecia ser a opção derradeira.

3.3 Processo para a análise dos casos

Para que a análise possa ser replicada, segue uma descrição dos detalhes dos procedimentos e critérios adotados para se identificar casos em que o princípio da complementaridade pode ser útil. No capítulo 4 é feita a descrição da análise utilizando-se desses critérios.

Um aspecto particularmente importante do ponto de vista metodológico da presente tese, é que a construção da revisão bibliográfica (capítulo 2) e a descrição da análise dos casos (capítulo 4) não seguiram, de forma linear, essa ordem. O que ocorreu foi que os subsídios teóricos (registrados no capítulo 2) foram sendo identificados e registrados concomitantemente ao processo de análise dos trabalhos (registrado no capítulo 4), até que o novo "jeito de perceber" os sistemas psico-sociais alcançasse o seu atual estágio. Dessa forma se estabeleceu uma relação sistêmica de influências mútuas entre os capítulos 2 e 4 (isso está representado na figura 3.3.a).

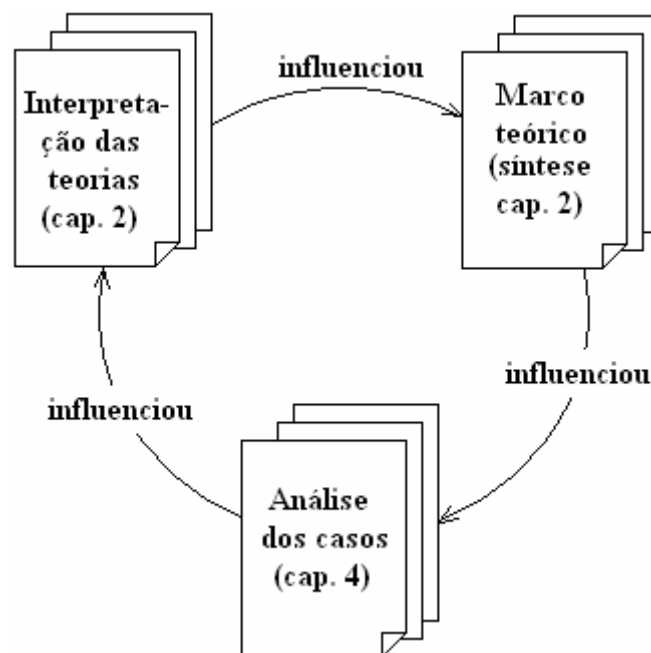


Figura 3.3.a – Influências mútuas entre a teoria e a análise dos casos
Fonte: dados primários (2006)

3.3.1 Protocolo para a seleção dos casos

Para a investigação do que caracterizaria, numa análise de sistemas, um caso candidato ao princípio da complementaridade, foi feito o seguinte:

1. foram selecionados trabalhos das últimas 7 turmas de alunos da disciplina de Análise de Sistemas dos cursos de Ciências da Computação e de Sistemas de Informações, do CCT-UDESC;
2. entre os 190 casos disponíveis, 96 foram pré-selecionados (72 de forma aleatória e 24 do primeiro semestre de 2005, em busca de um aspecto específico, que será descrito na análise da situação “A”, logo adiante). Os anexos de 1 a 5 são exemplos desses estudos de caso (desses anexos foram suprimidas as informações não relevantes para as análises, contidas nos originais, como a introdução, na maioria dos casos o desenvolvimento das planilhas que antecedem o envio à fase de projeto do *software* e as conclusões desses trabalhos);
3. Entre esses 96 casos pré-selecionados, foram selecionados, para a análise, os que respeitavam aos seguintes critérios:
 - a. que o aluno houvesse seguido a metodologia de Selner (1999) com rigor, até a chave 8 do modelo da figura 1.2.a. Isso significa que ele deveria ter seguido os seguintes passos:
 - i. que o levantamento de informações tenha seguido a recomendação de ser feito em, ao menos, dois encontros com o cliente e que no primeiro encontro, ao cliente fosse dada a liberdade de apresentar toda a sua causa, sem que fosse interrompido para se pegar detalhes do seu caso e nem tampouco estimulado com sugestões de possíveis soluções ao seu problema. Esse levantamento deveria ser registrado de acordo com o recomendado em Selner (1999, p.97);
 - ii. Que tenha sido identificado um problema a ser resolvido ou um objetivo a ser alcançado e que pela análise desse aspecto tenha sido derivado um diagrama de Ishikawa;
 - b. que de alguma forma fosse possível o contato com o “cliente” do aluno (que a empresa estivesse identificada no trabalho ou que fosse possível o contato com o próprio aluno, para, por seu intermédio, se

chegar ao cliente), de forma a que fosse possível conferir, se fosse o caso, se ele participou efetivamente do processo (para se evitar algum caso de fraude) e também para sanar dúvidas sobre o caso;

- c. que os diagramas de Ishikawa tivessem os fenômenos e os fatores quantificados (rejeitando-se inclusive os casos em que a quantificação era apenas estatística, em percentuais). Esse critério seria importante porque a experiência nas correções desses trabalhos freqüentemente indicava que aqueles com fatores não quantificados normalmente indicavam que o aluno não havia compreendido suficientemente o problema. Por exemplo, observando-se o diagrama da figura 3.3.1.a, a “dificuldade em ampliar vendas” supostamente deve-se, entre outros fatores, a “problemas com fornecedor”. Entretanto, não estão explícitos quais seriam esses problemas e nem tampouco quantos desses casos de fornecedores com problemas foram analisados. Dessa forma, casos como esse seriam totalmente descartados. Por outro lado, ao longo do processo de análise percebeu-se que justamente para os casos que interessavam ao presente trabalho, havia maior dificuldade na hora da quantificação, acrescentando-se a esse critério, então, uma ressalva: nem todos os fatores precisariam ser quantificados, desde que ao menos um pudesse ser caracterizado como não sendo de um caso especial de causalidade. No próprio exemplo da figura 3.3.1.a existe um indício de caso (“promoções da concorrência”) aplicável ao modelo da complementaridade (ele é analisado no próximo capítulo).

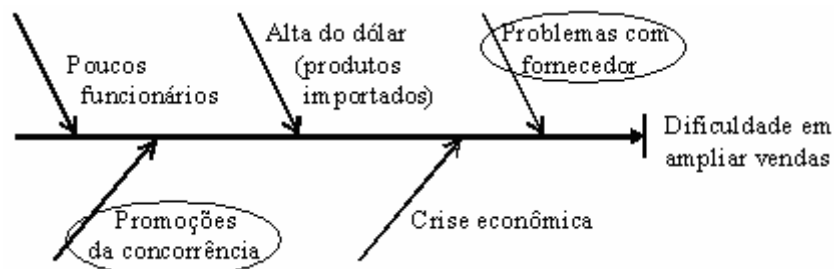


Figura 3.3.1.a – Exemplo de Ishikawa selecionado
Fonte: dados primários (2006)

4. Além disso, havia os casos que, a rigor, não interessariam para o presente processo, como o da figura 3.3.1.b. Nesse exemplo, o modelo

representa de forma suficientemente adequada o problema do cliente porque dá conta dos motivos alegados pelos seus fregueses para não mais visitarem a sua loja. Assim, ainda que os motivos identificados não fossem causas, no sentido estrito do termo (obedecendo aos critérios da causalidade), o resultado do processo pode ser considerado adequado, uma vez que aluno conseguiu perceber a que se devia o problema da perda de clientes, inclusive quantificando o número de casos devidos a cada um dos supostos fatores.

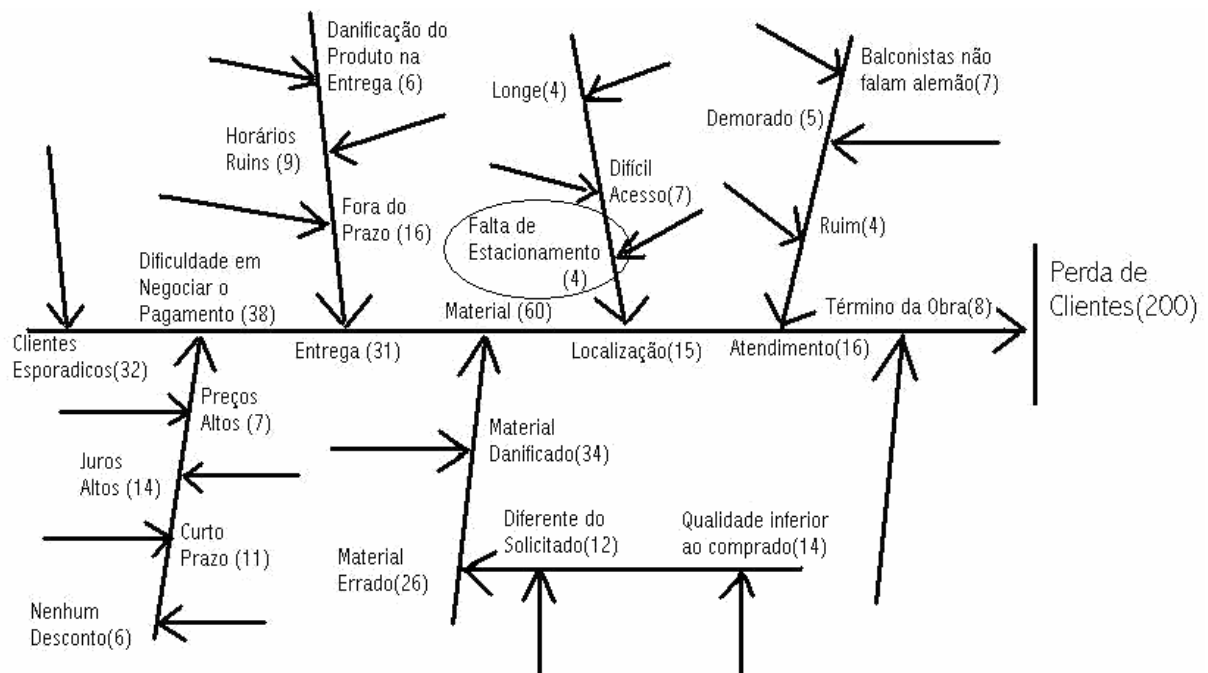


Figura 3.3.1.b – Ishikawa quantificado

Fonte: dados primários (2006)

Esses foram os critérios inicialmente estabelecidos. Entretanto, quando se deu início ao processo de análise, percebeu-se que alguns casos seriam de difícil comprovação, como é o caso da figura 3.3.1.c. Nesse exemplo, o fenômeno analisado é o de atrasos na entrega dos projetos da empresa. Ocorre que esse tipo de fenômeno depende de um parâmetro utilizado como referência. No caso específico do exemplo, o fenômeno do atraso depende tanto dos tempos consumidos no processo quanto do tempo estabelecido como prazo (meta), não havendo nada no modelo que possa dizer que o problema não seja com o prazo estabelecido (e sim com alguma suposta causa). Isso posto, acrescentou-se ainda um critério adicional de seleção no método, pelo qual sempre que o caso se referia a algum fenômeno que tivesse uma dependência crucial de um planejamento feito

pele cliente, o caso seria desclassificado (por isso, casos cujo fenômeno estava relacionado a “atraso” foram desclassificados por esse critério adicional).

