

## COLABORADORES

### JARBAS MACIEL

Professor de Filosofia das Ciências da UFPe., integrante, como violinista, de grande talento, do Movimento Armorial, lançado pelo escritor Ariano Suassuna. Viveu durante muitos anos nos Estados Unidos.

### HAYDN GOULART

Professor titular de História da Literatura do Instituto de Letras da UFPe., tendo falecido poucos dias após haver entregue a colaboração publicada neste número de Estudos Universitários.

### MARIA CLEMENTINA BARROS LAPENDA

Professora de Literatura Latina do Instituto de Letras da UFPe. Presentemente está escrevendo um ensaio sobre a poesia de Horácio.

### MAXIMIANO CAMPOS

Romancista e contista, pertence à nova geração de escritores surgida em meados da década de 60. Autor dos livros *Sem Lei nem Rei* e *As Emboscadas da Sorte*.

### MANUEL CORREIA DE ANDRADE

Professor titular de Geografia Econômica da UFPe., economista, historiador e autor de numerosos ensaios sobre temas relacionados com nossa história econômica e social.

### VAMIREH CHACON

Professor de Sociologia, escritor, cursos de aperfeiçoamento na Alemanha e mestrado nos Estados Unidos. Alguns de seus livros foram traduzidos para o espanhol e o inglês.

### LULA CÔRTEZ

Poeta da novíssima geração. Um dos mais poderosos talentos da nova poesia brasileira.

## A Unificação das Ciências pela Teoria Geral dos Sistemas

JARBAS MACIEL

Em dois trabalhos anteriores (1), consideramos o problema da aplicação da Teoria Geral dos Sistemas à análise do social. Mostramos como a Teoria da Comunicação, por exemplo, pode ser utilizada com proveito pela Sociologia Analítica para dar uma definição direta de "sociedade". Mostramos, também, como a Cibernética fornece à Filosofia da Ciência instrumentos específicos de investigação do que venham a ser "sistema" e "estrutura" sociais, permitindo, ademais, de um modo geral, o que chamávamos de um casamento interdisciplinar das Ciências Humanas (ideográficas), de um lado, e das Ciências Exatas (nomotéticas), do outro, numa superação bastante heurística da conhecida classificação de WINDELBAND. Dêsse auspicioso "casamento" — cuja aliança simbólica não poderiam ser senão as Matemáticas — surgiria o tão ambicionado "rebento": a unificação das ciências.

Este sonho singularmente antigo, porquanto nutrido já pelos gregos desde o nascimento da Filosofia, foi sucessivamente encabeçado, nos tempos modernos, pelo Positivismo, pelo Empirismo Científico e pelo Neopositivismo Lógico, embora nenhuma dessas grandes correntes tenha vingado realizar, de per si, o programa ambicioso a que se propôs COMTE e que, na realidade, era uma herança legítima do otimismo racionalista do século XVIII. Elas, de fato, não realizaram este sonho, mas prepararam-lhe o caminho. Foi sua contribuição histórica inegável o extraordinário desenvolvimento da Lógica Matemática, que representou o elo de ligação entre as Matemáticas — até então voltadas essencialmente para os problemas físicos — e as Ciências da Vida, entre elas não somente a Biologia, mas também as chamadas Ciências Sociais.

Ora, foi a partir dêsse mesmo caldo de cultura que surgiram a moderna Filosofia da Ciência e, algo depois, a Cibernética (hoje Teoria Geral dos Sistemas). WIENER, por exemplo, afirmava que, sem a Lógica Matemática, não teria sido possível a Cibernética. E VON BERTALANFFY confia num de seus últimos livros — “Em filosofia, o (meu) treinamento foi na tradição do neopositivismo do grupo de MORITZ SCHLICK, que se tornaria mais tarde conhecido como o ‘Círculo de Viena’” (2).

O que se pode concluir de tudo isso é que nunca se esteve tão perto da conquista efetiva dêsse ideal, a Teoria Geral dos Sistemas se impondo como uma espécie de *terceiro organon* mediante o qual se dará tôda essa vasta re-orientação do conhecimento humano já iniciada pela Lógica Matemática e, atualmente, em franca fermentação no seio da Cibernética e suas inúmeras disciplinas afins.

Como se coloca essa re-orientação e em que sentido ela se constitui um poderoso instrumento para a formalização das Ciências Sociais — eis o que nos resta indicar.

Em que consiste uma teoria geral dos sistemas? A definição (clássica) de WIENER pouco deixa transparecer diretamente: “ciência do contrôle e da comunicação, no homem e na máquina”. Não hesitaríamos, hoje, em defini-la nos seguintes termos: *ciência multidisciplinar que tem por objeto a investigação dos sistemas e seus elementos, das combinações daqueles em supersistemas e destes, respectivamente, em estruturas e/ou subsistemas, bem como de seus modos de ação (ou comportamento)*. É necessário reconhecer, entretanto, que inúmeras outras definições podem ser produzidas, tôdas elas equivalentes, embora refletindo um ponto de vista diferente diante da questão ou uma “perspectiva” de escola ou de especialização perfeitamente justificáveis. Por causa disso, é interessante considerar, antes de mais nada, o contexto histórico que emoldura essa teoria, bem como o seu atual “estado de arte”, suas diversas correntes e tendências.

Inicialmente, é preciso desfazer uma crença generalizada que se afirmou em torno da Cibernética, resultante, talvez, do tremendo nível de expectativa que cercava, desde o comêço, a revolução das comunicações (telefone, telegrafia sem fio, rádio e televisão) e o nascimento dos computadores eletrônicos. A Cibernética não é senão *um* dos aspectos da Teoria Geral dos Sistemas e, em si mesma, não pode constituir o instrumento epistemológico de realização efetiva do programa unificador das ciências.

A História da Ciência e da Filosofia tem testemunhado inúmeras “revoluções” do pensamento, suficientemente poderosas para se tornarem o próprio “espírito” de uma época, de uma geração ou de todo um período histórico. Algumas dessas “revoluções”, em contraste com o seu enorme alcance, tendem a passar despercebidas ao observador menos prevenido. São exemplos dêsse tipo: a descoberta da idéia de *kosmos* pelos egípcios, babilônios e fenícios que, nos albores da História, condicionaram todo o pensamento grego pré-socrático (séculos VII a V A.C.); a doutrina do conceito, de SÓCRATES — verdadeiro ponto de origem da Ciência na tradição ocidental — bem como a re-orientação da filosofia Grega, após quase quatro séculos de especulação cosmológica, para os problemas morais; a redação do *Organon*, de ARISTÓTELES — especialmente o primeiro volume, *Categorias*, essa extraordinária “obra de juventude”, na expressão de TRICOT (3) — com o que, à descoberta socrática do conceito, se acrescentava o instrumental lógico indispensável à “boa condução do pensamento na busca da verdade” (*a concepção organológica*, a que ARISTÓTELES deu forma definitiva, marcou praticamente tôdas as doutrinas filosóficas gregas, além de constituir boa parte da metodologia científica vigente até o século XVIII, como é fácil de ver, por exemplo, na “concepção tipologista” dos biólogos, apenas recentemente superada pela “concepção estatística” da Biologia Evolucionária); além de outros desenvolvimentos de importância não menos transcendental, como a Teoria da Relação (primeiro em Filosofia, depois em Matemática), ou como a Teoria dos Conjuntos, de CANTOR, progressos êstes cuja verdadeira significação sòmente poderá ser sentida pelos espe-

