

ARTIGO

## Visão complexa para uma forma complexa de agir Complex vision for a complex form of action

**Maria Cecília de Souza  
Minayo**

*Centro Latino-Americano  
de Estudos de Violência e  
Saúde Jorge Careli, Escola  
Nacional de Saúde Pública  
Sergio Arouca, Fundação  
Oswaldo Cruz (ENSP/FIO-  
CRUZ), Rio de Janeiro, RJ,  
Brasil  
cecilia@claves.fiocruz.br*

**José Júlio Martins  
Tórres**

*Universidade de Fortaleza  
(UNIFOR), Fortaleza, CE,  
Brasil  
juliotorres@unifor.br*

### RESUMO

Este artigo contém uma introdução à abordagem científica denominada “pensamento complexo”, complementa a visão tradicional e racionalista da ciência, oriunda do século XVII. Os autores mostram que coexistem hoje várias formas de se pensar a produção de conhecimento. Evidenciam também que a forma com que se organiza essa produção tem muito a ver com a própria organização da sociedade, da economia e do trabalho. Por exemplo, a ciência tradicional se desenvolveu a partir da lógica da revolução industrial. Já o pensamento complexo é fruto tanto das transformações sociais como de descobertas científicas atuais e relevantes na Física, na Matemática, na Biologia, na Cibernética e nas Ciências Sociais. O texto termina mostrando que a visão complexa da ciência é fundamental para transformar as formas de pensar e de agir em saúde, particularmente, para a vigilância sanitária, para a formação de pessoas e para a gestão dos serviços.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pensamento científico; Teoria da Complexidade; Ciência tradicional; Racionalismo

### ABSTRACT

This article contains an introduction to the scientific approach called “complex thought” that complements the traditional view of science and rationalism, coming from the seventeenth century. The authors show that coexist today several ways of thinking about knowledge production. Also show that the way that production is organized has a lot to do with the very organization of society, economy and labor. For example, the rationalist science has developed from traditional logic of the industrial revolution. Already, complex thinking is fruit of contemporary social changes and relevant scientific discoveries in physics, mathematics, biology, cybernetics and social sciences. The text ends by showing that the complex view of science is essential to transform the ways of thinking and acting on health, particularly for surveillance, to train people and for the management of services.

**KEYWORDS:** Scientific thought; Theory of complexity; Traditional science; Rationalism



## Introdução

O vocabulário científico atual cada vez mais vem incorporando termos como interdisciplinaridade, multidisciplinaridade, transdisciplinaridade, interprofissionalidade, multiprofissionalidade, interfaces e interrelações, indicando a busca por conhecimentos, análises e ações menos pontuais e menos unívocas, que mostrem os fenômenos em suas várias dimensões e conexões. Essa busca tem a ver com vários tipos e níveis de transformações: mudanças econômicas, políticas e sociais trazidas na esteira da revolução no mundo da informação e da comunicação; compressão da noção de tempo e espaço; e certo mal-estar em relação à ciência parcelizada que tomou corpo a partir do século XVII, no contexto da modernidade industrial. Tais movimentos transformadores vêm criando uma nova visão a que se costuma denominar “pensamento complexo”, corroborada por várias teorias em desenvolvimento nos campos da Física, da Biologia, da Cibernética e das Ciências Sociais e Humanas. Também no âmbito da produção científica e da prática da Vigilância Sanitária essa necessidade vem se impondo, uma vez que a Vigilância Sanitária é um campo de observação e de atuação que só pode ser eficaz se articular adequadamente conhecimentos da Biologia, da Farmacologia, da Química, das Ciências Sociais e da Administração.

Abordagens complexas seriam impensáveis no âmbito do racionalismo científico, embora a junção ou a articulação de saberes sempre tenha ocorrido na prática de pesquisa, ainda que não de forma epistemologicamente reconhecida. Até hoje, e em geral, os cientistas tradicionais tendem a desqualificar as novas formas de pensamento, aferrados que estão ao paradigma do século XVII. Na atualidade, o desenvolvimento econômico e social que incorpora mais de 60% de conhecimento científico e tecnológico - e esse percentual vem se intensificando no século XXI - exige combinações de disciplinas e intercessão com outras formas de saber, um desafio que foi gestado no seio da própria ciência tradicional.