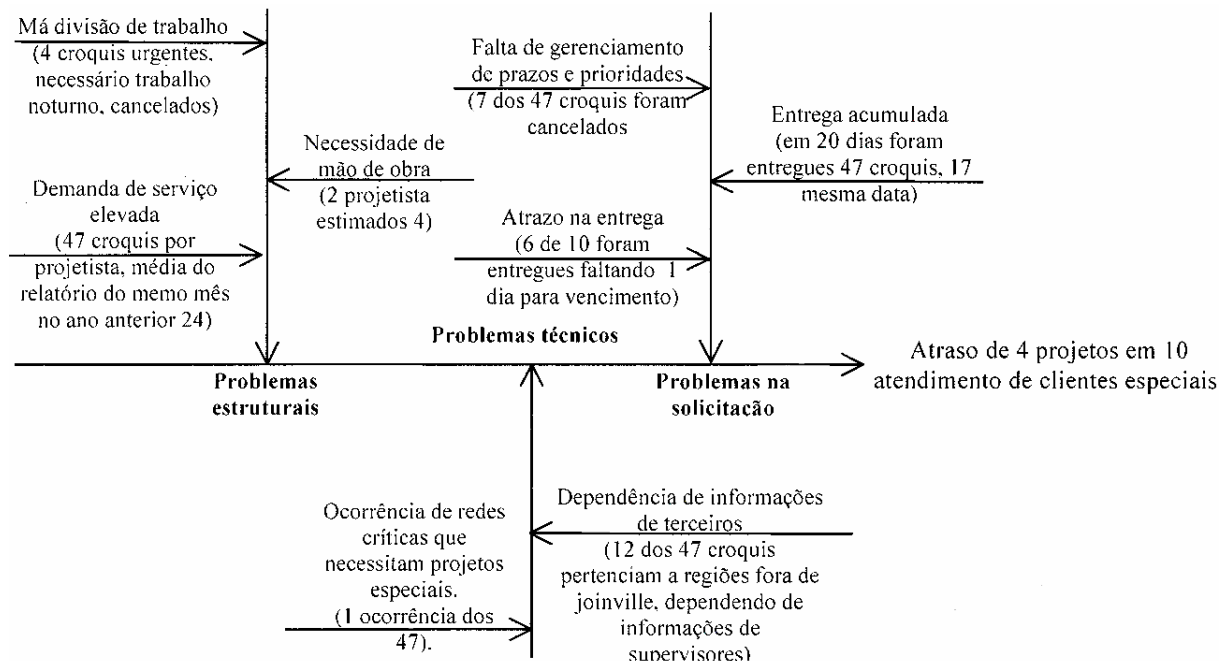


Figura 3.3.1.c – O fenômeno é algum atraso

Fonte: dados primários (2006)

3.3.2 Dois grupos de problemas: dificuldade na identificação

A expectativa inicial era a de que, entre os casos em que as causas não explicavam o surgimento do fenômeno, seriam encontrados dois grupos de problemas para serem analisados: os que estariam em estado primário (caso exemplificado na figura 2.8.2.d) e os que já haviam sofrido a interferência do conhecimento do cliente, do aluno ou do professor e, portanto, já tinham as ligações (com os aspectos importantes para o surgimento do sistema) estabelecidas de forma artificial.

Entretanto, procurando-se explicitamente por trabalhos que pudessem comprovar a ocorrência do primeiro grupo, não foi encontrado nenhum caso entre os 72 inicialmente analisados. Buscando-se a razão disso, lembrou-se que os trabalhos, antes de serem entregues, eram apresentados em sala de aula e “corrigidos”, não sendo permitidos (pela ignorância do que sucedia) casos sem a cadeia causal constituída. Nesses casos, duas coisas poderiam ocorrer: ou (i) se acrescentava algum mecanismo para estabelecer a relação faltante, prevalecendo a

experiência do cliente ou do próprio professor e surgindo, aí, os mencionados artifícios semânticos, ou (ii) era sugerido ao aluno que encontrasse outro caso mais simples, dado o limite de tempo para concluir os trabalhos e vencer a disciplina.

Como esses casos não puderam ser encontrados entre os 72 casos analisados inicialmente, lembrou-se de uma outra possibilidade. Frequentemente, por ocasião da apresentação dos trabalhos nos finais dos semestres, havia um número razoável de trabalhos que não se encontravam em condições de ser avaliados (estavam ainda muito insipientes). Para reduzir a ocorrência de acúmulos ao final do semestre, passou-se a exigir entregas parciais dos trabalhos (com apresentações parciais), com o intuito de forçar os alunos a encaminharem a realização dos trabalhos já a partir do início do semestre, não deixando para a última hora. Como esses trabalhos eram entregues no dia dessas apresentações parciais (não sofrendo, portanto, as “correções” do professor) imaginava-se que seria possível localizar ao menos um caso em que os fenômenos não poderiam ser caracterizados pela via da causalidade. Entretanto, não havia muitos casos desses à disposição para a presente análise, porque a maioria deles era eliminada após a entrega do trabalho final, não sendo possível, também por essa via, encontrar algum caso ainda não manipulado.

Restava, então, a alternativa de se encontrar um trabalho entre os demais ainda não analisados (até esse ponto, haviam sido analisados 72 casos, sem se computar os das entregas parciais) e aí sim, foi encontrado um caso. Analisando-se o semestre desse caso (primeiro semestre de 2005), o autor lembrou que as apresentações daquele semestre foram menos formais. Como se tratava de uma turma considerada grande (com aproximadamente 30 alunos, dos quais 27 entregaram os trabalhos) as apresentações se limitavam a uma breve descrição oral do problema (não sendo exigidas apresentações formais, com o uso de transparências e retro-projetor, por exemplo). Além do mais, especificamente no trabalho em que o caso foi encontrado, o aluno havia desenvolvido três estudos de caso, mas a ele não foi dada a oportunidade de tecer comentários sobre todos eles, permanecendo esse resíduo que pôde ser aproveitado. O diagrama original desse caso encontra-se na figura 4.1.1.a. e, para registro, esse caso foi entregue sem a influência da correção do professor.

Surgiram casos em que, na tentativa de se desdobrar um fenômeno em suas causas, ocorrem decomposições dos fenômenos em suas características. Essa advertência é feita por Latil (1973, p.185) e é importante para o contexto desse trabalho porque isso, além de comum entre os trabalhos dos alunos, pode ajudar a identificar o que é complementar a um sistema do qual não se podem identificar as causas.

3.3.3 Como se deu a análise

Os casos descritos no capítulo 4 foram desenvolvidos pelos alunos do CCT-UDESC, pela aplicação do método de análise genericamente apresentado no item 3.2.2 acima. Entretanto, como dito anteriormente, nem sempre os alunos encontravam causas “honestas” para justificar o fenômeno e, nessas circunstâncias, como um resultado era exigido, o aluno acabava apelando para a sua criatividade, até encontrar as justificativas para a existência do sistema em questão.

Tendo isso em vista, uma vez selecionados os casos (de acordo com o protocolo descrito acima), o primeiro passo na análise foi a identificação da estratégia utilizada pelos alunos para chegarem aos fatores dos sistemas, a partir dos quais eles construíram os diagramas de Ishikawa. Isso se deu pela verificação de cada uma das condições alegadas pelos alunos para o surgimento dos fenômenos que eles estavam analisando, para ver se realmente poderiam ser caracterizadas como causas genuínas, de acordo com o que foi estabelecido no capítulo 2: se havia um vínculo de determinação ativo entre o suposto efeito e a suposta causa (como por exemplo “salário baixo” → “inadimplência” da primeira situação analisada no capítulo 4). Dessa forma, todas as condições caracterizadas, por exemplo, pelo sumiço de algum fator, eram automaticamente desqualificadas como causas verdadeiras.

Dada a experiência do autor do presente trabalho nas correções dos trabalhos (como professor da disciplina de Análise de Sistemas), os relacionamentos entre “sistema” e “fator” que não tinham um vínculo de determinação ativo (não eram causa-e-efeito), foram classificados em três grupos:

1. pela decomposição *top-down* (desmembramento “todo → partes”) do fenômeno em suas características, como por exemplo “controle” → “prever a data de pagamento” da primeira situação analisada no capítulo 4;
2. a partir da percepção do aluno de que a falta de algum controle opera como causa do fenômeno, quando, como é visto adiante, isso não ocorre e
3. a partir de algum critério desconhecido, como por exemplo “cobrança” → “setor de cobrança” do mesmo caso.

Dessa forma, o principal dispositivo utilizado na análise dos trabalhos foi o da invalidação das supostas causas apresentadas pelos alunos. Invalidada a causa, se estabelecia um possível caso de complementaridade. Nesse caso, as investigações e suposições da análise foram orientadas no sentido de encontrar os argumentos que justificassem o ponto de vista do aluno, à luz do conceito de complementaridade, como se encontra registrado.

Uma vez identificado o grupo ao qual pertence a relação entre o suposto fator e o suposto fenômeno (*lato senso*, suposta causa e suposto efeito), ignorando-se os casos de causa-e-efeito genuínos (de acordo como o critério de vínculo de determinação ativo, visto no capítulo 2), os demais grupos foram utilizados para identificar se caracterizariam relações de complementaridade, de acordo com o que encontra-se estabelecido no item 2.10.3, sendo, a partir disso, verificado se a relação poderia se uma de duas espécies.

Na primeira espécie, foram enquadradas as relações entre os fenômenos que se dão somente no sistema psico-social, na dimensão cognoscitiva do analista (aluno). Nesse caso, não há nenhum recurso na ciência que possa demonstrar objetivamente (no sentido clássico do termo) esse tipo de relação. Assim como o analista estabeleceu no sistema representado pela figura 2.8.3.a a relação entre os sistemas das figuras 2.8.2.a e 2.8.2.c, através do artifício semântico “desabastecimento”, de modo semelhante a esse encontram-se estabelecidas as relações nas observações dessas situações nos trabalhos analisados. Identificado esse aspecto nos trabalhos dos alunos, considerou-se como verificado o fenômeno da complementaridade (o instrumento perceptor complementa o vazio na relação entre um fator e o sistema).

Na segunda espécie foram enquadradas as relações complementares dos sistemas “objetos” entre si (relação entre um sistema que colapsa e outro que surge, ou entre um sistema que existe e outro que se “insurge” contra ele, passando a ter uma ontologia própria). Nesses casos, o que se buscou foi a relação de complementaridade como oposição, entre as causas (endo-causas, na verdade) identificadas pelo aluno e aquilo que as mantinham sob controle e que deixou de existir. Repetindo a síntese do capítulo 2, uma das características do conceito de complementaridade entre dois sistemas é que eles não subsistem ao mesmo tempo, estando um em potência em relação ao outro, mas nunca ambos em ato. Sendo assim, buscou-se o complemento dessas endo-causas pela identificação daquilo que satisfizesse a condição de que o surgimento da endo-causa ocorresse na medida exata do desaparecimento do fator. Também nesse caso, uma vez identificado esse aspecto nos trabalhos dos alunos, considerou-se como verificado o fenômeno da complementaridade (o sistema existe por oposição a algum fator externo ou ocupa o lugar de um sistema que já não mais existe).