cialistas, ou por quem se dispuser a estudá-los através de um penoso trabalho de comparação e avaliação antes de tudo técnico. Já outras “revoluções” do pensamento humano, todavia, têm se demonstrado singularmente evidentes, a ponto de empolgar as imaginações e de se incorporar aos padrões de julgamento do cidadão comum. A Teoria da Evolução pela “seleção natural”, de DARWIN, é um dos exemplos clássicos. Surgida há coisa de um século, ainda hoje está na ordem do dia dos cientistas e filósofos, bem como nas discussões (mesmo leigas) sobre religião e teologia. Outro exemplo igualmente marcante, senão espetacular, foi a Teoria da Relatividade, de EINSTEIN, que dominou a geração da Primeira Guerra Mundial.

O que se impõe avaliar agora é a mais recente dessas “revoluções” — a da *comunicação* — que, com a Cibernética logo após a Segunda Guerra Mundial, se tornou um desses poderosos impulsos criadores, tremendamente heurísticos, capazes de polarizar cientistas e filósofos em torno de uma idéia comum — a idéia de *sistema* — e, assim, ensejar mais uma tentativa de realização do velho sonho de unificação do saber (ciência e filosofia). Ora, é curioso notar que *não* foi a Cibernética, como tal, que realmente representou a nova concepção dominante, do pós-guerra para cá. Esse papel coube, antes, à própria idéia de *sistema* — a rigor, uma dessas idéias fundamentais, tão velhas quanto o homem — e a toda uma considerável elaboração teórica que se vem desenvolvendo intensamente ao seu redor. O papel desempenhado pela Cibernética contra êss pano de fundo mais geral não tem sido, em essência, senão “auxiliar”, para não dizer mesmo secundário. Quer dizer, a Cibernética representou apenas uma, dentre as inúmeras “elaborações teóricas” desenvolvidas, direta ou indiretamente, em torno da idéia de sistema. E o que até certo ponto surpreende: não parece ter sido nem a mais importante, nem a mais promissora, tanto do ponto de vista científico quanto do filosófico.

Nascida de uma “zona de interface” entre a Engenharia — em especial a Engenharia eletrônica e elétrica — e a Fisiologia Humana, a Cibernética, em que pesem seus extraordi-

nários triunfos, não se revelou capaz de demonstrar a verdade de seu “princípio fundamental” e ponto-de-partida histórico: o de que os processos biológicos obedecem aos mesmos mecanismos que os processos físicos. Este fato, que faz estremecer por si só os alicerces de toda uma longa tradição de 300 anos, desde que LEIBNITZ afirmou que os animais eram “máquinas automáticas”, põe a descoberto essa realidade estupefaciente: nem o *princípio da escolha*, nem o de *feedback* conseguiram nos fazer chegar mais perto da solução do problema do “mecanismo” de funcionamento do cérebro humano, ou da vida. Estes dois princípios correspondem às duas idéias originais da Cibernética. A primeira foi a descoberta e a demonstração física de que se pode fazer uma máquina seguir um programa que contenha caminhos alternativos entre os quais ela deve escolher. Quer dizer, as instruções que compõem o programa exigem da máquina que ela, em qualquer etapa, use os resultados de suas computações anteriores no sentido de decidir qual, dentre vários caminhos alternativos, ela deve escolher para continuar seguindo o programa. Esta é a principal diferença entre a máquina leibnitziana e a máquina cibernética, que não é simplesmente “máquina”, mas já “autômato” (a rigor: autômato com escolha). A segunda idéia foi a de *feedback*, ou retroalimentação, com o que uma máquina — ou, em geral, qualquer sistema — corrige “automaticamente” o resultado de sua operação em um ambiente em constante mudança, sentindo-o, comparando-o e a êle se ajustando incessantemente. Ora, o malôgro da Cibernética em desvendar o segredo do cérebro humano não foi mais do que o fracasso da Engenharia em explicar adequadamente os processos vitais. Como a destacar a melancolia desse fracasso, dois desenvolvimentos independentes — um de K. GODEL (1931) na Lógica Matemática, o outro de A. M. TURING (1936), na Teoria dos Autômatos — vieram complicar as coisas para o lado da Cibernética. De fato, GODEL, com seu famoso *teorema da incompletude*, demonstrou que qualquer sistema formal fundamentado num cálculo funcional de 1ª ordem — um sistema, por exemplo, como a Aritmética — é sempre “incompleto”, isto é, haverá sempre, nêle, “propriedades” impossíveis de “decidir”, ou problemas impossíveis de resolver. Acreditava-se, antes disso, que qualquer proposição mate-

mática podia sempre ser “decidida”, isto é, provada verdadeira ou falsa por meio de rigorosa dedução lógica a partir de axiomas. D. HILBERT, em sua tentativa de axiomatização da geometria, foi quem primeiro levantou a hipótese de que, afinal, essa “decidibilidade” podia não se dar, enfraquecendo, assim, a crença no poder da dedução. A essência da demonstração de GODEL está precisamente na confirmação dessa hipótese hilbertiana: haverá sempre proposições que jamais poderão ser decididas, a partir de um núcleo inicial de axiomas básicos e através de um número finito de estágios em uma cadeia de raciocínio dedutivo. TURING, confirmando dramaticamente o teorema de GODEL, estabeleceu as operações de uma máquina lógica que, para certas proposições dadas como instrução no seu programa, continuará para sempre “processando”, sem jamais chegar a um fim. A significação de tudo isso é, por conseguinte, extremamente adversa ao programa original a que se propôs a Cibernética, já que indica que os modelos de explicação do cérebro e da vida baseados em analogias retiradas do campo da Engenharia ou da Física não são válidos. Por tudo isto, compreende-se por que a Cibernética, do rol das novas disciplinas que vêm se desenvolvendo em torno do conceito de sistema, não se mostrou a mais importante ou promissora do ponto de vista estritamente científico ou tecnológico. Filosoficamente, a situação parece ainda mais grave. A Cibernética — produto de nossa atual sociedade tecnológica — está baseada numa *visão mecanicista* do mundo ou, na melhor das hipóteses, para usar a expressão de VON BERTALANFFY (4), acha-se informada por uma interpretação “fiscalista” do universo, da sociedade e do homem. Por conseguinte, mesmo considerando a Cibernética do ponto de vista de um de seus inegáveis resultados positivos (o de representar uma abordagem multi-disciplinar dos problemas típicos dos sistemas complexos) é forçoso reconhecer que o seu valor, por exemplo, para a Filosofia da Ciência é apenas relativo e essencialmente limitado, já que o seu modelo por excelência de ciência é a Física. O seu método, portanto, é nitidamente *reducionista* e, como tal, ela não pode — a exemplo de outras tentativas reducionistas, como o Behaviorismo, a Psicologia reflexológica, a Psicanálise freudiana, a Sociologia e a Política marxistas — servir de *progra-*