Os termos para se referir ao pensamento complexo são vários: “teoria dos sistemas complexos”<sup>1</sup>; “teoria dos sistemas dinâmicos”<sup>2</sup>; “teoria das estruturas dissipativas”<sup>3,4</sup>; “teoria da complexidade e de auto-organização dos seres vivos”<sup>5</sup>; “redes autopoieticas”<sup>6</sup>; e “sistemas sociais autopoieticos”<sup>7</sup>. Muitos dos cientistas que criaram esses conceitos dentro da Física, da Química, da Biologia, da Cibernética e das Ciências Sociais e Humanas ultrapassaram os limites de suas disciplinas e desenvolveram um pensamento filosófico que fundamenta suas propostas.

Dois pontos precisam ficar claros nesta introdução: (1) o pensamento complexo não é uma negação da ideia de disciplina. É importante lembrar que o conhecimento científico tradicional, fundado na divisão disciplinar, propiciou e continua a propiciar progressos importantes para a ciência e para a sociedade. O que se aborda aqui é que até o desenvolvimento disciplinar pode ser pensado de forma complexa, de modo a integrar (e não a repelir) as inter-relações dentro do próprio

campo e com outros saberes, como é caso da articulação entre filosofia, arte e mundo da vida<sup>8</sup>. Na verdade, qualquer abordagem disciplinar, embora marcada por uma racionalidade simplificadora, sempre teve uma constituição complexa, seja quando confronta técnicas, empiria, relação com o contexto, papel da imaginação e racionalidade da verificação, seja quando observa sua contingência dentro do contexto histórico e social em que é desenvolvida<sup>9</sup>; (2) há muitas formas de se observar a complexidade de um fenômeno como, por exemplo, quando se realiza a triangulação de técnicas, de métodos e de conceitos. E, igualmente, é importante ressaltar que a interdisciplinaridade gera um saber mais complexo que o da unidisciplinaridade, pois trabalha com múltiplas intercessões do conhecimento:

*“a ciência é intrinsecamente, historicamente, sociologicamente, eticamente complexa. (...) É dessa complexidade que se desviam os cientistas burocratizados ou formados de acordo com as formas clássicas de pensamento (...) que não conseguem conceber que existam disciplinas que possam se coordenar em volta de uma concepção organizadora comum” (p. 8)<sup>9</sup>.*

No entanto, a maioria dos autores referenciais citados ressaltam a importância de ir além das disciplinas e da combinação entre elas, quando estão marcadas pela lógica da racionalidade tradicional.

Este texto é despretensioso. Visa apenas a uma introdução ao tema e tem caráter reflexivo. Apresenta-se uma exposição das principais características da ciência tradicional, do pensamento complexo e das possibilidades de aplicação dessa forma de pensar e atuar, na formação de pessoas e de gestores na área da saúde. Como quase tudo que tem sido produzido sobre as teorias dos sistemas complexos, este artigo se apoia em várias produções anteriores e se propõe a introduzir a abordagem a partir de alguns argumentos de autores seminais, como Bertalanffy, 1972<sup>1</sup>; Prigogine, Stengers, 1996<sup>3</sup>; Prigogine, 2003<sup>4</sup>; Atlan, 1979<sup>5</sup>; e Luhmann, 2006<sup>7</sup>.

## Método

Este é um artigo teórico que faz uma leitura direcionada a partir de trabalhos de alguns pensadores, sobre a teoria dos sistemas complexos, em complemento aos princípios da ciência tradicional. Ele será dividido em três partes: rápida descrição da visão mecanicista-mercadológica de mundo; avanço dos estudos dos sistemas complexos; e questões sobre como pensar a formação de pessoas e a gestão a partir dessa “nova ciência”. O termo “nova ciência” é aqui entendido não como o nascimento de uma disciplina e, sim, como uma forma diferenciada de se abordar a realidade e de se atuar sobre ela. Conforme Luhmann (2006)<sup>7</sup>, a teoria dos sistemas complexos é importante para se observar e se descrever a realidade. E poder-se-ia completar: também é fundamental para se mudarem as práticas sociais.

São os seguintes os principais autores mencionados nesta argumentação:



(1) Karl Ludwig Von Bertalanffy, um biólogo nascido na Áustria em 1901 e que desenvolveu estudos sobre a Teoria Geral dos Sistemas (1972), nos Estados Unidos, a partir de 1920. Esse autor faz uma crítica contundente à visão cartesiana do mundo e à visão fragmentada da ciência. Toda a sua concepção é de que existe uma relação sistêmica e de estrutura hierárquica nos seres vivos de forma que a base são os átomos e as moléculas, enquanto o topo são as organizações sociais e políticas. Existe uma interação entre elas, mas as últimas nunca podem ser reduzidas às primeiras.