Esses foram os aspectos levados em conta nas análises dos casos e na seqüência encontram-se as descrições dessas análises.

CAPÍTULO 4 – ANÁLISE DOS CASOS

Caracterizada a possibilidade de utilização do princípio da complementaridade em casos práticos de análise de sistemas (capítulo 2) e descrito como foram selecionados os casos e como a análise foi feita (capítulo 3), são apresentadas, a seguir, as análises feitas a partir dos trabalhos dos alunos do CCT-UDESC. A intenção com essas análises é a de mostrar como o princípio da complementaridade pode ser útil em cada um dos casos, derivando-se, concomitantemente, algumas heurísticas que podem ser aplicadas como aperfeiçoamentos ao método de análise de sistemas de Selner (1999), de tal forma que ele também passe a considerar o princípio da complementaridade no tratamento dos casos em que o princípio da causalidade não é capaz de auxiliar o analista a eliciar os fatores que levam ao surgimento do sistema.

Ao longo do processo de análise dos casos percebeu-se que eles poderiam ser agrupados em quatro situações, que são nesse capítulo utilizadas para estruturar a descrição do resultado dessas análises: (i) as causas não justificam a existência do sistema; (ii) o conhecimento complementa o vazio causal; (iii) o artifício é o inverso de uma ação; (iv) controle não é causa.

4.1 As situações

4.1.1 Primeira situação: as causas não justificam a existência do sistema

Observando-se a figura 4.1.1.a, percebe-se que o sistema “inadimplência” é desdobrado de uma forma híbrida, ora pela decomposição *top-down* do fenômeno até suas características (vencimento da fatura, prever a data de pagamento), ora como se a falta de controle fosse a causa (isso é discutido adiante), hora não se entende do que se trata (setor de cobrança) e ora em aspectos que se aproximariam do que se consideram causas (salário baixo, gastos e má-fé), de acordo com os critérios da causalidade.

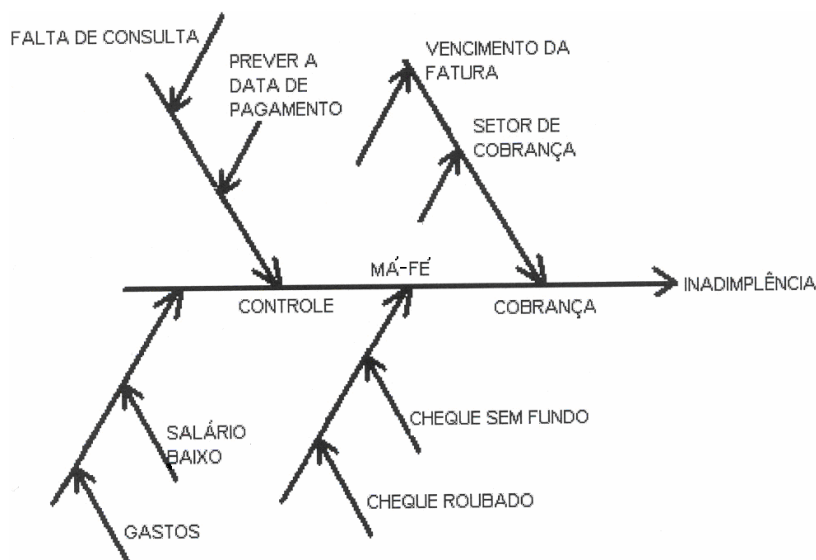


Figura 4.1.1.a – Resultado da análise do aluno

Fonte: dados primários (2006)

Eliminando-se desse diagrama aquilo que não pode ser caracterizado como causa, chega-se ao diagrama da figura 4.1.1.b, permanecendo como possíveis causas “salário baixo”, “gastos” (também referido por “falta de planejamento econômico dos fregueses”, de acordo com os registros das entrevistas) e “má-fé”.

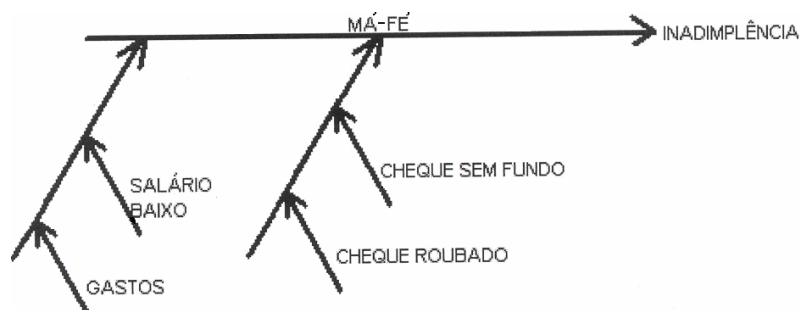


Figura 4.1.1.b – Supostas causas da inadimplência

Fonte: dados primários (2006)

Ao se refletir sobre a validade desses fatores remanescentes, percebe-se que “salário baixo” também não poderia ser considerado como causa da inadimplência porque “salário baixo” não é algo ativo, capaz de desencadear o sistema “inadimplência”, não se caracterizando como uma causa no sentido estrito do termo. Dessa forma, esse aspecto também é deixado de lado, permanecendo “gastos” (falta de planejamento econômico do freguês ou falta de controle dos gastos X receitas) e “má-fé”.

Analisando-se a questão da “falta de controle” (nos gastos), esse fator também não poderia ser considerado uma causa da existência do sistema, uma vez

que falta de controle não pode ser causa de nada. Ainda que o cliente não tenha controle de suas contas, isso não pode causar, no sentido estrito do termo, a inadimplência. Como exercício, suponha-se o inverso, em que o freguês tenha o controle de suas contas: isso não garante que ele não vá se tornar inadimplente, o que é evidência de que a falta de controle não pode ser considerada uma causa. Entretanto, aplicando-se a mesma idéia de complementaridade aplicada no capítulo 2 sobre o sistema “acabou o combustível”, pode ser dito que a expressão “controle dos gastos X receitas” traz a relação com os possíveis sistemas antigos: “gastos” já estava presente antes de “inadimplência” se instaurar, mas se as receitas deixarem de entrar, “gastos” realmente pode se tornar em causa. O sumiço da receita (por perda do emprego, por exemplo), que manteria “gastos” apenas como uma característica do sistema, pode vir a transformá-lo em causa de outro sistema.

Continuando a especular sobre a questão, inadimplência poderia ser um complemento para emprego. Enquanto existe emprego, inadimplência permaneceria em estado latente (potencialmente existe, mas não se manifesta). Desaparecendo o emprego, inadimplência pode se estabelecer. Naturalmente, precisariam existir algumas condições para isso, e uma delas, nesse exemplo, seria a de que justamente a pessoa que perdeu o emprego (ou um de seus dependentes) tivesse comprado a prazo. Essas condições podem ser confundidas, na análise, com causas. Um analista inexperiente poderia chegar a dizer que a causa da inadimplência é a venda a prazo! Nesse ponto, cabe ressaltar a advertência, feita no final do capítulo 2, de que muitas vezes os analistas confundem causas com características.

Outro exercício que pode ser feito com o mesmo sistema de inadimplência poderia estar relacionado às alegadas ocorrências de cheque sem fundo e cheque roubado. Nesses casos, “inadimplência” poderia ser um complemento para “sistema social ético e moral”. Na mesma proporção em que esse sistema fosse desaparecendo, poderia surgir em seu lugar o sistema “inadimplência”.

Primeira Heurística

Nesse ponto já é possível deduzir a primeira e talvez mais importante heurística desse trabalho, de acordo com o segundo procedimento básico sugerido

na síntese ao final do capítulo 2: se não há como se chegar à gênese do sistema pela via das cadeias causais e as experiências das pessoas envolvidas também não são suficientes para esse propósito, deve-se perguntar sobre o que havia antes e que poderia ter mantido as causas do atual sistema oprimidas ou, no caso do exemplo da inadimplência por cheque roubado, o que se deteriorou (não conseguiu deter o processo entrópico) para que o sistema atual se estabelecesse.

Como já foi dito anteriormente, no método original de Selner (1999) essas ligações freqüentemente já surgiam na forma de “artifícios semânticos”, deduzidos das experiências das pessoas envolvidas. A partir da presente heurística, entretanto, esse quesito pode passar a ser incorporado formalmente ao método, através da possibilidade de se investigar o que retinha o sistema que surgiu, buscando-se os fatores “opressores” e as causas que permaneciam, por via dessa opressão, em estado latente. Dessa forma pode ser explicado o que surgiu a partir do que colapsou.

Aproveitando-se ainda um pouco mais esse caso específico, percebe-se que o aluno conseguiu, também, caracterizar a situação de descontrole sobre as contas a receber da loja (como está registrado na entrevista, a empresa tem dificuldades para saber quanto e quando tem para receber). Supondo-se que não fosse possível chegar, através da heurística apresentada, aos fatores acima descritos, pode-se perfeitamente aplicar sobre sistemas como esse algum método de análise por decomposição *top-down*, de forma a que sejam identificadas, por exemplo, as suas características e as categorias dos seus atores (pessoas inescrupulosas, ladrões, descontrolados em suas contas, desempregados, esquecidos etc.). Sendo esse o caso, um reforço importante para o método de Selner (1999) poderia ser derivado do fato de que, mesmo que não se tenha conseguido a caracterização das causas de um sistema, que se procure identificar as características substantivas do sistema (objetos, atores, condições etc.), a partir das quais o analista poderia tentar “saltos de inferência” (de acordo com o que foi dito no capítulo 2), para tentar identificar quais sistemas poderiam ter colapsado para que o novo sistema pudesse se estabelecer. Convém salientar que o analista deverá ter sempre em mente que o sistema novo pode não se estabelecer por alguma ligação explícita ao que deixou de existir, constituindo-se, nesse caso, o conceito de complementaridade pela

relação entre o sistema sob análise e o sistema de idéias que o analisa utiliza (também de acordo com o que se encontra descrito no capítulo 2).

Segunda Heurística

Sendo assim, uma heurística adicional pode ser derivada desse caso: de acordo com o que foi dito no capítulo 2 sobre saltos de inferência e também com base no modelo de teste de hipóteses apresentado na figura 1.2.b, supondo-se que o analista, na busca das causas, tenha conseguido identificar somente as características substantivas do sistema (objetos, atores, condições etc.), dessas características podem ser estabelecidas hipóteses para se tentar “saltos de inferência” (vide figura 2.11.4.a), na busca pela identificação de quais sistemas poderiam ter colapsado para que o novo sistema pudesse se estabelecer.

4.1.2 Segunda situação: o conhecimento complementa o vazio causal

Por causa das intervenções feitas em sala de aula, existem mais exemplos de trabalhos na situação em que já houve algum esforço para se estabelecer a ligação entre fenômenos que de alguma forma interferem-se mutuamente, do que a da situação descrita na seção 4.1.1. Esses demais casos não são essencialmente diferentes dessa situação, diferenciando apenas porque neles já foi incluído ao modelo um artifício semântico (“desabastecimento” no caso do exemplo do capítulo 2) ou alguma outra expressão que caracteriza que o problema está relacionado, através do conhecimento do cliente (ou do analista) sobre o assunto, a um outro sistema que colapsou ou que está se estabelecendo, colapsando o atual.