*ma unificador das ciências*. Como dissemos, êste papel cabe bem mais à idéia de sistema, tal como a incorpora e desenvolve a Teoria Geral dos Sistemas e, mais ainda do que a esta — conforme é nosso propósito demonstrar em outro artigo — à Teoria da Relação, verdadeiro fundamento da Teoria Geral dos Sistemas e da Matemática, juntamente com todo o trabalho correlato que se realiza atualmente no campo da Biologia, da Economia, das Ciências Sociais, da Filosofia da Ciência e das novas técnicas geradas pelo próprio “systems approach” (como a Teoria dos Autômatos, as Gramáticas Formais, a Programação Linear e Dinâmica, a Teoria dos Grafos e das Rêdes, a Teoria dos Jogos e da Decisão, a Teoria da Informação, a Pesquisa Operacional, etc.).

Feitas estas considerações metodológicas preliminares, convém inventariar os desenvolvimentos mais recentes e as diversas “escolas” que constituem o atual “estado da arte” da Teoria Geral dos Sistemas.

Há, em Teoria Geral dos Sistemas, seis grandes correntes ou “escolas”.

Inicialmente, a *escola americana*, que se inicia, ainda na década de 30, com os trabalhos do matemático N. WIENER e do médico A. ROSENBLUETH, respectivamente do Massachusetts Institute of Technology e da Harvard Medical School (posteriormente do Instituto Nacional de Cardiologia, do México). É fácil mostrar como a Teoria Geral dos Sistemas nasce de mãos dadas com a Filosofia da Ciência, porquanto, nas palavras do próprio WIENER, “(...) naqueles dias, o Dr. ROSENBLUETH (...) conduzia uma série mensal de seminários sobre o método científico” (5). E é êsse mesmo WIENER que confessa um já então antigo interesse pela metodologia: “(...) De há muito que eu vinha me interessando pelo método científico, tendo, de fato, participado do seminário Josiah Royce, de Harvard, sobre o mesmo assunto, de 1911 a 1913”. (6). Oficialmente, entretanto, o que nascia àquela época era a Cibernética, embora ela só viesse à luz como tal 35 anos depois, com a publicação dos livros (hoje clássicos) de WIENER, “Cybernetics” (7) e de SHANNON e WEAVER, “The Mathema-

tical Theory of Communication" (8). A Teoria Geral dos Sistemas, sob a denominação de "teoria organísmica", já havia nascido por volta de 1925 com os trabalhos de Biologia de VON BERTALANFFY (9) e com os trabalhos filosóficos de WHITEHEAD (10). Mais recentemente, a escola americana expandiu-se extraordinariamente, subdividindo-se em diversas "correntes" complementares, das quais é preciso destacar: (a) a corrente da chamada Pesquisa Operacional; (b) a corrente da Teoria Geral dos Sistemas, ambas bem representadas por MESSAROVIC e ACKOFF (11) ou, mais representativamente, pelo grupo que trabalha atualmente no Case Institute of Technology, sob a direção do Prof. E. A. JOHNSON; (c) a corrente da chamada "Computer Science" (Ciência da Computação), atualmente o campo mais dinâmico de aplicação e desenvolvimento da Teoria Geral dos Sistemas; (d) a corrente da Teoria dos Autômatos e, finalmente, (e) um grupo de subcorrentes responsáveis por importantes desenvolvimentos como as Gramáticas Formais, a Informática de um modo geral e outros.

Em seguida, a *escola inglesa*, representada pelos importantíssimos trabalhos do psiquiatra R. ASHBY — autor da melhor obra sistemática e de tratamento conceptual de Cibernética até hoje publicada (recentemente traduzida e entregue ao público brasileiro) —, pelos trabalhos do neurologista G. WALTER e outros.

Há também uma *escola francesa*, embora menos importante, tendo à frente o matemático L. COUFFIGNAL.

Bem mais significativa, chegando ao mesmo nível de excelência das escolas inglesas e americana, é a *escola polonesa* que, com TADEUSZ KOTARBINSKI, filósofo e professor da Universidade de Varsóvia, pretende ser pioneira no estudo dos sistemas. KOTARBINSKI foi um dos mais ilustres representantes do chamado "Círculo de Varsóvia", do movimento neopositivista e neo-empirista lógico contemporâneo. Entre suas mais importantes contribuições filosóficas, está precisamente a *Praxeologia*, ou Teoria Geral da Ação, que êle entendia como a "ciência da ação eficaz". O. LANGE — outro grande nome da escola polonesa, econometrista ilustre — faz datar de 1913

os primeiros trabalhos de KOTARBINSKI sobre Praxeologia ("Esboços Prácticos", "O Ato", "Curso de Lógica", etc.), embora reconheça com VON MISES que o termo "praxeologia" fôra utilizado pela primeira vez pelo sociólogo francês ESPINAS, em 1890, e, logo depois, pelo matemático soviético E. SLUCKI, cuja obra (publicada em alemão, "Ein Beitrag zur formal-praxeologischen Grundlegung der Oekonomie") data de 1926. O próprio O. LANGE trouxe uma boa contribuição à Teoria Geral dos Sistemas, com seu livro "Wholes and Parts — A General Theory of System Behavior" (12), no qual êle oferece um tratamento matemático rigoroso (e vazado numa linguagem quase exclusivamente retirada das Matemáticas Finitas) do monumental livro de R. ASHBY, "An Introduction to Cybernetics" (13).

Merecem especial atenção, pelo seu vigor e alcance, duas correntes do pensamento cibernético atual. A primeira é liderada por VON BERTALANFFY, biólogo ilustre, professor de Biologia Teórica do Departamento de Zoologia da Universidade de Alberta, Canadá, fundador do Center for Advanced Studies in Theoretical Psychology da mesma instituição e co-fundador em 1954 da Society for the Advancement of General Systems Theory, hoje Society for General Systems Research, afiliada à American Association for the Advancement of Science. Esta escola representa a contribuição valiosa dos cientistas que trabalham estritamente no campo da Biologia. Disputando (aparentemente com vantagem) as honras de pioneirismo com a Cibernética da escola americana, ela tende a substituir o nome "cibernética" pela locução (sem dúvida mais sugestiva e metodologicamente mais heurística) de "teoria geral dos sistemas". Além disso, cabe a ela — e principalmente a VON BERTALANFFY — a primazia na abertura para uma problemática mais ampla e mais geral, a dos chamados *sistemas abertos*, que contém os *sistemas fechados* como casos particulares. Nessa área trabalham N. RASHEVSKY, atualmente na Universidade de Chicago, A. RAPOPORT, W. R. HESS, R. ROSEN, J. VON UEXKÜLL e outros. A segunda corrente é a que se poderia chamar de escola soviética, cujas origens remontam, de certo modo, a PAVLOV e FROLOV, representada pelo Prof.