(2) Ilya Prigogine, um químico-filósofo que nasceu em Moscou em 1917 e viveu na Bélgica, onde faleceu em 2003. Recebeu o Prêmio Nobel por seus estudos em termodinâmica de processos reversíveis e pela formulação da teoria das estruturas dissipativas. Seu trabalho faz uma ponte entre as ciências naturais e as ciências sociais, entre a teoria dos sistemas e a termodinâmica. Desenvolveu conceitos importantes para a teoria da complexidade, como o indeterminismo dos sistemas não lineares, o problema da incerteza, da instabilidade, da auto-organização e da autorregulação dos sistemas vivos.

(3) Henri Atlan, biólogo molecular e filósofo, nasceu na Argélia em 1933 e ainda trabalha como Professor e Pesquisador da École de Hautes Études em Sciences Sociales de Paris. Tem vários trabalhos sobre os sistemas complexos de auto-organização dos seres vivos. Seus estudos contemplam desde o comportamento das células até as sociedades humanas.

(4) Edgar Morin, nasceu na França em 1921, é antropólogo, sociólogo e filósofo, continua como Professor emérito do Centre National de la Recherche Scientifique em Paris e tornou-se um grande pensador da teoria da complexidade para as áreas de Ciências Sociais e Humanas.

(5) Niklas Luhmann, nasceu na Alemanha em 1927 e lá morreu em 1998, sendo considerado um dos mais importantes representantes da Sociologia alemã, junto com Habermas (1987)<sup>9</sup>. Luhmann elaborou um tipo específico de teoria e método para analisar a sociedade como um sistema autopoiético. Sua contribuição mais significativa é a renovação da teoria dos sistemas, baseada numa mudança paradigmática fundamental: passar da distinção do todo e das partes para a distinção de sistema e entorno, tendo como referência o conceito de complexidade. A relevância desse conceito se faz presente em diversas partes de sua teoria.

## Discussão

Para Castells (1999)<sup>10</sup>, a humanidade está passando por uma mudança de época, saindo do industrialismo e entrando no tempo do informacionalismo, no qual passam a predominar a informação, o conhecimento e a comunicação. De acordo com Silva, Peláez e Romero (2001)<sup>11</sup>, existem três visões de mundo em conflito no contexto da atual mudança de época: visão mecanicista de mundo, visão econômica de mundo e visão holística de mundo.

### 1. Visão mecanicista de mundo

Desde o século XVII, a metáfora mecanicista tem sido dominante para o entendimento da natureza, da sociedade e das organizações. O marco conceitual dessa visão de mundo – o racionalismo científico – concebeu uma realidade objetiva e governada por leis físicas e matemáticas exatas. Para isso muito contribuíram as teorias de Descartes (que viveu entre 1596 e 1650) e as teorias de Newton (1645-1727), que legitimaram o mecanicismo e validaram suas implicações: linearidade, monocausalidade, determinismo, reducionismo e imediatismo. A Física newtoniana se ligam as ideias de universo determinista e a redução dos objetos de conhecimento a causas últimas. Descartes, por sua vez, propugnou o desenvolvimento de uma matemática universal, capaz de unificar os diferentes campos do conhecimento, sob o argumento de que tudo poderia ser derivado de causas primeiras<sup>12</sup>. A ordem matemática corresponderia à ordem natural das coisas com suas leis simples, imutáveis e universais.

É importante assinalar que a visão mecanicista da ciência e do mundo corresponde, historicamente, à revolução e ao desenvolvimento do capitalismo industrial em que se privilegiavam (e na maioria dos casos ainda se privilegia) a produção em massa, a divisão espacial do trabalho, a uniformidade e a padronização dos produtos, a organização vertical dos processos e dos trabalhadores, a divisão de trabalho parcelizada, a especialização das tarefas, a rigidez organizativa e o consumo de massa. Esse modo de produção ocorreu *pari passu* com o desenvolvimento do Estado-Nação, regulador da produção e do trabalho e, sobretudo na Europa, promotor do bem-estar social. Por conta disso, a tecnociência passou a ser um fator de transformação para aumentar a eficiência produtiva, levando à especialização científica, descontextualizada e desvinculada dos valores humanos, gerando uma “ciência para a eficiência”<sup>11</sup>.