Um exemplo desse caso está representado no diagrama da figura 3.3.1.a. De acordo com os critérios da causalidade, o fator “promoções da concorrência” não pode causar “dificuldade em ampliar vendas”. Entretanto, a relação pode ser estabelecida pelo princípio da complementaridade. Supondo-se a existência de um sistema como “as vendas estão crescendo”, ele pode colapsar, não como um efeito causado por “promoções da concorrência”, mas como um complemento a um sistema do tipo “o concorrente passou a vender bem”, caracterizando, novamente, um caso em que um sistema se esvai na medida certa em que o outro se estabelece. Nesse caso, são na verdade três os sistemas envolvidos: o sistema que

está entrando em colapso (A) (“as vendas estão crescendo”), o primeiro sistema que estaria se instaurando (B) (no caso “dificuldade em ampliar vendas”, que é contrário ao que existia até então) e o segundo sistema que estaria se instaurando (C) (no caso “o concorrente passou a vender bem”). Dessa forma, (A) e (C) são concorrentes, (A) e (B) são complementares e (B) e (C) também são complementares (pela via indireta).

Um alerta é importante nesse ponto: a suposição da plausibilidade desses argumentos não elimina uma outra possibilidade: a de que os sistemas (A) e (C) sejam concorrentes, mas não causem o colapso um do outro e, talvez (a questão não foi melhor investigada) nesse ponto, a idéia da complementaridade aplicada aos sistemas sociais se diferencie da complementaridade na física de Bohr (2000), uma vez que é possível que dois sistemas cresçam (ou colapsem) juntos, dependendo da situação do mercado consumidor. Nessas circunstâncias, diferentemente das leis inexoráveis da causalidade (de acordo com o que foi visto no capítulo 2) e da própria idéia de complementaridade na física subatômica, para que a idéia de complementaridade tenha validade nos sistemas sociais, talvez ela precise admitir a possibilidade de que as condições ambientais podem determinar se dois sistemas são complementares ou concorrentes entre si.

Outro exemplo desse tipo de caso encontra-se na figura 4.1.2.a. Nele, há um fator, “falta de marketing⁴”, que certamente não está contribuindo (novamente porque não atua como causa, no sentido estrito do termo) para o fato da agência dos Correios em questão estar com a receita baixa. Por outro lado, pode ser que o sistema “agência com receita baixa” venha a desaparecer se o fator “marketing” for instaurado (não se pode negar essa possibilidade). Assim, em que pese esse fator não devesse aparecer no modelo se houvesse rigor nos critérios da causalidade, considerando a real possibilidade da influência desse fator, a questão deixa de ser se “falta de marketing” deveria estar no modelo, mas, supondo-se que não houvesse sido modelado e que ele realmente pode influenciar positivamente as receitas na agência, de que forma se chegaria a ele?

⁴ É possível que a aluna tenha adotado o termo “marketing” imaginando ser o mesmo que “propaganda”

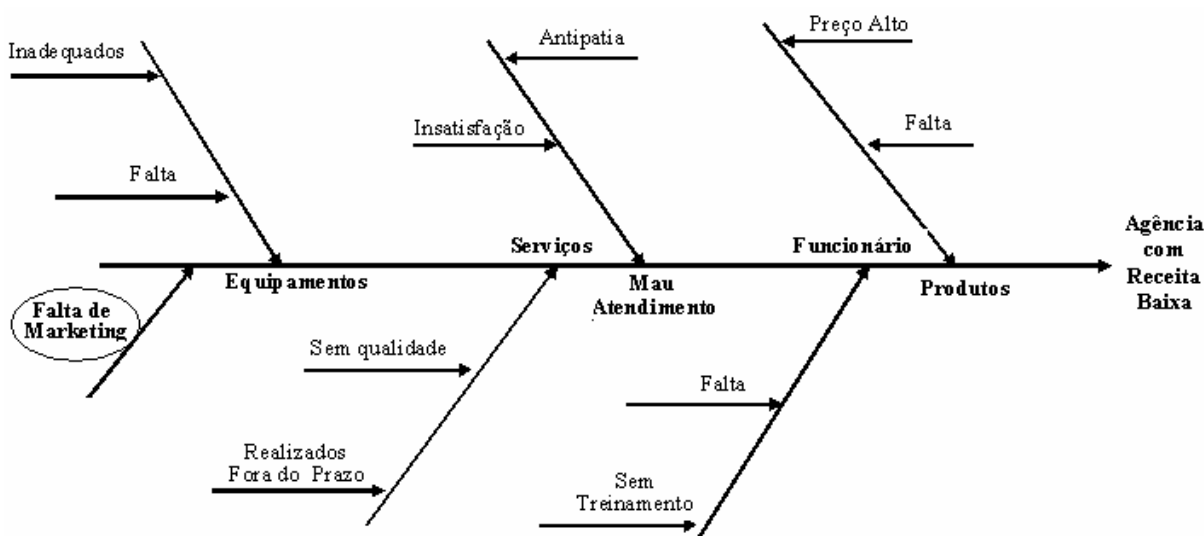


Figura 4.1.2.a – Agência dos Correios com baixa receita
Fonte: dados primários (2006)

A primeira resposta a essa indagação vem da própria solução dada pelo aluno e também de uma das noções de complementaridade mencionadas no capítulo 2, de que o conhecimento do analista (ou de algum outro informante, como o próprio cliente) “complementa” a ligação entre o fenômeno e o fator. Isso pode ser feito e aceito como cientificamente adequado porque, como também já dito anteriormente, o próprio princípio de causalidade apenas “parece” representar a realidade em si, mas em última análise também não é mais do que uma forma usada pelas pessoas para estabelecerem vínculos, em suas mentes, entre as diversas percepções que elas têm sobre realidade. Nesse caso, buscar experiências anteriores é uma boa opção, como comprova a própria sabedoria popular.

Terceira Heurística

Não menos importante, entretanto, é essa constatação no presente contexto e disso se deduz uma terceira heurística: se existe experiência disponível (entre os usuários do software a ser desenvolvido, clientes, consultorias etc.), ela deve ser aproveitada e o questionamento não precisa ser sobre se existem vínculos de determinação ativos (causais) entre os fenômenos. Se houver uma cadeia de argumentos que relacione os fenômenos, o vínculo poderá ser reconhecido e aceito.

A diferença dessa solução no contexto da presente pesquisa está na teoria, que, como dito, é o que permite que as coisas possam ser vistas. Nesse caso, a investigação não precisa ser, do ponto de vista do processo, diferente dos demais

métodos de investigação. A questão está em que o analista estará fazendo uma busca focada pela teoria da complementaridade, perguntando-se sempre o que seria complementar e o que seria concorrente ao sistema em questão (no caso “agência com receita baixa”). Exercitando-se esse mecanismo sobre os trabalhos dos alunos, percebeu-se que as informações passaram a ganhar uma outra conotação. Sendo assim, ainda que a teoria não permita que os fatores sejam eliciados de forma determinística, ela ao menos proporciona o benefício de que a investigação que está sendo feita tenha mais proveito (como na circunstância em que se o vínculo não for causal não tem validade).

4.1.3 Terceira situação: o artifício semântico é o inverso de uma ação

Uma segunda resposta à indagação feita na seção anterior seria a de se verificar se o artifício utilizado foi o da “negatividade” da relação. Para deixar claro, uma causa precisa ser “ativa” (precisa ser “ação”) que, deixando de existir, deixa em seu lugar o seu reverso, ou, simplesmente, uma causa “negativa” (literalmente “ação negada”). Dessa forma, sempre que a “causa” é a falta, redução ou desaparecimento de alguma coisa, o caso poderia ser considerado como um caso de complementaridade. Essa idéia surgiu a partir da impressão que se tinha de que o conceito de complementaridade se aplica aos casos em que algo é suprimido do sistema atual. A supressão, que nunca pode ser caracterizada como causa de qualquer fenômeno, caracterizaria o surgimento dos fenômenos negativos. Sendo assim, as causas (na verdade “endo-causas” como visto no capítulo 2) são úteis para se dizer como os sistemas se estabelecem e se mantêm. O desaparecimento de uma causa, por outro lado, permite o colapso do sistema (não o causa, mas o libera à existência). Se esse sistema mantinha “gatilhos” sob pressão, esses gatilhos são então liberados, desencadeando o surgimento de outro(s) sistema(s) em seu lugar.

A despeito do que foi dito sobre a utilidade do modelo da figura 3.3.1.b na forma como ele se encontra, ele pode ser aproveitado para uma constatação: o fator “falta de estacionamento”, por não cumprir um dos critérios da causalidade (um vínculo de determinação ativo), não poderia ser considerado como uma causa do sistema “perda de clientes”. Entretanto, o fenômeno que está sendo observado pode

(provavelmente é) ser resultado da entropia de outro sistema (algo como “as vendas estão se mantendo ou crescendo”) e, portanto, pode-se considerar que um vínculo de determinação “ativo” deixou de existir, para surgir um vínculo de determinação “negativo” (o sumiço de uma causa pode colapsar um sistema, entretanto, a análise não pode ser sobre um sistema que não existe mais (que já colapsou), mas pode ser sobre um outro sistema que tomou o lugar do que deixou de existir, no caso a “perda de clientes”). Nessas circunstâncias, um fator “negativo” pode ser considerado uma “espécie” de causa se o que surge é resultado da entropia de outro sistema (sendo esse um caso simples de complementaridade, onde o complemento de um sistema é exatamente o seu inverso)

Analisando-se esses casos, percebe-se a possibilidade de eles serem classificados em dois grupos. Em ambos os casos um sistema se estabelece pelo colapso de outro, cabendo, portanto, no conceito de complementaridade. O primeiro grupo, entretanto, se refere a casos de inversão simples, caracterizados pelo fato de que elementos (não necessariamente causas) do sistema antigo se manifestam de forma invertida no segundo, como esse tipo especial de causa: uma ação negada (ou, uma “negativa”). O novo sistema surge, então, pela negação de algo que existia antes, sendo isso o que estabelece o vínculo com o sistema antigo, por caracterizarem coisas que deixaram de existir e que mantinham o sistema novo em estado latente. Observe-se que dizer “mantinham o sistema novo em estado latente” é diferente de dizer “mantinham o sistema antigo ativo”, uma vez que, supondo-se o exemplo da figura 3.3.1.b, interessantemente a falta de estacionamento pode ser um fator do sistema “perda de clientes” e, portanto, a disponibilidade de estacionamento ajudava a manter esse sistema em estado latente. Entretanto, não se pode afirmar que a disponibilidade de estacionamento seria uma causa do sistema antigo (supondo-se que o sistema antigo fosse algo como “cliente é mantido”), uma vez que “disponibilidade de estacionamento” não “causa” a existência desse sistema, mas mantém em estado latente o seu inverso. Nesses casos, na verdade não se encontraram justificativas para abandonar a idéia de causalidade, uma vez que ela é mais simples de ser compreendida, possivelmente porque os analistas de uma forma geral já estão habituados a pensar dessa forma. O que, talvez, possa ser feito é um alerta sobre esses casos, nos procedimentos de análise, porque a compreensão desse aspecto pode servir de estímulo para se

reconhecerem outros aspectos da relação entre o sistema antigo e o novo, que não são tão óbvios. Em situações assim busca-se no sistema novo algum fator que estabeleça uma relação com o sistema antigo. Desse artifício, é possível se saber o que havia e, por derivação, possivelmente encontrar as demais causas do sistema antigo.