V. M. GLUSHKOV, da Academia de Ciências da URSS e atual diretor do Instituto de Cibernética de Kiev. Embora tenha se ressentido da fase de obscurantismo da época de STALIN, quando a própria Lógica Matemática foi banida dos programas da Universidade por imposição do Partido Comunista, a escola soviética é hoje poderosa e responsável por uma intensa produção somente comparável à dos matemáticos russos.

O conteúdo unificador das ciências, da Teoria Geral dos Sistemas, resulta evidente a partir de seu próprio objeto, embora, epistemologicamente, a Teoria Geral dos Sistemas seja unificadora tanto pelo seu objeto quanto pelo seu método. Uma conceituação, mesmo sumária, do que venha a ser *sistema* será suficiente para demonstrar isto.

A noção de sistema é bastante primitiva, no sentido de que não se deixa facilmente definir em função de conceitos mais simples. Daí a dificuldade em apreender-lhe todo o riquíssimo significado. Como toda noção primitiva, trata-se de conceito de grande extensão, isto é, aplica-se a quase tudo o que existe e é “complexo” e “organizado”. Consequentemente, é conceito de pequena compreensão, isto é, o conjunto de notas em termos de que o podemos entender é bastante pobre. Não obstante essas dificuldades filosóficas, costumam-se avançar duas definições gerais de “sistema” — uma definição “interna” e uma definição “externa”. Uma análise de ambas, conceito por conceito, serve para revelar toda a enorme riqueza de implicações da teoria, bem como o seu formidável alcance.

Definido “internamente”, um sistema é *um conjunto de elementos quaisquer ligados entre si por cadeias de relações, de tal modo a constituírem um todo organizado*.

Como se vê, trata-se de definição dentro do âmbito interno do sistema e que, por conseguinte, não faz referência alguma ao “meio exterior”, isto é, a tudo o que está situado *fora* do “definiendum”. Ora, distinguem-se na definição os seguintes conceitos fundamentais:

*Conjunto* — conceito primitivo, fundamental à Matemática, objeto de estudo da Teoria dos Conjuntos. A Teoria Geral

dos Sistemas, por conseguinte, implica a Teoria dos Conjuntos e, portanto, toda a Lógica Matemática, em especial o Cálculo Proposicional (Lógica Sentencial e Lógica Quantificacional), a Lógica de Classes e a Lógica de Relações. Para se ter uma idéia da grandeza dos problemas filosóficos levantados quando se define (interiormente) sistema como “conjunto de elementos quaisquer (...)”, basta lembrar as dificuldades encontradas por RUSSELL (14) na teoria cantoriana dos conjuntos, como também o fato de ter HUSSERL chegado, em suas “Investigações Lógicas” (especificamente: na 3ª Investigação), a uma *teoria do todo e da parte* que êle mesmo, nos “Prolegomena”, considerava como “(...) essencial para a completa compreensão das Investigações subsequentes” (15). Consideremos, ainda que de passagem, o famoso “paradoxo de RUSSELL” (paradoxo das totalidades ilegítimas). Em essência: “o conjunto de todos os conjuntos que são membros de si mesmos”. Este paradoxo levou RUSSELL a identificar o chamado “Princípio do Círculo Vicioso”, que consiste em supor que uma coleção de objetos pode conter membros que só podem ser definidos por meio da coleção como um todo. Com o objetivo de evitar tais “totalidades ilegítimas”, RUSSELL concebeu a sua “teoria dos tipos lógicos”, que apresentou junto com WHITEHEAD em “Principia Mathematica” (especialmente Capítulo II, pp. 37 a 65 da 2ª edição de Cambridge). Toda a questão se coloca a partir das definições de conjunto dadas por CANTOR no “Gesammelte Abhandlungen” (edição de E. Zermelo, Berlin, 1932, pp. 204 e 282): “(...) qualquer coleção (...) (constituindo) um todo de objetos definidos (...) de nossa intuição ou pensamento”. Ou então: “(...) multiplicidade, que pode ser pensada como unidade, isto é, uma totalidade de elementos definidos que podem ser reunidos em um todo por (meio de) uma lei”. A dificuldade em definir “conjunto” se transfere, assim, para a de definir “coleção”, “todo” e “totalidade”. Entretanto, CANTOR conseguiu assinalar as duas características essenciais de um conjunto que iriam permitir o desenvolvimento do que se costuma chamar *teoria ingênua dos conjuntos* (em inglês: “naive set theory”). São estas as características: (a) os elementos de um conjunto *determinam* êsse conjunto; e (b) os elementos de um conjunto são *anteriores* à

existência do conjunto como tal. Vejamos como estas duas características permitem conceituar em um nível puramente lógico o que seja conjunto. A Lógica Sentencial vai nos fornecer os elementos de que precisamos: o “princípio do têrço excluído” e o “axioma de extensão”. Um predicado convém ou não convém a um determinado objeto (exclui-se uma terceira alternativa). Dêste modo, a cada predicado correspondem duas grandes classes de objeto: a dos objetos aos quais o predicado convém, e a dos objetos aos quais o predicado não convém. À primeira classe de objetos se costuma chamar de *extensão* do predicado. Pelo axioma de extensão, a cada predicado corresponde uma e somente uma extensão. Numa palavra: afirma-se, para cada predicado, não somente a existência de uma classe de objetos aos quais êle convém (sua extensão), mas também a sua unicidade. É esta, precisamente, a origem e a base lógicas do conceito matemático ou metafísico de “conjunto”. Estaria evitada, assim, logicamente, a dificuldade matemática de “definir” conjunto. Entretanto, essa teoria lógica de conjuntos — ou teoria ingênua de conjuntos — não é uma teoria consistente, como demonstrou RUSSELL com seu paradoxo. Estes problemas, que podem parecer demasiadamente abstratos e distanciados da realidade, de fato não o são e interessam diretamente à Teoria Geral de Sistemas, quando ela procura conceituar (interiormente) “sistema”. Deixemos o comentário sobre a lógica do todo e da parte de HUSSERL para a consideração da nota seguinte — elemento — do conceito de sistema.