Dentro da concepção mecanicista da ciência sempre foram importantes alguns pressupostos: (1) admitir para as coisas somente causas que sejam verdadeiras, observáveis e bastem para explicar os fenômenos; (2) aos efeitos naturais de fenômenos da mesma espécie correspondem as mesmas causas; (3) o universo é ordenado e harmônico, podendo ser descrito por leis elegantes e simples, sendo a simplicidade ontológica o princípio básico dessa epistemologia; (4) o exercício investigativo consiste na pura representação da matéria, não devendo existir nenhum desnível substancial entre o pensamento e a realidade. Descartes (1980)<sup>12</sup> argumentava que há uma medida exata das coisas a ser conferida por meio das seguintes regras básicas: (1) verificar se existem evidências reais e indubitáveis acerca do fenômeno a ser pesquisado; (2) dividi-lo ao máximo em suas unidades mais simples para estudá-las por parte; (3) agrupar novamente as unidades estudadas em um todo verdadeiro; e (4) enumerar todas as conclusões e princípios utilizados, a fim de se manter a ordem do pensamento.

Como consequência da concepção mecanicista, aconteceu uma fragmentação da ciência que se subdividiu numa infinidade



de campos de conhecimento e disciplinas e se tornou cada vez mais especializada e mais surda ao senso comum e ao mundo da vida (Habermas, 1987)<sup>8</sup>. Da mesma forma, a pretensa objetividade científica gerou um fechamento disciplinar dos parâmetros internos de fidedignidade e autonomia, acompanhados por uma indiferença generalizada em relação a critérios éticos e morais, pois, dentro dessa visão valores são vistos separados dos fatos e obstáculos a serem superados na construção de uma ciência neutra. Morin (2003)<sup>13</sup> comenta que o divórcio da razão e emoção - simbolizado no divórcio da ciência e da arte, da filosofia e do mundo da vida - é o maior responsável pelo distanciamento da ética em pesquisa.

A visão mecanicista de mundo afetou profundamente todas as áreas de conhecimento e foi corroborada pelo desenvolvimento tecnológico por ela propiciado e pela filosofia positivista, que tomou corpo no século XIX, através de pensadores importantes, como Augusto Comte (1803)<sup>14</sup>, cujas obras, entre as quais "Plano de trabalhos científicos para reorganizar a sociedade" (publicada em 1822) e "Curso de Filosofia Positiva", (publicada em 1830), foram divulgadas na Europa e em várias partes do mundo. Seu ideário se expressou não apenas na prática científica como também na ação social. No Brasil a filosofia positivista influenciou as ideias dos primeiros republicanos e o lema "Ordem e Progresso", escrito na bandeira nacional, é fruto dessa ideologia.

Em resumo, o pensamento mecanicista se configura a partir de premissas como: ordem das coisas, regularidades e leis universais, tendo apenas a matemática como base de qualquer conhecimento e de qualquer possibilidade de sistematização do real. A máquina e o relógio são as metáforas perfeitas dessa cosmovisão que teve sustentação histórica no desenvolvimento industrial marcado pelos processos de produção rígidos, cronometrados, parcelizados e hierarquizados.

## 2. Visão econômica de mundo

No final dos anos 1970, com a revolução econômica apoiada na Tecnologia da Informação, uma nova versão para a visão mecanicista de mundo tornou-se patente. A metáfora da máquina foi substituída pela do mercado, fazendo surgir a visão econômica de mundo. Além do capital tangível, passou a existir o capital intangível representado pela informação. As organizações continuaram funcionando como máquinas, mas relacionando-se como provedoras do mercado global. As pessoas passaram a ser consideradas como "capital humano", ou seja, como um fator de produção, ou como "capital intelectual", ou seja, como mercadoria.

Aprofundou-se a visão segundo a qual o mundo passou a ser considerado como um grande mercado sem sociedades - no qual as transações comerciais prevalecem sobre as relações sociais - constituído por investidores, provedores, produtores, processadores, competidores, vendedores e consumidores, numa contínua luta pela sobrevivência. A tecnociência passou a ser concebida e utilizada como provedora de processos, produtos e serviços para aumentar a competitividade, seguindo uma racionalidade econômica cada vez mais dirigida

para o lucro, tornando-se assim um tipo de "ciência para a acumulação" (Silva, Peláez, Romero, p. 9)<sup>11</sup>.

A visão mecanicista e a visão econômica têm características muito semelhantes e se complementam. Na realidade poder-se-ia dizer que a primeira está a serviço da segunda, ou seja, a visão mecanicista está a serviço do mercado. Por isso, neste trabalho essas duas visões passam a ser integradas com o nome de visão mecanicista-mercadológica de mundo.

## 3. Visão complexa para pensar os objetos científicos e para agir

A visão de mundo a que Silva, Peláez, Romero (2001)<sup>11</sup> denominaram "holística", neste trabalho será chamada de visão complexa de mundo, por conta das teorias que lhe dão suporte.