O segundo grupo de casos são aqueles em que os fatores que mantinham o sistema em estado latente colapsam juntamente com o sistema antigo e não mantêm nenhuma causa negativa equivalente no novo sistema. Nesse caso, não adianta buscar expressões que sugiram que o fenômeno estaria relacionado ao desaparecimento de algum recurso antes disponível, porque não existem causas negativas (que no sistema antigo seriam causas de fato) presentes no novo sistema. Elas estariam no sistema que deixou de existir e não no sistema que surgiu. Desse raciocínio, pode-se derivar que, para que o conceito de complementaridade faça sentido, é necessário que a “causa” esteja relacionada ao sistema complementar, por exemplo a publicidade da concorrência, no caso da revenda de carros (figura 4.1.3.a).

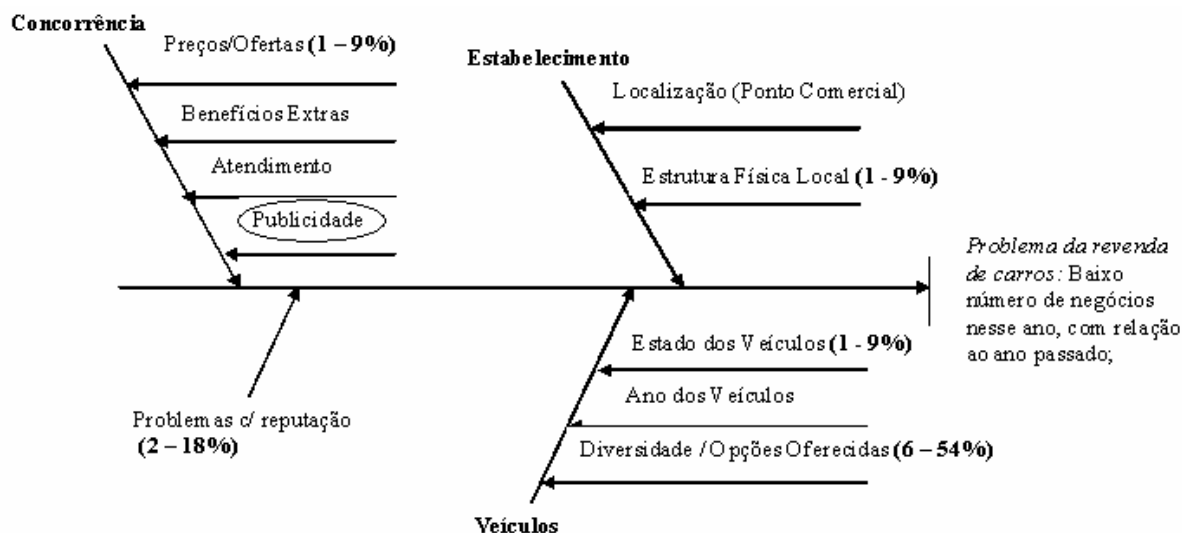


Figura 4.1.3.a – Publicidade – causa de outro sistema
Fonte: dados primários (2006)

O que não se pode perder de vista é que a idéia de “contrário” normalmente pode ser resolvida pelo conceito simples de que um sistema colapsa pelo desaparecimento de alguma de suas causas, mas em seu lugar, surge outro (não causado pelo colapso do primeiro, mas possibilitado pelo colapso do primeiro). Então, uns são os fenômenos flagrantemente inversos (funcionava - deixou de

funcionar, comia – deixou de comer, vendia – deixou de vender), para os quais o conceito de complementaridade de Bohr (2000) se aplica de forma direta e visível (os contrários se complementam). Outros, entretanto, são aqueles sistemas que se instauram pelo desaparecimento do anterior, mas que não têm as feições próprias de serem o inverso do que deixou de existir. Esses também seriam, por esse conceito, considerados “o contrário” e, portanto, complementares ao que existia (se um se instaura na medida certa em que o outro se esvai).

4.1.4 Quarta situação: controle não é causa

Um problema adicional consiste em se conseguir evitar o que não é nem causa e nem evidência de complementaridade, mas tentativas de controle mal sucedidas, travestidas em causas. Observando-se a figura 4.1.4.a, podem-se perceber exemplos dessa questão (apesar de ser um caso de “atraso”, trata-se de um exemplo interessante para o presente contexto). O sistema “grande número de pendências em atraso” não se deve ao fato de, por exemplo, o “responsável não ter o hábito de acessar o sistema”. Seria natural se supor que se o responsável não acessar o sistema (onde ficam registradas as pendências), ele não vai tomar conhecimento do serviço e possivelmente (possivelmente, porque não é certeza de que novos problemas serão reportados) vai aumentar o número de pendências não resolvidas. Mas, ainda que ele tivesse tempo e simplesmente não fizesse o serviço, o fato de ele não olhar o sistema não causaria o atraso. O que ocorre é que falta de controle não causa um sistema (um fenômeno), assim como a presença não o evita. Tanto isso é verdade que os controles são justamente estabelecidos para auxiliar a evidenciar os problemas quando eles surgem, sendo essa a prova: o controle só pode mostrar um problema se ele existe, portanto, o controle não evitou o problema, apenas o denunciou. Naturalmente, os controles são estabelecidos em fases dos processos em que os sistemas indesejados ainda não se estabeleceram, mas a questão ainda assim permanece, porque suas evidências já existem, ainda que o seu *complexus* (vide seção 1.3 da introdução) ainda não tenha se estabelecido.

Por outro lado, se na análise da cadeia causal o analista chegar aos controles da empresa, pode ser que ele encontre nesses controles evidências do que poderia se transformar em alguma causa de um sistema indesejável e, também, do que

manteria esse fator em estado latente. Dessa forma, ele pode chegar à conclusão de que um outro sistema qualquer não pode colapsar, caso contrário algum fator pode ficar em ato, transformando-se, conseqüentemente, em causa.

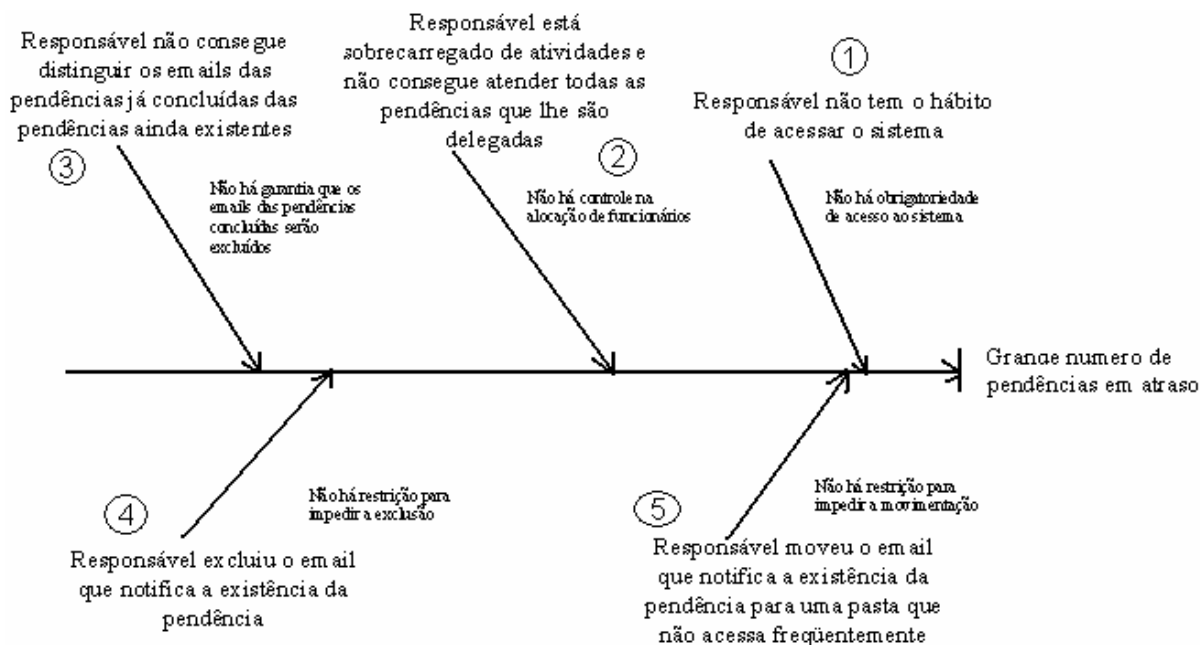


Figura 4.1.4.a – Controle não é causa

Fonte: dados primários (2006)

Além disso, no caso desse exemplo, uma causa plausível poderia ser “o responsável deixou de fazer o que havia sido combinado que fosse feito” (esse seria um exemplo de “causa negativa”, citado anteriormente). Entretanto, a evidência de que esse fator, bem como os fatores das chaves 3, 4 e 5, não causa o sistema em questão é que se esses fatores desaparecessem (se o responsável fizesse o que se alega que ele não faz nessas quatro chaves), provavelmente o sistema ainda há de permanecer. Essas alegadas “causas” do problema, na verdade, já são tentativas de resolver o problema. Já a chave 2 (“responsável está sobrecarregado...”) também não é um caso especial de causalidade, mas de complementaridade. Novamente, um funcionário sobrecarregado não “causa” o sistema. Ele, apenas, não consegue evitar que o sistema se instaure.

Quarta Heurística

Dessa forma, pode-se deduzir uma última heurística a ser adotada pelos métodos de análise: se na análise da cadeia causal o analista conseguir chegar somente aos controles da empresa, neles devem ser buscadas evidências das características que podem se tornar em causa de um sistema indesejável se não

tivesse algo a lhes manter em estado latente. Nos controles explícitos (p.ex. os sistemas de informações) e implícitos (p.ex. a tradição) da organização social em questão, podem ser encontrados indícios de fatores opressores, que mantêm outros sistemas (tanto indesejáveis quanto desejáveis) em estado latente. Cessado o controle, um novo sistema pode se estabelecer (lato senso um “problema” pode surgir)

4.2 Considerações finais do capítulo

Talvez o principal desafio que precisa ser enfrentado num trabalho de pesquisa exploratório *ex post facto* seja o aspecto de que os estudos de caso não foram desenvolvidos orientados pelos objetivos do trabalho. Contudo, a partir da análise dos trabalhos dos alunos desenvolvida nesse capítulo, foram encontrados suficientes indícios da plausibilidade da aplicação da noção de complementaridade de Bohr (2000) aos sistemas de conhecimento, de acordo com a teoria apresentada no capítulo 2, justificando-se a utilização dos raciocínios aqui desenvolvidos e apresentados, na melhoria de métodos de análise como os de Selner (1999).