*Elemento* — conceito primitivo, relativo, que supõe, juntamente com o anterior, o problema clássico em Filosofia da Ciência do par (PARTES) x (TODO) — problema da maior importância metafísica, já que conduz diretamente às questões da simplicidade e da complexidade em Ciência. A complexidade é de particular importância para a Teoria Geral dos Sistemas, que é concebida, por exemplo, por R. ASHBY (16), como um método essencialmente destinado a lidar com os sistemas muito complexos. Do mesmo modo que o “princípio do têrço excluído” e o “axioma de extensão”, da Lógica Sentencial, permitiram fundamentar em um nível puramente lógico (ainda que não totalmente consistente) as duas notas características

do conceito cantoriano de conjunto, bem assim a *análise noemática* de HUSSERL (3ª Investigação) vai transferir para o nível da subjetividade pura a questão da relação entre “parte” e “todo”, fundamentando assim toda a sua “teoria da ação”, que é, acima de tudo, uma análise da intencionalidade. Teoricamente, a Teoria Geral dos Sistemas — que é uma teoria da ação — deveria englobar em seu bôjo também a análise noemática husserliana, já que, ao nível da Informática (ou Teoria da Informação) não há como evitar a atuação da *comunicação humana* como nota característica dos chamados “sistema de informação”. Nesse nível, não há outra maneira de definir *informação*, além daquela a que é conduzido, por exemplo, GRENIENSKI (17), quando a considera “qualquer ação psíquica que corresponde a uma ação física”. Entretanto, a Teoria Geral dos Sistemas se auto-limita, e afirma do “elemento” e do “conjunto” apenas o que a Lógica Sentencial, a Lógica Quantificacional, a Lógica de Classes, a Lógica de Relações e a Teoria Elementar e Avançada dos Conjuntos o fazem.

*Relação* — conceito absolutamente primitivo, constituindo problemática clássica tanto em Filosofia quanto em Ciência (principalmente Matemática), essencial à correta compreensão de “conjunto” e “sistema”. Prova disso é o fato de somente ser possível definir as propriedades de *pertinência* (de um elemento a seu conjunto) e de *inclusão* (de um subconjunto em seu conjunto) em termos de relação. De fato, pode-se mostrar facilmente como ambas essas propriedades denotam uma relação definida, seja entre os elementos de um conjunto e o conjunto das partes dêsse conjunto, seja no conjunto dessas mesmas partes. Para se ter uma idéia da enorme importância dêste conceito, basta considerar que êle figura como uma das dez categorias de ARISTÓTELES (18); que êle ocupou posição central na filosofia de STO. TOMÁS DE AQUINO (e, ainda hoje, na Teologia, onde o *ens minimum* é fundamental na análise, por exemplo, da Santíssima Trindade); que êle compareceu com absoluto destaque ao sistema das categorias de KANT; que êle ressurgiu na Lógica Moderna, com a revolução operada pela Lógica Matemática, em seguida à Lógica de Classes, como o capítulo mais importante — a Lógica de Relações — dessa

disciplina e, finalmente, passou a constituir a própria essência da Matemática Moderna que, errôneamente definida como a “ciência da quantidade” durante muitos anos, é hoje entendida como uma teoria abstrata das relações. Além disso, o conceito de relação está na essência mesma do conceito de sistema. Com efeito, um sistema não pode ser entendido senão em termos de uma estrutura — e esta vem a ser, em última análise, um conjunto de relações. Tôda a Filosofia da Ciência, ademais, repousa sobre esse conceito, uma vez que êle está na própria essência da *explicação* científica. “Explicar”, em Ciência, é dar a razão de ser de uma coisa, fato, fenômeno ou acontecimento. Essa “razão de ser” é, em última instância, a expressão de uma relação invariável entre um (ou mais) antecedentes e um (ou mais) consequentes — ou seja, é a expressão de uma *lei*. Uma lei (científica) é, em essência, uma relação. Mas não é apenas a Ciência que, naquilo que ela tem de mais *genuinamente* seu — a *explicação* — depende da relação. O próprio *conhecimento* se define como “uma relação entre sujeito (cognoscente) e objeto (conhecido), em que o sujeito se acha determinado pelo objeto” (19). Ora, *conhecimento* e *ação* constituem, na realidade, face e contra-face de uma mesma moeda. São problemáticas complementares em Filosofia, isto é, contraparte uma da outra. E a *ação* (melhor seria se se grafasse *acção*) se define: uma relação entre sujeito (agente ou operador) e objeto (paciente ou operando) em que o sujeito determina o objeto. Através da relação, portanto, à Gnoseologia corresponde a Praxeologia ou, o que dá no mesmo, a uma *teoria do conhecimento* corresponde uma *teoria da ação*. A Teoria Geral dos Sistemas vem a ser, precisamente, uma Teoria (abstrata) da Ação, no mesmo sentido em que a Matemática é uma Teoria (abstrata) da Relação. Finalmente, completando a análise dos conceitos que comparecem forçosamente à definição “interior” de sistema, resta-nos considerar o conceito de

*Todo* — conceito primitivo (mas complexo, porque supõe todos os outros), levando diretamente ao estudo da Cosmologia. Sob o conceito de *kosmos* escondem-se algumas das questões mais profundas da Filosofia e da Ciência — o uno e o múltiplo, o simples e o complexo, o orgânico e o inorgânico, a har-

monia e o caos, a entropia e a “negentropia” (ou entropia negativa, ou informação), o determinado e o indeterminado, o uniforme e o multiforme, o restrito e o arbitrário, etc. — questões estas que escapam ao escôpo limitado do presente trabalho.

Resulta evidente, portanto, já a partir de uma definição “interior” de sistema, a grande riqueza de conteúdo dêste conceito. Definido “exteriormente”, um sistema é concebido como um *todo organizado, dinamicamente relacionado com o meio externo (isto é, continuamente sujeito a mudança) e que apresenta, em qualquer momento, um conjunto de atributos e de modos de ação (ou comportamento)*. Mesmo uma rápida análise dos conceitos sobre que se apoia esta definição será suficiente para indicar o alcance notável da Teoria Geral dos Sistemas.

*Mudança* — talvez o conceito mais “primitivo” da Cibernética, embora ASHBY prefira atribuir essa honra ao conceito de “diferença”. Acontece que ambos êstes conceitos vêm a ser, filosoficamente, equivalentes. E absolutamente fundamentais para a Ciência tôda. Uma discussão, mesmo elementar, da problemática da mudança — descoberta por HERÁCLITO DE ÊFESO uns 500 anos antes de Cristo e analisada sistematicamente pela primeira vez por ARISTÓTELES uns 2 séculos depois — daria para encher muitos volumes.

*Atributo* — o que é próprio de um sistema, o que o caracteriza especificamente e o faz diferente de todos os outros sistemas ou sêres. Se é concebido a um nível puramente lógico, o atributo coincide com a classe de tôdas as afirmações que se podem predicar de um sistema. Ou seja, confunde-se com o que se entende por *predicamento* ou *categoria*. Re-encontra-se, assim, a Lógica Sentencial, o que não constitui, nem de longe, mera coincidência. ARISTÓTELES, portanto, utilizou uma abordagem essencialmente *de sistema*, quando descobriu a sua análise de categorias, ainda hoje insuperada — e, na realidade, insuperável.

*Modo de ação* — (ou comportamento) de um sistema, em última análise, uma relação definida entre a ação que o sistema recebe do meio exterior e a ação que êle transmite a êsse

meio. Torna-se, assim, a evidenciar o papel central desempenhado pela *relação* na Teoria Geral dos Sistemas.