Desde os primeiros anos do século XX, mais particularmente nos últimos decênios, o paradigma da ordem, da simetria, da regularidade, da adequação do intelecto às coisas entrou em crise. Isso se deve, em grande parte, à inadequação dessa forma de pensamento às mudanças que vêm ocorrendo na sociedade como um todo, incluindo-se o campo científico. Da mesma forma que a visão mecanicista-mercadológica de mundo está vinculada ao desenvolvimento social e econômico da revolução industrial e da revolução econômica, o pensamento complexo se associa às mudanças da chamada "terceira revolução", ou seja, às transformações na área da comunicação e da informação que acabaram por provocar uma compressão do tempo e do espaço (Harvey, 2001)<sup>15</sup>, e também ao surgimento de estudos sobre a Teoria do Caos (Briggs, Peat, 2000)<sup>16</sup>; Gleick, 1989<sup>17</sup>; Lorenz, 1996<sup>18</sup>), a Teoria dos Fractais (Mandelbrot, 1983)<sup>19</sup>; Zimmerman, Hurst, 1993<sup>20</sup>), a Teoria das Catástrofes (Thom, 1989)<sup>21</sup> e a Lógica *Fuzzy* (Kosko, 1995)<sup>22</sup>, dentre outras. Esse conjunto de formas de pensamento leva o nome de Teoria da Complexidade, segundo a qual a realidade é considerada composta de múltiplas dimensões interconectadas em que tudo está tecido junto, embora cada coisa tenha sua distinção.

Nesse universo contemporâneo, a que muitos denominam "pós-industrial" (Kumar, 1997)<sup>23</sup>, "pós-moderno" (Kumar, 1997<sup>23</sup>; Harvey, 2001<sup>15</sup>), "sociedade da informação" (Castells, 1999)<sup>10</sup>, "modernidade reflexiva" (Giddens, 1997)<sup>24</sup>, "modernidade líquida" (Bauman, 2001)<sup>25</sup>, "hipermodernidade" (Lipovetsky, 2004)<sup>26</sup>, vem ocorrendo um turbilhão de inovações que vai desde as formas e os meios de produção material até as construções mentais e simbólicas que enredam os indivíduos. Não apenas a ciência vem tomando outro rumo como o modo de produção tradicional deu lugar, no capitalismo contemporâneo, a termos como: integração espacial, simultaneidade de tempo-espaço, organização horizontal, redução da porosidade do tempo, foco em inovações, flexibilidade na organização do trabalho, investimento no trabalhador multifuncional e com corresponsabilidade pela produção e individualização do consumo, dentre outros.

Esse movimento voltado para um pensamento social e científico mais complexo e dinâmico teve vários prenúncios, pois foi a própria ciência tradicional quem o provocou, passando a ser, recursivamente, desafiada por ele "como incitamento para pensar (...) como desafio inevitável que o real lança ao espírito



(...) pois a ambição da complexidade é reatar articulações que são destruídas pelos cortes entre disciplinas, entre categorias cognitivas e entre tipos de conhecimento” (p.137-138)<sup>13</sup>. No entanto, mesmo sendo capaz de observar e descrever as muitas conexões nos fenômenos e entre eles, o pensamento complexo não é totalitário. Ao contrário, ele é, ao mesmo tempo em que compreende a multidimensionalidade dos processos e dos sistemas, uma consciência da incompletude e da incerteza que os regem (Prigogine, Stengers, 1996<sup>3</sup>, Prigogine, 2003<sup>4</sup>; Luhmann, 2006<sup>7</sup>).

No campo científico, muitos estudiosos consideram que a primeira mudança importante no paradigma tradicional data de 1905 com a publicação de três artigos de Albert Einstein: o primeiro, sobre o movimento browniano, provando matematicamente a existência do átomo a partir do movimento caótico de grãos de pólen sobre um líquido; o segundo, explicando o efeito fotoelétrico e demonstrando que a luz não é somente onda, mas também partículas; o terceiro, lançando a teoria da relatividade, alterando a visão sobre espaço e tempo. Ora, como lembra Boaventura Santos (2000)<sup>27</sup>, referindo-se à Teoria Geral da Relatividade de Einstein, não havendo simultaneidade universal, o tempo e o espaço absolutos (tal como concebido por Newton) deixam de existir. No entanto, o trabalho de Einstein não desqualificou a física newtoniana; complementou-a e relativizou-a, evidenciando que não existe apenas uma perspectiva para se explicar a realidade.