Dessa forma, as heurísticas aqui deduzidas podem ser transformadas em acréscimos aos métodos de análise, entretanto, é importante que elas sejam testadas num ambiente de produção de sistemas de informações, com profissionais de desenvolvimento de *software*, para que possam ser refinadas e então incorporadas a esse tipo de ambiente. É conveniente que isso seja feito dessa forma, porque as experiências nesse tipo de ambiente (de desenvolvimento de *software*) indicam que seria uma pretensão imaginar que heurísticas insipientes como essas possam ser aplicadas de forma direta, sem melhorias sugeridas por outros profissionais do setor, antes que possam tornar-se efetivamente úteis. Entretanto, a principal dificuldade já foi vencida: foi caracterizado o limite da causalidade e uma sugestão com real potencial de ser (ao menos parte) uma solução a esse problema já foi ilustrada, ainda que com casos especialmente selecionados (situação controlada) para a ilustração.

CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES & RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusões

5.1.1 Quanto aos objetivos estabelecidos

A principal conclusão a que se chegou, ao final desse trabalho, é que a resposta à questão estabelecida no objetivo geral é positiva. Do princípio da complementaridade de Bohr (2000) pode ser derivado um método para a análise de sistemas, aplicável às circunstâncias em que através de métodos baseados no princípio da causalidade não se consegue chegar aos fatores externos aos sistemas e que de alguma forma são responsáveis pelo surgimento desses sistemas. Além disso, como foi apresentado no capítulo 4, pode-se derivar do princípio da complementaridade métodos de análise para situações em que o princípio de causa-e-efeito não é capaz de conduzir o analista até os fatores que desencadeiam os sistemas.

Esse objetivo foi atingido a partir da premissa de que a possibilidade para se perceberem os relacionamentos entre os fatores dos sistemas depende da teoria utilizada como modelo do método de análise. Como sugerido ao longo desse trabalho, o modelo da causalidade pode limitar a visão do analista e esse limite se estabelece efetivamente a partir do momento em que o modelo já não mais é questionado, como constatado no capítulo 2. Logo, com isso não se está sugerindo que o princípio da complementaridade seria melhor que o da causalidade porque não limitaria a visão do analista. Isso também seria uma aberração de percepção da questão e absolutamente isso não pode ser dito, uma vez que, semelhantemente ao princípio da causalidade, a complementaridade é também apenas uma teoria. Entretanto, apresentar uma alternativa ao modelo da causalidade, com indícios a partir da análise de casos reais de surgimento de sistemas não explicáveis a partir da causalidade e explicáveis a partir da complementaridade, torna-se mais importante do ponto de vista epistemológico do que do ponto de vista do mérito específico do presente trabalho, que é encontrar uma solução para um problema

que se enfrenta no dia-a-dia das empresas que desenvolvem sistemas de informações. Do ponto de vista epistemológico, a ciência torna-se livre dos limites mecanicistas (denunciado por Bohr, Bertalanffy, Morin e Pascale, por exemplo), na medida em que consegue demonstrar a plausibilidade de se rejeitar a hegemonia da causalidade, sobretudo nos sistemas sociais.

Entretanto, rejeitar a hegemonia não implica em abandonar o modelo por completo. Como visto, o modelo mecanicista, quando aplicado com sobriedade, tem se mostrado eficaz para uma parte razoável dos sistemas analisados. O que ficou evidente com o presente trabalho, entretanto, é que ele não se aplica a qualquer circunstância e, portanto, não pode ser tomado como um modelo universal de conhecimento. A recomendação é que esse princípio seja mantido (como de fato será mantido) como a primeira alternativa no método de Selner (1999), pela sua simplicidade e eficiência, mas ele não pode ficar só.

Se o objetivo geral foi alcançado (estando nele o escopo da tese), para que isso pudesse ser feito foram importantes os objetivos específicos (na medida em que através deles foi estabelecido o foco do trabalho), que também foram atingidos. Os casos foram identificados entre os trabalhos dos alunos e analisados de acordo com a teoria que foi apresentada. Dessa análise foram derivadas as características que deveriam ter os procedimentos da análise (com vistas ao aperfeiçoamento do método) e, adicionalmente, foram derivadas heurísticas que podem operar como sementes da complementaridade a serem desenvolvidas e acrescentadas a métodos de análise, como o de Selner (1999).

5.1.2 Conclusões adicionais

Pela análise dos trabalhos desenvolvidos pelos alunos ficou claro que quando a compreensão do problema pode ser reduzida à identificação das suas causas, o método de Selner (1999) já era eficaz e mais simples de ser utilizado. Entretanto, quando o problema extrapola essa condição especial, para que possa ser descrito é necessária a interferência de alguém que já tenha tido experiência com aquela situação. Dessa forma, o trabalho acabou por formalizar uma prática que já é adotada pelos profissionais do conhecimento (como sugerido no capítulo 2), que é o acréscimo, através de suas experiências, de ligações que até então eram chamadas

de “artificiais” (e, no contexto da causalidade, essa era uma denominação razoável) e que agora podem ser denominadas de “complementares”. Nesse sentido, no trabalho foram apresentados indícios de que esse aspecto complementar ocorre através do instrumento com o qual os fenômenos podem ser percebidos (e, portanto, em última análise, estabelecidos), que é o próprio conhecimento sobre o assunto em questão. O conhecimento institui o fenômeno, na medida que explica as percepções e também estabelece as relações entre diversas percepções, complementando os hiatos existentes entre elas, surgindo daí o que se chama de fenômeno psico-social.

Nesse contexto, pode-se afirmar que o que se oferece de novo, ao final desse trabalho, é que o analista de sistemas psico-sociais (lato senso, sistemas não planejados, que se estabelecem por si sós), ao tentar identificar a que se deve o surgimento de um sistema, não precisa (e nem pode) ficar restrito às cadeias causais. Os saltos de inferência, feitos a partir do estabelecimento de hipóteses sobre os motivos que levam ao surgimento do sistema, não precisam mais ficar restritos aos fatores que têm vínculos de determinação ativos com os seus fenômenos. A análise dos trabalhos dos alunos e a teoria desenvolvida ao longo do capítulo 2, permitem afirmar que a identificação das causas em um sistema podem justificar os mecanismos internos que o estabelecem, mas não justificam a oportunidade que lhe permitiu o seu início, a sua gênese. Pelo que foi apresentado no presente trabalho, esse aspecto pode ser resolvido através do princípio da complementaridade.

Outro aspecto que se pode depreender desse trabalho, importante ao contexto do ensino da disciplina de Análise de Sistemas, é o de que os métodos possivelmente nunca serão, por si sós, suficientes na formação dos analistas de sistemas. Como foi visto, os métodos se prestam justamente para prover a experiência entre o analista e a realidade, mas não foram encontradas evidências de que serão suficientes por si sós. Para reduzir a importância desse aspecto da experiência prévia para a compreensão do problema, será necessário incorporar ao método de Selner (1999) um mecanismo formal de testes de hipóteses, através das quais podem ser feitos os chamados saltos de inferência, entre o conhecido e o

desconhecido, de acordo com o que foi visto no capítulo 2 e constatado na análise dos casos no capítulo 4.

Por fim, o fato é que esse trabalho é apenas o início de um novo contexto de pesquisa, para métodos de análise de sistemas. Ele apenas aponta indícios de que o princípio da complementaridade pode realmente ser útil no desenvolvimento de teorias sobre os sistemas psico-sociais, teorias essas capazes de derivar modelos específicos da realidade das empresas que, por sua vez, seriam capazes de permitir o desenvolvimento de métodos de análise de sistemas, com vistas aos sistemas de informações. O salto da investigação da aplicação do princípio da complementaridade sobre os sistemas sociais, para eventuais métodos derivados desse princípio, não pôde, naturalmente, ser feito no presente trabalho, sendo, apenas, apresentados argumentos, que não formaram mais que uma proto-teoria (aplicada na interpretação dos trabalhos dos alunos) baseada nesse princípio, de tal forma que o imperativo da verificação, necessário a um trabalho científico, não fosse quebrado.

5.2 Recomendações

5.2.1 Gerais

Para a utilização do princípio da complementaridade, inicialmente se imaginou que seria necessário algum dispositivo adicional. Entretanto, dada a praticidade das planilhas de verificação e ergonomia proporcionada pelo diagrama de Ishikawa, julgou-se que isso não seria necessário (por hora ao menos), sendo suficiente que os fatores “não causais” fossem de alguma forma identificados nessas ferramentas (outra cor, o símbolo ☯, enfim, uma marca que caracterize a relação de “complementaridade”), para que fique documentado para outros analistas (ou leituras futuras) que o procedimento que eliciou o fator em questão não foi o da causalidade.

Quanto ao processo de análise em si (tanto o levantamento de dados quanto o estudo desses dados), a recomendação é a de que o analista passe a adotar a teoria da complementaridade com freqüência, até que esteja livre da forma

mecanicista de perceber as relações entre os fenômenos sociais. A incorporação dessa nova forma de perceber a realidade poderá ser feita perguntando-se sempre o que seria complementar e o que seria concorrente ao sistema em questão. Dessa forma, ao longo do levantamento dos dados, o analista deverá ficar atento não somente às causas dos fenômenos, mas também a indícios que caracterizem fatores que oprimiam as endo-causas que estabelecem os sistemas em operação.

Um terceiro aspecto importante é que o presente trabalho foi iniciado trazendo à tona um tema que tem ocupado a mente dos trabalhadores do conhecimento, que é a questão das mudanças nos sistemas sociais. Entretanto, não foi possível um aprofundamento maior sobre a questão, por ela ser por demais ampla, não se buscando, portanto, provas definitivas sobre se isso de fato está ocorrendo. Entretanto, o trabalho apresentou indícios de que, se o senso comum estiver certo ao afirmar que as mudanças estão ocorrendo com mais frequência e que essas mudanças não se caracterizam como evoluções dos sistemas já estabelecidos (tendo passado a ser descontínuas e “abruptas”), isso talvez se deva justamente à maior ocorrência de casos de ausências causais entre os fenômenos e o que os desencadeia. Os argumentos dessa tese dão conta de que de fato sistemas podem se instaurar sem que sistemas anteriores os tenham causado, surgindo alguns sistemas pelo colapso e não por causa de outros. Nesses termos, caberia uma continuidade do trabalho, para, a partir dos resultados aqui obtidos, se investigar a plausibilidade dessa possibilidade.

5.2.2 Específicas

No capítulo 4, na análise da “segunda situação” (relação entre os sistemas “A” e “C”) foi feito um alerta, de que a idéia da complementaridade aplicada aos sistemas sociais talvez se diferencie da complementaridade na física, pela possibilidade de que dois sistemas cresçam (ou colapsem) juntos, dependendo da situação do mercado consumidor, sendo, em outras circunstâncias, complementares entre si. Seria interessante investigar melhor essa questão para identificar a possibilidade do desenvolvimento de heurísticas também para essas situações.