Vimos falando de maneira bastante informal de “definição” de sistema quando, na realidade, o que se fez foi conceituá-lo. A definição rigorosa de sistema, já se vê, não poderá ser dada senão em função da Teoria dos Conjuntos. Trata-se de uma definição fundamentalmente matemática, portanto. E é precisamente neste sentido que a Teoria Geral dos Sistemas se comporta como uma superestrutura formal unificadora das Ciências. De saída, resultam unificadas a Lógica e a Matemática. O resto vem, por assim dizer, por acréscimo, já que toda a Matemática é modernamente concebida em termos de *conjuntos*, e estes, é bom que se repita, constituem o próprio cerne da Teoria Geral dos Sistemas. “Conjunto” e “sistema” são noções perfeitamente equivalentes, embora aquela (um ser de razão) constitua, propriamente, um *modelo*, desta (um ser ou processo de concretude). Ora, é imaterial que um sistema sob investigação pertença a este ou àquele domínio do real. Desde que constitua efetivamente um “sistema”, é o bastante para que recaia no âmbito da teoria dos sistemas: é exatamente isto que se quer comunicar quando é chamado de teoria *geral* dos sistemas. Por conseguinte, a teoria realiza, de fato, do ponto de vista estrito do método, a *unificação das Ciências*, sem cair no erro clássico do reducionismo. Quando a Teoria Geral dos Sistemas considera, por exemplo, o isomorfismo dos organismos biológico e social, não está de modo algum reduzindo a Sociologia à Biologia, mas apenas indicando o conjunto de afirmações abstratas (sob forma matemática ou discursiva) que podem ser legitimamente predicadas de ambas essas classes gerais de organismos (ou sistemas), sem cair, ademais, numa posição vitalista ou neo-vitalista, tão pouco sem reviver a célebre contraposição psicologista/sociologista de DE TARDE-DURKHEIM. Pelo contrário, tem sido uma das mais notáveis contribuições da Teoria Geral dos Sistemas à Filosofia da Ciência o ter ela posto a descoberto, por exemplo, o fato de constituírem as leis da Sociologia um conjunto de proposições *indecidíveis* — no sentido de GODEL — num sistema de axiomas da Biologia. Ou as leis da Biologia num sistema de axiomas

da Física. Portanto, o que a Teoria Geral dos Sistemas afirma e investiga quando considera os sistemas biológicos ou sociais, não é um isomorfismo, digamos, *metafísico*, mas sim *lógico* (ou matemático). Quer dizer, não lhe interessa senão o *isomorfismo relacional* entre estes sistemas, e não seus aspectos físicos, métricos ou psíquicos. É justamente nisto que consiste a primeira contribuição da Teoria Geral dos Sistemas para a formalização das Ciências Sociais: a investigação dos *isomorfismos relacionais invariantes* — ou simplesmente *invariantes fundamentais* comuns a todas as Ciências Humanas (20) — presentes nos organismos ou sistemas mais diversos de um ponto de vista físico, métrico ou psíquico. A segunda grande contribuição é uma decorrência da primeira: a Teoria Geral dos Sistemas torna viável, natural e relativamente simples a aplicação das Matemáticas a *todas* as Ciências Sociais — e, de um modo geral, a *todas as ciências*. Dêste modo, resultam unificadas, pelo denominador comum da Lógica Matemática e das Matemáticas, as ciências de um modo geral. Não se trata de nenhum passe de mágica: onde quer que a *relação* subsista entre, pelo menos, dois termos ou dois entes, é viável a aplicação da Matemática, e é precisamente essa a tarefa prioritária da Teoria Geral dos Sistemas.

Perguntar-se-ia: pan-matematização? Não propriamente. “*Mathesis universalis*”? Sim, se o que LEIBNITZ almejava era esse pan-relacionismo que constitui a essência da Teoria Geral dos Sistemas. A essência e o seu extraordinário poder unificador das ciências. Mas não é o fato de uma (eventual) unificação que detém o maior interesse, mas sim a sua natureza. Esta é uma questão da máxima importância para a Filosofia da Ciência. Porque não se trata de uma unificação pelo objeto, mas antes — e aí é que reside a novidade trazida pela Teoria Geral dos Sistemas — uma unificação *pelo método*. Seria fácil mostrar que esta última é infinitamente mais difícil de realizar do que a primeira. Bastaria para tanto o argumento histórico. De fato, a filosofia tradicional constituiu, de início, uma unificação de todo o saber. No começo tudo era Filosofia, um único objeto e um único método. A “autodeterminação” de cada ciência e de cada método particulares constitui estado bastante

sofisticado do desenvolvimento da Ciência, conquistado a duras penas através do sacrifício de muitas gerações. Mas é igualmente esclarecedor o argumento metodológico. A unificação das ciências pelo seu objeto não constitui, a rigor, um problema grave para a Epistemologia. Quando muito, constitui uma questão menor para a Ontologia. Veja-se, por exemplo, como a Filosofia tradicional resolveu, através da Lógica Material e da Ontologia, êste problema. Quando ela chama, por exemplo, de “ciências morais” às ciências que hoje preferimos chamar de sociais ou humanas — Sociologia, Economia, Política, Direito, etc. — ela se serviu de uma idéia unificadora — a categoria de *ação* — para indicar que os objetos materiais dessas ciências estão contidos todos numa mesma “esfera”, “capa” ou ordem do real — a *ordem dos operáveis*. O problema da unificação pelo objeto, portanto, tem solução eminentemente lógica e ontológica. As chamadas ciências humanas, assim, resultam “naturalmente” unificadas, na medida em que estão centradas em torno da categoria de ação (ação humana, isto é, ação racional, no sentido de VON NEUMANN (21)). Categoria de ação (um dado lógico) que corresponde a um modo específico de ser do real (um dado ontológico). Cabe à Filosofia clássica o mérito inegável de ter levado até aí a solução do problema. Todavia, não basta uma teoria das categorias — portanto um instrumento estritamente filosófico (lógico-gnoseológico-ontológico) de ataque — para resolver completamente a questão. Só a Filosofia da Ciência, através de uma abordagem eminentemente interdisciplinar (como a da Teoria Geral dos Sistemas) poderá fornecer um ponto de vista suficientemente universal e ao mesmo tempo heurístico à altura de ensinar um método ou uma linguagem de ataque comum às diversas ciências, mesmo àquelas cujo objeto material se situam em ordens distintas do real (como, por exemplo, a Economia e a Física). Êsse método ou essa linguagem comuns às ciências coincide justamente com a *análise relacional* (ou estrutural, ou funcional, como preferem chamar alguns autores) que a Teoria Geral dos Sistemas realiza. E neste ponto atingimos o verdadeiro âmago da questão. Um “sistema” é, em última análise, um conjunto de *entes* (elementos) e de suas *relações*. Uma “estrutura” vem a ser o conjunto dessas relações entre êsses elementos. Em