A segunda grande mudança veio com a Física Quântica (Nóbrega, 1996),<sup>28</sup> que demonstrou haver no interior dos átomos muito mais espaço vazio do que matéria, e que a matéria não existe somente em pontos físicos determinados. O “princípio da incerteza”, formulado por Werner Heisenberg em 1930, evidenciou que a realidade é imprecisa e imprevisível, uma vez que a matéria não tem consistência em si. O que lhe dá corpo são as conexões entre os componentes, ou seja, seus relacionamentos. Os estudos de Física Quântica evidenciaram também que o observador faz parte da realidade observada e que esta emerge do relacionamento entre o sujeito observador, a observação e o objeto ou fato observado.

A terceira grande mudança ocorreu com a decodificação do DNA por James Watson e Francis Crick em 1953 (Ferreira, 2003)<sup>29</sup>, segundo os quais o que impulsiona o universo é a informação que corre em todas as manifestações das formas de vida. Ou seja, a matéria, a energia e os relacionamentos no universo são, respectivamente, meios de armazenamento, de transporte e de multiplicação de dados para a geração de novas informações. E mais, da informação se gera matéria, energia, relacionamentos, mais informação e conhecimento.

A quarta e última grande mudança do século XX foi o surgimento do que se convencionou chamar de Teoria da Complexidade, que na realidade é um complexo de teorias surgidas a partir de meados dos anos 1960, das quais se destacam a Teoria do Caos, Teoria dos Fractais, Teoria das catástrofes e Lógica *Fuzzy*.

Em suas várias formas, a Teoria da Complexidade veio mostrar a interdependência essencial de todos os fenômenos

ou o que Fritjof Capra (1996)<sup>30</sup> chama de Visão Ecológica Profunda. Segundo ele, todos os seres vivos estão encaixados nos processos cíclicos da natureza. O ser humano constitui um finíssimo fio dessa rede universal, a que ele denomina “Teia da Vida”. Capra ressalta que a mais óbvia característica de qualquer rede é a sua não linearidade e a dialógica que substitui a visão de hierarquia das teorias científicas tradicionais. A realidade, do ponto de vista da teoria da complexidade, é definida, essencialmente, pelos relacionamentos e pela dinâmica dos processos. Cada ser vivo está relacionado, afetado e é afetado pelas ações e pelas reações de todos os demais.

As palavras-chave das várias teorias dos sistemas complexos são (1) comunicação, interação e interdependência e interconexão (Morin, 2003)<sup>13</sup>; (2) visão perspectivista, o que inclui a possibilidade de múltiplas interpretações e exclui a ideia de verdade única (Morin, 2003<sup>13</sup>; Prigogine, Stengers, 1996<sup>3</sup>; Prigogine, 2003<sup>4</sup>); (3) senso de historicidade, o que é ressaltado por Prigogine quando chama atenção para o que denomina “seta do tempo” (2003), indicando o movimento e a provisoriade dos seres vivos que se constituem como sistemas autônomos, em rede e em interação, sendo passíveis de fazer escolhas e seguir vários caminhos de possibilidade no decorrer de sua existência; (4) hierarquia sistemática que, na perspectiva de Bertalanffy (1972)<sup>1</sup>, deve ser entendida a partir da ideia de um sistema global dos seres vivos, organizados dos menos complexos (moléculas e células) até os mais complexos (sistemas sociais e políticos). Por exemplo, os seres humanos podem ser descritos nos diversos âmbitos em que eles se exprimem, do molecular ao político, através das diferentes leis específicas a cada âmbito investigado e por disciplinas que vão da biofísica às ciências humanas e sociais, de forma a integrar as descobertas relativas a cada âmbito com as do âmbito mais abrangente (Atlan, 1979<sup>9</sup>; Alessandrowics, 2009<sup>31</sup>; Minayo, 2011<sup>32</sup>); (5) auto-organização e autorregulação, uma vez que novas estruturas podem emergir da própria dinâmica dos elementos que as conformam. Por isso, o significado dos processos dinâmicos dos seres vivos não constitui uma propriedade deles, mas é resultante da interação entre eles e seus próprios elementos, bem como entre eles e seu contexto (Atlan, 1979<sup>9</sup>; Alessandrowics, 2009<sup>31</sup>).

No desenvolvimento de sua teoria geral de sistemas, Bertalanffy (1972)<sup>1</sup> recusou a ideia de disciplinas e ressaltou o sentido de totalidades constituídas no interior da organização dos fenômenos. Mas, esse autor recomendou que a compreensão dos sistemas vivos e complexos precisa ser alcançada sem a redução dos fenômenos, sem a transferência ingênua dos conceitos, sem transposição de modelos de uma área para outra e sem buscar semelhanças superficiais. O que se deve buscar é a visão interativa de um fenômeno formado por estruturas e elementos que se comunicam e se retroalimentam.