Além disso, havia um problema específico no método de Selner (1999), que também se imaginava, inicialmente, que a pesquisa iria resolver: as questões

relacionadas às incertezas do cliente em relação ao seu mercado. Entretanto, também isso tornaria o objeto da análise por demais extenso, descaracterizando a questão da pontualidade do tema, necessária a uma tese de doutorado. A idéia que se tinha inicialmente era a de se acrescentar uma extensão ao modelo da figura 1.2.a, de acordo com a figura 5.2.2.a. Essa questão estaria localizada na saída esquerda da chave 3 (identificada no modelo como “ignorar”) e esse estado foi imaginado para circunstâncias em que o cliente faz algum comentário que não seja um objetivo a alcançar ou problema a resolver e nem o resultado de uma análise que ele próprio houvesse realizado (o que daria origem à sugestão de alguma solução já imaginada por ele mesmo). Ou seja, atualmente o método trata comentários dessa natureza como não relacionados ao contexto da análise. Entretanto, com o passar do tempo observou-se que esse ponto pode realmente ser alcançado com situações relacionadas, sim, com o contexto da análise, mas por uma questão que não está contemplada nesse modelo: o cliente faz menção a dúvidas sobre se está seguindo o caminho mais adequado com a sua empresa. Algumas vezes ele não sabe se sua empresa vai subsistir no mercado, mas também não consegue dizer porque iria (ou não) subsistir. O cenário à sua volta o incomoda, mas ele não sabe o que fazer a respeito (tudo não passa de incerteza). Assim, essa saída da chave 3 (“ignorar”) está sendo freqüentemente alcançada através de questões como “estou fazendo tudo certo?” ou “estou perdendo alguma oportunidade?” ou “estou correndo algum risco que ainda não percebi?” ou “quais as implicações reais da decisão que acabo de tomar?”. Em suma, não há um problema objetivo e nem uma meta objetiva, para os quais se possam identificar fatores que devam ser manipulados ou colocados sob controle. A sensação de “não saber” gera o incômodo da incerteza.

Dessa forma, fica a recomendação para que um método de investigação baseado nas idéias de complementaridade que aqui foram apresentadas (uma vez que se não existem problemas definidos não há o que se desdobrar em causas) possa ser acrescentado a esse método de análise, para contemplar situações em que o cliente não tem claro o cenário a sua frente (não há um sistema definido e isso o incomoda).

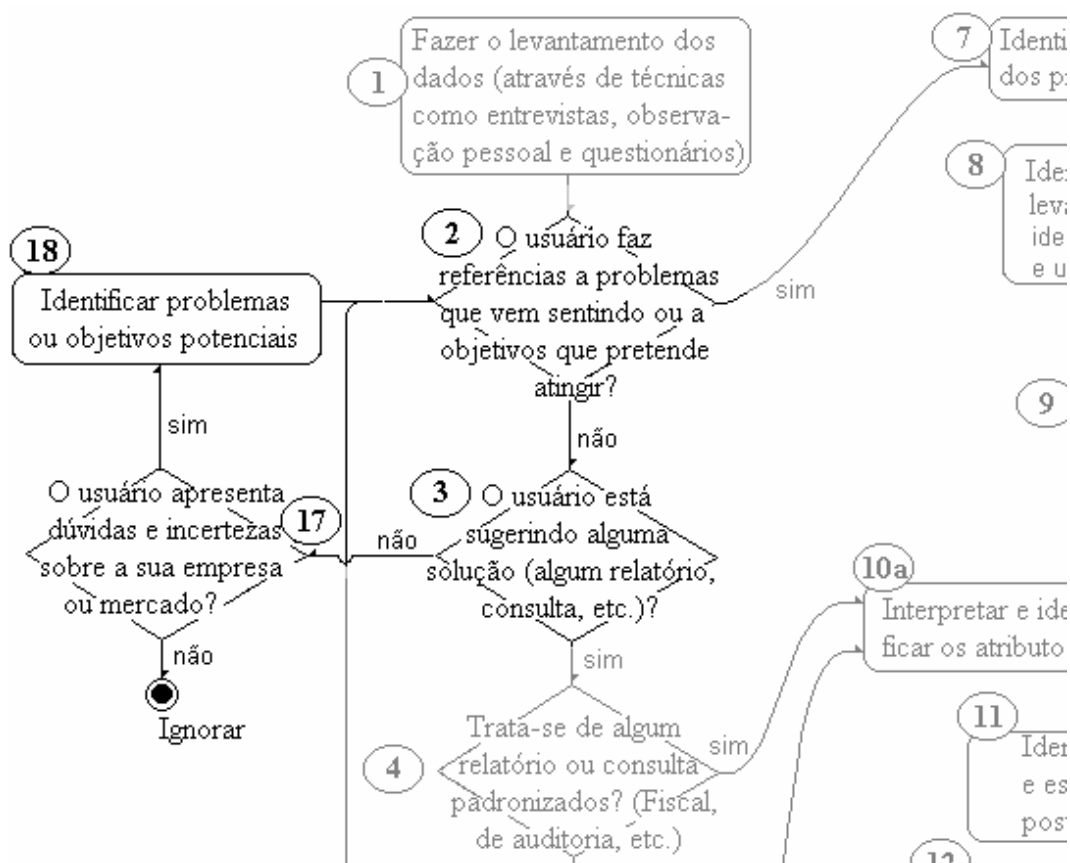


Figura 5.2.2.a — Sugestão de aperfeiçoamento ao método de análise

Fonte: dados primários (2006)

Por fim, permanecem ainda as questões epistemológicas que com certeza deverão continuar a estimular novos trabalhos adiante: qual é, objetivamente, a verdade absolutamente certa? Werner (1997, p. 11) relata que um determinado índio Cree, ao lhe ser solicitado que fizesse o juramento num processo judicial sobre uma barragem no seu território (provavelmente naquele momento em que é pedido à testemunha que jure dizer a verdade), responde “como posso jurar dizer a verdade? Só posso dizer o que sei. Como posso saber se isto é a verdade?”. Esse caso é um exemplo de lucidez sobre a episteme. Na busca pela verdade absolutamente certa, a única coisa que as pessoas têm encontrado são mais incertezas. Entretanto, cabe o estímulo de Einstein, de que é porque se acredita na possibilidade de se chegar à verdade que a ciência segue adiante (WEINBERG, 2001, p. 54).

REFERÊNCIAS

ABAURRE, Maria B. M.; SABINSON, Maria L. T.M.; FIAD, Raquel S. **Investigando a singularidade dos sujeitos no processo de aquisição da escrita**. Belo Horizonte: Educação em Revista, 31/junho/2000, pgs.135-151.

AURÉLIO. **Novo Dicionário Aurélio**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.

BARSA – **Nova Enciclopédia BARSA**. São Paulo: Encyclopaedia Britannica do Brasil Publicações Ltda., 1998.

BASTOS Filho., Jenner Barretto. **Os problemas epistemológicos da realidade, da compreensibilidade e da causalidade na teoria quântica**. Rev. Bras. Ens. Fis. v.25 n.2 São Paulo jun. 2003. Disponível na Internet em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-47442003000200002&lng=pt&nrm=iso

BAUER, Ruben. **Convivencialidade, Autopoiésis e Aprendizagem Organizacional**. Disponível na Internet em <http://www.bauer.pro.br/art5.htm>

BERGER, Peter L.; LUCKMANN, Thomas. **A Construção Social da Realidade**. Petrópolis: Vozes, 1985. 247p.

BERTALANFFY, Ludwig Von. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1975. 351p.

BODANIS, David. **E=mc² – uma biografia da equação que mudou o mundo e o que ela significa**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2000. 327p.

BOHR, Niels. **Física Atômica e Conhecimento Humano**. (Ensaio: 1932-1957). Rio de Janeiro: Contraponto, 2000. 129p.

BOOCH, Grady. **Object-Oriented Development**. IEEE Transactions on Software Engineering, 1986.

BOOCH, Grady; RUMBAUGH, James; JACOBSON, Ivar. **The Unified Modeling Language for Object-oriented Development**, Versão 1.1 <http://www.rational.com>, September 1997.

BRAITHWAITE, Jeffrey; HINDLE, Don; IEDEMA, Rick; WESTBROOK, Johanna. **Introducing soft systems methodology plus (SSM+): why we need it and what it can contribute**. Australian Health Review, Vol 25, No 2, 2002, pg. 191-198, Disponível em: http://www.chi.unsw.edu.au/publications/Evaluation/SSM+_Paper2.pdf

BREITMAN, Karin Koogan; LEITE, Julio. **Suporte Automatizado à Gerência da Evolução de Cenários**, PUC - Rio, 1998.

BUCKLAND, Michael K. **Information as thing**. Journal of American Society for Information Science, v. 42, n. 5: 352-360, 1991 (a).

CAPURRO, Rafael. **Epistemologia e ciência da informação**. Belo Horizonte: V Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação, Novembro de 2003. Disponível na Internet em http://www.capurro.de/enancib_p.htm

CARDOSO Jr., Walter Félix. **A Inteligência Competitiva aplicada nas organizações do conhecimento como modelo de inteligência empresarial estratégica para implementação e gestão de novos negócios**. Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção na Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

CASAROTTO Filho, Nelson; KOPITKE, Bruno Hartmuth. **Análise de Investimentos**. São Paulo, Editora Revista dos Tribunais (Edições Vértice), 1987. 252p.

CASTRO, Gustavo et alii. **Ensaio de Complexidade – Complexidade e ética da solidariedade (Edgar Morin)**. Porto Alegre: Sulina, 1997.

CERIONI, T.A. **Bem-Vindo à Era do Conhecimento**. Revista InformationWeek, 21/abril/2004, pgs. 20-26.

CHECKLAND, Peter. **Towards a systems-based methodology for real-world problem solving**. Journal of System Engineering, 3, pg. 87-116, 1972.

_____. **Soft Systems Methodology: a thirty year retrospective**. Systems Research and Behavioral Science, 2000. Disponível na internet em: http://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&lr=&q=cache:icU7_ki9a38J:fac.ceprin.qsu.edu/welke/CIS9240/Papers/SSM/checkland2000-30year.pdf+

CHRISTENSEN, Clayton; ANTHONY, Scott. **A dinâmica da ruptura**. Revista HSM-Management, março/abril/2005, pg. 68-85.

CHUSSIL, Mark. **A culpa é do modelo**. Revista HSM Management, julho/agosto/2005, pg. 116-124.

DAVIS, William S. **Análise e Projeto de Sistemas — Uma Abordagem Estruturada**. Rio de Janeiro, LTC, 1987. 378p.

DEAN, Edwin B. **Requirements Engineering — from de Perspective of Competitive Advantage**. INCOSE Conference, 1994.

DeMARCO, Tom. **Análise estruturada e especificação de sistema**. Rio de Janeiro, Campus, 1989. 333p.

DRUCKER, Peter. **A Quarta Revolução da Informação**. Revista Exame, 26/agosto/1998, pgs. 56-58.

_____. **Além da Revolução da Informação**. Revista HSM-Management, janeiro/fevereiro/2000, pg. 48-55.

EINSTEIN, Albert. **Como vejo o mundo**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1981. 213p.

ESQUEF, Israel Andrade; ALBUQUERQUE, Márcio Portes de; ALBUQUERQUE, Marcelo Portes de. **Fundamentos de Teoria da Informação**. *Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF; Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas – CBPF*, fevereiro/2003. Disponível na Internet em <http://www.cbpf.br/cat/pdsi/pdf/cap2webfinal.pdf>

FEDOZZI, Luciano. **A nova teoria de sistemas de Niklas Luhmann – Uma leitura introdutória**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1997.