outras palavras, sistema é “coisa”, estrutura é “relação”. Sistema é conceito absoluto. Estrutura é conceito eminentemente relativo. Uma estrutura é sempre a estrutura *de* um sistema (ou subsistema). Na realidade, as coisas não são tão simples assim. Porque sistema é “coisa” (conjunto de entes) *mais* suas relações entre si (porque se os entes que compõem o sistema não estão ligados, de certo modo, ou referidos uns aos outros de alguma maneira mais ou menos estável ou invariante, não se pode dizer que há de fato “sistema”). Além disso, “sistema” não é necessariamente substantivo concreto. Um sistema pode ser perfeitamente abstrato (um sistema filosófico, por exemplo). Tão pouco é “estrutura” substantivo necessariamente abstrato. Uma estrutura como a rede de transportes ou de comunicações do Estado de Pernambuco é algo concreto e perfeitamente tangível. No entanto, não são os entes ou elementos que compõem o sistema, ou o seu conjunto, que interessam diretamente na caracterização da estrutura, mas a *relação* ou o modo como estão ligados. A compreensão do conceito de sistema é algo maior do que a compreensão do conceito de estrutura, embora, a rigor, não seja possível dissociar um sistema de sua estrutura e vice-versa. O importante, aqui, é reter que, a despeito dessa estreita interdependência, sistema e estrutura são distintos. Êste fato se traduz nitidamente na natureza matemática dos modelos, respectivamente, de sistema e de estrutura. O modelo de um sistema é um sistema de equações. O modelo de uma estrutura é um grafo. A informação que o modelo de um sistema nos dá é um comportamento ou modo de ação. A informação que o modelo de uma estrutura nos dá não tem, diretamente, conteúdo metafísico, mas sim lógico — mais precisamente, tem conteúdo essencialmente topológico. Uma estrutura só tem efeito físico através do comportamento do sistema de que ela é a estrutura. Ora, o comportamento de um sistema está indissolúvelmente ligado à esfera ou domínio do real a que pertencem os seus elementos ativos. Quer dizer, se êsses elementos ativos são, por exemplo, componentes elétricos e eletrônicos, não se pode esperar que o comportamento típico global do sistema seja puramente mecânico, como o seria a trajetória de deslocamento de uma bala de canhão. Êste comportamento é *determinado* cosmologicamente pela natureza dos elementos ativos,

que *preexistem* ao sistema (da mesma maneira que, na teoria *ingênua dos conjuntos*, os elementos de um conjunto lhe são *preexistentes* e o determinam *lógicamente*). Isto é sempre verdadeiro no que se refere ao *comportamento* (ou modo de ação) de um sistema. Mas não se aplica à sua *estrutura*. Vale dizer, a estrutura de um sistema não está *cosmológicamente* determinada pela natureza objetiva dos elementos ativos. Pela simples razão de que não pertence, no que ela tem de mais essencial, à ordem *cosmológica*. Estrutura é ente eminentemente *topológico*, por conseguinte *matemático*, ou *lógico-matemático* ou, por fim, *lógico* tão somente. O resultado é que, se todo sistema tem sua estrutura e se esta *não* se acha determinada *cosmológicamente* pela natureza objetiva dos elementos ativos que o compõem, torna-se possível adotar um método de análise *de estrutura* — portanto análise relacional — suficientemente geral para que se aplique com igual proveito a todos os domínios do real. É precisamente nesse método essencialmente unificador das ciências que consiste a Teoria Geral dos Sistemas. Como também é este, precisamente, o enorme significado que ela tem para a Filosofia da Ciência.

Assim, embora, *objetivamente*, não se possa estabelecer uma verdadeira identidade entre organismos vivos tais como um metazoário e uma sociedade (humana), *metodologicamente* cabe investigar o isomorfismo relacional — ou de estrutura — de ambos estes sistemas. Como sistemas, eles devem satisfazer determinados conjuntos de relações (binárias, ternárias ou, em geral, *n-árias*) que são suas estruturas. Ora, esses conjuntos poderão ter elementos ou propriedades comuns. Se têm, é possível representá-las *matematicamente* por entidades adequadas, como as estruturas *algébricas abstratas* (por exemplo, os *reticulados*). Uma *formalização* — e, portanto, um tratamento *conceptual rigoroso* — tanto da Biologia quanto da Sociologia poderá ser dado a partir da consideração das propriedades desses modelos *matemáticos* e da investigação de propriedades específicas dos sistemas *biológicos* e *sociológicos* respectivos. *Matematicamente*, uma sociedade é um conjunto (sistema) de indivíduos (elementos ativos); e um organismo *multicelular* é um conjunto (sistema) de células (elementos ativos). Portanto,

“sociedade” e “organismo multicelular” são entes *matematicamente isomorfos*. A unificação das *ciências da vida*, por conseguinte — incluídas aí, naturalmente, a Biologia e também a Sociologia — torna-se *metodologicamente viável* e bastante natural.

Este fato é duplamente notável para a Filosofia da Ciência. Em primeiro lugar, obviamente, por possibilitar a realização do antigo programa de unificação das ciências, através do método de ataque *de sistema*. Em segundo lugar, por revelar a origem de toda uma vasta re-orientação em Filosofia da Ciência, tirando-a de uma excessiva ênfase já secular nas *ciências físicas* para colocá-la diante da problemática sem dúvida bem mais vasta das *ciências da vida*.

São de um biólogo e filósofo da ciência, G. G. SIMPSON, estas significativas palavras: “(...) A Biologia, pois, é a ciência que ocupa posição central dentre as ciências (...) É aqui, portanto, em um campo onde todos os princípios de todas as ciências estão incorporados, que a ciência pode verdadeiramente tornar-se unificada” (22).

Explicam-se, assim, muitas coisas interessantes. Como por exemplo a significativa participação de cientistas da área das *biociências* no desenvolvimento da teoria dos sistemas e da *cibernética*, todos eles ilustres: W. GREY, WALTER, neurofisiologista; A. ROSENBLUETH, cardiologista; R. ASHBY, psiquiatra; L. VON BERTALANFFY, biólogo; N. RASHEVSKY, biólogo; J. VON UEXKÜLL, biólogo; J. MONOD, médico e fisiologista (este mesmo cujo excelente livro “Le Hasard et la Nécessité” vem de ser traduzido e lançado no Brasil pela Editôra Vozes). Ou, ainda, o ponto de partida histórico da *Cibernética*, ao qual já fizemos referência: o de que os processos *biológicos* (especialmente o funcionamento do cérebro) poderiam, em última análise, ser referidos aos processos *físico-químicos*. Como também, a título de mera curiosidade, o nome popular atribuído às máquinas lógicas computadoras: “cérebros” eletrônicos...