Num resumo dos principais elementos que conformam a teoria da complexidade, Morin (2000)<sup>9</sup> faz um convite a caminhar numa avenida com várias pistas de sinalização, que aqui são descritas, com o intuito de colaborar para que o pesquisador e o gestor contrastem a visão simplificadora com um olhar mais complexo:



1. Existe uma irredutibilidade do acaso e da desordem no universo, na existência de todos os seres vivos e nos processos sociais e humanos. Existe uma relação complementar entre ordem, desordem e organização. O princípio da ordem a partir da desordem significa que fenômenos ordenados podem nascer de uma agitação ou turbulência e que acaso e desordem não são um mal, pois contribuem para novas formas de auto-organização. Essa ideia se opõe ao sentido determinista com que se pensava o mundo, a sociedade e a verdade científica.
2. Existe uma união, uma relação entre o que é universal e o que é singular nos seres vivos. A vida, da qual todos compartilham, tem sua expressão singular num átomo, numa molécula, numa célula, num indivíduo, conformando, ao mesmo tempo, um “sistema” que reúne todos os elementos e culmina na complexidade dos processos sociais e políticos.
3. Existe complexidade em todos os sistemas vivos. Qualquer organização constitui uma unidade e simultaneamente uma multiplicidade, e a unidade não se dissolve no todo, mas o contém. Nesse sentido, o todo é ao mesmo tempo mais e menos que as partes. Mais, porque ele faz surgir qualidades que não existiriam sem a organização. Menos, porque cada parte tem sua singularidade e especificidade que não é somada quando se observa o todo.
4. Vigência do princípio hologramático. Num holograma, a imagem física, que contém cor, relevo e presença, depende do fato de que cada um dos seus pontos contenha o conjunto da informação do todo que ele representa: por exemplo, cada célula humana inclui a informação genética de uma pessoa, assim como o todo da sociedade está presente no indivíduo.
5. A organização dos seres vivos ocorre de maneira recursiva, como num efeito de reciprocidade. Ou seja, os efeitos das ações provocam novos efeitos e novas ações, numa dinâmica já descrita no século XVII por Pascal: “sendo todas as coisas causadas e causadoras, ajudadas e ajudantes, mediata e imediatamente, e todas se relacionando por um vínculo natural e insensível que ligas as mais afastadas e mais diferentes, creio ser tão impossível conhecer as partes sem conhecer o todo como conhecer o todo sem conhecer particularmente as partes” (Pascal, 2005, frase nº 73)<sup>33</sup>. Isso ocorre em todas as organizações dos seres vivos. Por exemplo, uma sociedade é produzida pelas interações entre os indivíduos, que, por sua vez, organizam a sociedade, desfazendo as antigas noções de causa-efeito lineares.
6. Crise dos conceitos delimitados e claros, numa ruptura com a ideia cartesiana de clareza e distinção das ideias como sinônimo de verdade, e problemas científicos com as demarcações absolutas que separam sujeito, objeto e ambiente.
7. Valorização do observador a de sua observação na produção científica, de maneira a integrar a forma com que ele observa na concepção do problema e no estudo dos resultados que pesquisa. Nesse sentido, diz Morin: “a teoria, qualquer que ela seja e trate do que tratar, deve relatar o que torna possível a sua produção. E se ela não pode relatá-lo, deve saber que esse problema permanece em aberto” (2000, 145)<sup>9</sup>, pois a ciência se desenvolve não só por causa do que há nela de científico, como também através daquilo que há nela de não científico e do erro.
8. Inclusão dos paradoxos e das contradições na observação dos fenômenos. Na ciência clássica a contradição era o alarme quanto a um erro científico. Na perspectiva do pensamento complexo, a contradição se integra de forma complementar ao conjunto das informações.  
Morin (2000)<sup>9</sup> assinala que a complexidade chega como um nevoeiro, como uma confusão, como uma incerteza. Portanto, ela é um obstáculo e um desafio. No caso das análises sociológicas (ou de saúde pública), é importante chamar atenção para a necessidade de se compreender o sistema social e o sistema psíquico de forma integrada, assim como todo o ambiente que o influencia e é influenciado por ele. Luhmann (2006)<sup>7</sup> apresenta a necessidade de se “reduzir” o campo de observação, não no sentido de dividi-lo em partes, como no caso da ciência mecanicista, mas para vê-lo em suas interconexões, interações e recursividade específicas.  
Nessa visão de mundo, a tecnociência é um processo facilitador de mudança e desenvolvimento, a partir de um compromisso com a totalidade, levando em consideração o contexto de sua aplicação e as implicações dessa aplicação, gerando uma “ciência com consciência, para a sociedade e para a vida no Planeta” (Silva, Peláez, Romero; 2001, p.11)<sup>11</sup>.