FEYNMAN, Richard P. **Física em seis lições**. Rio de Janeiro: Ediouro, 1999. 205p.

FERRARI, Márcio. **Santo Agostinho – Um educador para a revelação divina**. Nova Escola, São Paulo, n.182, p.36-38, maio 2005.

FIALHO, Francisco A. P.. **Educação, Tecnologia e Complexidade – como planejar o futuro?** Publicação UNIVALI.

GANE, Chris e T. Sarson. **Análise Estruturada de Sistemas**. Rio de Janeiro, LTC, 1983. 257p.

GLEICK, James. **A face oculta do caos**. Revista Super Interessante, setembro/1989, pgs. 19-29.

GRENZ, Stanley J. **Pós Modernismo - Um guia para entender a filosofia do nosso tempo**. São Paulo: Vida Nova, 1997. 250p.

HAMEL, Gary. **A Era da revolução**. Revista HSM – Management, janeiro/fevereiro/2001, pgs. 116-126.

HAMMER, Michael; CHAMPY James. **Reengenharia — Revolucionando a Empresa**. Rio de Janeiro: Campus, 1994. 189p.

HEISENBERG, Werner. **A parte e o todo**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 286p.

ISHIKAWA, Kaoru. **Controle de Qualidade Total à Maneira Japonesa**. Rio de Janeiro, Campus, 1993. 221p.

KANT, Imanuel. **Manual dos Cursos de Lógica Geral**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2003. 318p.

_____. **Crítica da Razão Pura**. Versão eletrônica: Tradução: J. Rodrigues de Menege, Créditos da digitalização: Membros do grupo de discussão Acrópolis (Filosofia), Disponível na Internet em <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cv000016.pdf>

KATZ, Daniel; KAHN, Robert. **Psicologia Social das Organizações**. São Paulo: Atlas, 1974. 551p.

KEPNER, C; TREGOE, B. **O administrador racional**. São Paulo, Atlas, 1974.

KISTMANN, Viginia; FIALHO, Francisco A. P. **Cognitive Ergonomics: new trends in employing autopoiesis theory to understand consumers**. Disponível na Internet em <http://cyberg.curtin.edu.au/members/papers/79.shtml>

KUHN, Thomas S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1995. 257p.

LATIL, Pierre. **O pensamento artificial – Introdução à cibernética**. São Paulo, IBRASA, 1973. 337p.

LOH, Stanley; WIVES, Leandro Krug; OLIVEIRA, Jose Palazzo Moreira de. **Descoberta Proativa de Conhecimento em Textos: Aplicações em Inteligência Competitiva**. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON KNOWLEDGE MANAGEMENT /DOCUMENT MANAGEMENT - ISKDM/DM 2000, 2000, Curitiba. Anais. 2000. p. 125-147. Disponível na Internet em <http://www.inf.ufrgs.br/~wives/publicacoes/iskmdm2000-1.pdf>

LORENTZ, Luiz H. **Coleta de requisitos – uma abordagem visando Data Warehouse**. Monografia apresentada ao Programa de Pós Graduação em Computação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. Disponível na Internet em <http://www.inf.ufrgs.br/gpesquisa/bdi/publicacoes/files/WebsisLuizLorentz.PDF>

LUHMANN, Niklas. **A nova teoria dos sistemas**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1997. 111p.

MAIOR, A. Souto. **História Geral**. São Paulo: Cia. Editora Nacional, 1972. 476 p.

MARÍAS, Julián. **Agostinho**. Conferência do curso “Los estilos de la Filosofía”, Madrid, 1999/2000. Edição: Renato José de Moraes. Tradução: Ho Yeh Chia. Disponível na Internet em: <http://www.hottopos.com/harvard3/jmagost.htm>

MATURANA, Humberto; VARELA, Francisco. **A árvore do conhecimento**. Campinas: Editorial Psy II, 1995. 281p.

MIRAZITA, Lori. **“Fazer para durar” ou “criar e destruir”, eis a questão**. Revista Harvard –Management, julho/agosto/2002, pgs. 1-4.

MOKROSS, B.J. **Fundamentação Clássica de Alfred Landé para a Mecânica Quântica**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 21, no. 3, Setembro, 1999. Disponível na internet em http://www.sbfisica.org.br/rbef/Vol21/Num3/v21_380.pdf

MORIN, Edgar. **Introdução ao pensamento complexo**. Publicado em 1991, Disponível na Internet em <http://www.ufrj.br/leptrans/2.pdf>

_____. **O Método – 4 – as idéias**. Porto Alegre: Editora Sulina, 1998. 325p.

_____. **O Método – 3 – o conhecimento do conhecimento**. Porto Alegre: Editora Sulina, 1999. 286p.

_____. **O Método – 2 – a vida da vida**. Porto Alegre: Editora Sulina, 2001. 527p.

_____. **O Método – 1 – a natureza da natureza**. Porto Alegre: Editora Sulina, 2002. 479p.

MUÑOZ-SECA, Beatriz; RIVEROLA, Josep. **Transformando conhecimento em resultados**. São Paulo: Editora Clio, 2004. 381p.

NETO, João Bernardes. **Tecnologia da informação para o gerenciamento do conhecimento obtido das bases de dados de uma organização**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção na Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

NEVES, Clarissa B. **Niklas Luhmann e sua obra**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1997.

NICOLA, Ubaldo. **Antologia ilustrada de Filosofia**. São Paulo: Editora Globo, 2005. 479p.

NÚÑEZ, Isauro Beltrán; NEVES, Luiz Seixas das; RAMALHO, Betânia Leite. **Uma reflexão em relação ao estudo da mecânica quântica: o caso do princípio da incerteza**. OEI-Revista Iberoamericana de Educación. Disponível na Internet em <http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/Beltran.PDF>

PASCALE, Richard. **Você está pronto para a complexidade?** Revista HSM-Management, setembro/outubro/2004, pgs. 40-44.

PARTNER, Tom. **A Era da Hiperinformação**. Revista InformationWeek, 03/março/2005, pg. 50.

PEARSON, Thomas. A.. **Measurement and the Knowledge Revolution – getting the right information to the right people ant the right time**. Quality Progress, september, 1999.

PEPPERS, Don. **Fim dos newsletters por e-mail?** Disponível na Internet em http://www.vendamais.com.br/smu/smu_vmat.php?vm_idmat=35129&s=104

POZO, Juan Inácio. **Aquisição de conhecimento**. Porto Alegre: Artmed, 2003, 239p.

PREMEBIDA, Adriano; ALMEIDA, Jalcione. **A teoria dos sistemas sociais de Niklas Luhmann e sua possibilidade de interpretação dos fenômenos sociais**. Campinas: XI Congresso Brasileiro de Sociologia, 1 a 5 de setembro de 2003 (Grupo de trabalho 24: Teorias Sociológicas). Disponível na Internet em: http://www.ufrgs.br/PGDR/textosabertos/sistemas_sociais.pdf

REALE, Miguel. **“Variações sobre dialética”**. Disponível na Internet em <http://www.miguelreale.com.br/artigos/vdialetica.htm>. Publicado em 22/12/2003

RODRIGUEZ, Darío; ARNOLD, Marcelo. **Sociedad y teoría de sistemas**. Santiago: Universitária, 1991. 196p.

SCHMOECKEL, Paulo S. **Implantação de indicadores de performance em uma indústria metalúrgica – uma contribuição à restão de resultados**. . Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção na Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

SENGE, Peter M.. **A Quinta Disciplina: arte, teoria e prática da organização de aprendizagem**. São Paulo: Best Seller, 1990. 352p.

SELNER, Claudiomir. **Análise de Requisitos para Sistemas de Informações, utilizando as ferramentas da qualidade e processos de software**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção na Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.

SHLAER, Sally; MELLOR, Stephen J. **Análise de Sistemas Orientada para Objetos**. São Paulo, McGraw-Hill, 1990. 178p.

SILVA, Helena P. da. **Inteligência Competitiva na Internet: Proposta de um Processo**. Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção na Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

SILVA, Edna L., e MENEZES, Estera M.. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001. 121p.

SUZUKI, David. **Unsustainable fishing can kill land mammals**. Nov. 2004, Disponível na Internet em http://www.davidsuzuki.org/about_us/Dr_David_Suzuki/Article_Archives/weekly11190401.asp

SHANNON, Claude. E.. **A Mathematical Theory of Communication**. Bell Sys. Tech. 1948. J., **27**, 379-423 e 623-656, 1948. Disponível na Internet em <http://cm.belllabs.com/cm/ms/what/shannonday/paper.html>

SVEIBY, Karl Erik. **A nova riqueza das organizações – gerenciando e avaliando patrimônios de conhecimento**. Rio de Janeiro: Campus, 1998. 260p.

SPCI. **Some Data on Software Development**. Software Productivity Consortium Service Corporation, Herndon, Virgínia, 1996.

TAYER, Richard H. **Software Requirements Engineering: a Tutorial**. Second IEEE International Conference on Requirements Engineering. California State University, 1996.

THOMAS, J.D. **Razão, Ciência e Fé**. São Paulo: Editora Vida Cristã, 2001. 360p.

TOGNOLLI, Cláudio J. **O professor, os chavões e o caos**. Observatório da Imprensa. Disponível na Internet em: <http://observatorio.ultimosegundo.ig.com.br/artigos/spe080520021.htm>

UHLMANN; Günter Wilhelm. **Teoria Geral dos Sistemas - Do Atomismo ao Sistemismo (Uma abordagem sintética das principais vertentes contemporâneas desta Proto-Teoria)**. São Paulo: Centro Interdisciplinar de Semiótica da Cultura e da Mídia, 2002 (Versão Pré – Print).

VIGOTSKI, L.S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1998, 194p.

_____. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1998, 190p.

WARD, Paul T. **Desenvolvendo Sistemas Sem Complicação**. Rio de Janeiro. LTC, 1987. 288p.

WARNIER, Jean-Dominique. **Lógica de Construção de Sistemas**. Rio de Janeiro. Campus, 1984. 194p.

WEINBERG, Gerald M. **Redefinindo a Análise e o Projeto de Sistemas**. São Paulo, McGraw-Hill, 1990. 213p.

_____. **Explorando Requerimentos de sistemas**. São Paulo, Makron Books, 1991. 368p.

_____. **An introduction to general systems thinking**. New York: Dorset House Publishing, 2001. 279p.

WERNER, Denis. **O pensamento de animais e intelectuais – evolução e epistemologia**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1997. 195p.

WESTPHAL, Euler. **A lógica da dominação na ciência moderna**. Revista Vox Scripturae, volume IX, número 1, dezembro, 1999, pgs. 41-81.

_____. **O oitavo dia na era da seleção artificial**. São Bento do Sul: Editora União Cristã, 2004. 125p.

YOURDON, Edward. **Administrando o Ciclo de Vida do Sistema**. Rio de Janeiro, Campus, 1989. 159p.

_____. **Análise Estruturada Moderna**. Rio de Janeiro, Campus, 1990. 836p.

ZIRBES, Sérgio Felipe; PALAZZO, José. **Reutilização de Modelos de Requisitos de Sistemas**. UFRG, 1996.