Estabelecido o isomorfismo entre os sistemas investigados, digamos (para manter o mesmo exemplo) pela Biologia e Sociologia, cabe indagar quanto aos conceitos fundamentais em torno dos quais se concentrará a unificação dessas ciências. Neste campo, há quase tudo ainda por fazer. Mas já se conseguiram resultados altamente promissores. A categoria fundamental — e nisso a Filosofia clássica andava mais do que certa — é a de *ação*. Os elementos que constituem um organismo vivo, ou um sistema social, são antes de tudo *elementos ativos*, quer dizer, elementos que agem, que se comportam de algum modo, ora como agentes, ora como pacientes de alguma forma de ação (ação se definindo, por sua vez, como tudo aquilo que é capaz de causar uma mudança). Formalmente, isto significa que, ao conjunto dos *elementos* do sistema (biológico ou social), está necessariamente associado um conjunto de *atividades*. Mas já vimos que *ação* subentende *relação*. De fato, para bem caracterizar um sistema vivo ou social, resta ainda considerar um terceiro conjunto importantíssimo: o conjunto das *relações* entre os elementos ativos, ou seja, a sua estrutura. Eis aí um exemplo sugestivo do poder unificador da Teoria Geral dos Sistemas: qualquer sistema, não importa a que domínio objetivo da realidade pertença, supõe estes três conjuntos intimamente associados — conjunto de elementos, conjunto de atividades e conjunto de relações. As categorias de ação e relação, entretanto, não bastam ainda para determinar completamente um sistema complexo. Juntas, elas constituirão uma terceira categoria, a de *interação*, que tanto pode ser definida em termos do terceiro conjunto (estrutura), quanto em termos de uma relação definida no conjunto dos estímulos e das respostas (ou “inputs” e “outputs”) do sistema. No primeiro caso, se o conjunto de relações associado ao conjunto de elementos ativos que compõem o sistema vivo ou social, é o conjunto vazio, diz-se que as células, ou gens, ou indivíduos não interagem; caso contrário, interagem. No segundo caso, definida uma relação binária, ternária ou *n*-ária no conjunto dessas células, gens ou indivíduos, entre os estímulos que eles recebem e as respostas que são capazes de transmitir ao meio ambiente, diz-se que há interação; se não subsiste nenhuma relação entre estímulo e resposta, não há interação. Mas falta, ainda, uma outra catego-

ria para completar a análise. A relação entre estímulo e resposta que constitui a essência da interação exige, pela própria definição de relação, que se tenham ao menos dois elementos trocando ação. O estímulo de um é igual à resposta do outro, ou, em geral, é uma *transformação* dessa resposta. Ora, isto significa que alguma forma de ação se *transmite* de célula a célula, de gen a gen, ou de indivíduo a indivíduo. Impõe-se, por conseguinte, mais esta categoria: a de *comunicação*, ou *informação*.

Uma formalização da Biologia ou da Sociologia, assim, deve se iniciar pela identificação das quatro categorias fundamentais das ciências da vida: a *ação*, a *relação*, a *interação* e a *informação* (ou comunicação). Cada uma dessas idéias básicas constitui o objeto específico de investigação de uma teoria importante no panorama do conhecimento humano, tocando várias esferas do real e, conseqüentemente, várias ciências ou disciplinas filosóficas. É o caso da “teoria da ação”, que pode ser entendida sob vários aspectos, como Praxeologia, como Cibernética, como Ética, etc.; da “teoria da relação”, entendida como Gnoseologia Especial (teoria especial do conhecimento, no sentido de J. HESSEN), como Lógica, como Teoria dos Conjuntos, como Teoria dos Grafos, como Topologia Geral ou como Teoria da Relatividade (Física)<sup>3</sup>; da “teoria da interação”, entendida como Física (interação de partículas subatômicas), ou como Sociologia ou Política, etc.; finalmente, a “teoria da informação” ou “da comunicação”, entendida como Cibernética, comunicação humana (Retórica) ou Física (Termodinâmica, Eletrônica, etc.). Finalmente, será útil reter que tôdas essas teorias, bem como as ciências e disciplinas filosóficas associadas, estão compreendidas no tratamento organicista ou de sistema da moderna Biologia. Não menos útil será reter, também, que essa abordagem unificadora garante não somente a aplicação tranquila e frutífera das Matemáticas a, praticamente, tôdas as Ciências, como também se constitui atualmente o mais poderoso instrumento de trabalho da Filosofia da Ciência.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) MACIEL, J., "Uma Definição Direta do Social", in *Revista de Estudos Políticos e Sociais*, v. 1, nº 1, Recife, 1968; e "A Formalização das Ciências Sociais", idem, v. 1, nº 2.
- (2) BERTALANFFY, L. VON, "General System Theory", George Braziller, New York, 1968.
- (3) Citado por A. KREMPEL, em "La Doctrine de la Relation chez Saint Thomas", Libr. Philosophique J. Vrin, Paris, 1952.
- (4) BERTALANFFY, L. VON, ob. cit.
- (5) WIENER, N., "Cybernetics", M. I. T. Press & John Wiley and Sons, New York, 1961.
- (6) WIENER, N., ob. cit.
- (7) WIENER, N., ob. cit.
- (8) SHANNON, C. & WEAVER, W., "The Mathematical Theory of Communication", University of Illinois Press, Urbana, 1962.
- (9) BERTALANFFY, L. VON, ob. cit., especialmente p. 12.
- (10) WHITEHEAD, A. N., "Process and Reality-An Essay in Cosmology", Cambridge, 1925; "Nature and Life" (1934).
- (11) MESAROVIC, M. D., "Views on General Systems Theory", *Proceedings of the Second Systems Symposium at Case Institute of Technology*, John Wiley & Sons, New York, 1964.
- (12) LANGE, O., "Wholes and Parts", Pergamon Press, Londres, 1962.
- (13) ASHBY, R., "An Introduction to Cybernetics", Chapman & Hall, London, 1956.
- (14) RUSSELL, B. e WHITEHEAD, A. N., "Principia Mathematica", Cambridge, 1960, Vol. I, Chapter II, pp. 37-38 e ss.
- (15) Citado por SOKOLOWSKI, R., in "The Logic of Wholes and Parts in Husserl's Investigations", *Philosophy and Phenomenological Research*, Vol. XXVIII, no. 4, June, 1968, pp. 537-553.
- (16) ASHBY, R., ob. cit.
- (17) GRENIEWSKI, H., "Cibernética sin Matemáticas", Fondo de Cultura Económica, Mexico, 1965.
- (18) ARISTÓTELES, "Organon", Vol. I, "Das Categorias", E. M. Edghill, London, 1952.
- (19) HESSEN, J., "Teoria do Conhecimento", Arménio Amado, Coimbra, 1964.
- (20) MACIEL, J., ob. cit. ("A Formalização etc."), p. 365.
- (21) NEUMANN, J. VON & MORGENSTERN, O., "Theory of Games and Economic Behaviour", Wiley & Sons, New York, 1944.
- (22) Citado em "Footnotes on the Philosophy of Biology", MAYR, E., in *Philosophy of Science*, Vol. 36, no. 2, 1969, pp. 197-202.