### Derivações para a formação de pessoas e para a gestão

Dentro da conceituação tradicional de ciência e de organização social, calcada na visão mecanicista-mercadoológica de mundo, o foco da formação das pessoas está no investimento na sua capacidade para exercer tarefas e se integrar de forma obediente a determinada função dentro da estrutura em que se insere. Por sua vez, a instituição na qual o sujeito trabalha é estruturada hierarquicamente em unidades distintas e organizada em conformidade com o conjunto de tarefas específicas executadas em cada uma. As expressões “recursos humanos”, “capital humano” e “capital intelectual” também vêm desse tipo de visão de mundo, para se referirem a pessoas e profissionais, contados como elementos a serem preparados e adequados para o manejo das máquinas e para “tocar os serviços” a serviço do mercado e do lucro, e não como co-criadores dos objetos e dos processos com os quais trabalham e em intercessão com os quais crescem e ampliam sua inteligência e capacidade.



O conceito de gestão está associado à busca de maior produção e produtividade sob os ditames da racionalização: eficiência mecânica, controle, predição e quantificação. Busca-se, com isso, o maior retorno econômico, sob as leis do mercado, tendo o lucro como critério para a tomada de decisão.

Figura 1. Visão mecanicista-mercadológica de mundo



Elaborada a partir de ideias apresentadas por Silva, Peláez, Romero (2001)<sup>11</sup> e de Ellinor, Gerard (1998)<sup>34</sup>.

Uma imagem dessa forma de pensar e de organizar se encontra na figura que segue (Figura 1).

Por sua vez, para que os resultados previstos sejam obtidos, os líderes são revestidos de poder de comando e controle e se consideram o cérebro da organização, passando a controlar também a qualidade. As demais pessoas devem fazer o que lhes for mandado. Com o comando e o controle exercidos no topo, o processo decisório funciona de cima para baixo em todos os níveis da hierarquia da organização.

Sair-se bem no mundo mecanicista significa ter a eficiência da máquina para conseguir eficácia, num esquema de competitividade e não de cooperação. O investimento é feito apenas nas pessoas que se sobressaem porque têm autodomínio de suas emoções, ou seja, agem como máquinas. Os acontecimentos são vistos simplesmente numa relação estrita de causa e efeito, seguindo um pensamento linear, imediato e voltado para o lucro. Os dados são analisados e são feitas projeções proporcionais para resultados futuros. Busca-se sempre a resposta certa ("the best way") para os problemas, como se existisse somente uma, ou a que dá mais lucro. E tudo deve ser determinado objetivamente. Assim ocorre, porque as organizações são concebidas como um conjunto de partes (centros de custo e centros de resultado) cada vez mais subdivididas para serem hierarquicamente controladas. Por exemplo, quando se detecta que algo não está funcionando bem, localiza-se a parte com problema, que é substituída, eliminada ou, quando ela é imprescindível, investe-se nela para que se reintegre de forma a não trair os princípios hierárquicos.

Entretanto, os principais pensadores citados (Atlan, 1979<sup>5</sup>; Bertalanffy, 1972<sup>1</sup>; Morin, 2000<sup>13</sup>; Prigogine, 2003<sup>4</sup>) neste texto

argumentam que para se alcançar uma visão complexa dos fenômenos é preciso realizar mudanças na visão de mundo do sujeito cognoscente – seja ele do campo acadêmico, seja um profissional ou um gestor –, de forma a retirá-lo da zona de conforto do saber parcelizado e da resposta causa-efeito. Assim, entende-se que no âmbito das organizações é importante sair do paradigma reducionista que trata as pessoas como recursos ou como capital, isolando os talentos humanos em níveis hierárquicos. Uma organização é complexa em todos os seus âmbitos e, nela, cada colaborador tem o seu valor, porque cada um sabe onde e como as coisas estão acontecendo na prática. Em todas as áreas e, em particular, do ponto de vista educacional e organizacional, é importante deixar que as propriedades e valores emergentes e potenciais do todo, das partes e dos relacionamentos entre as partes e entre estas e o todo possam se manifestar.

Nesse sentido, na visão complexa de mundo o foco está no propósito, no relacionamento e no processo, privilegiando o investimento nas pessoas como os talentos humanos com imaginação e capazes de pensar e de criar além do seu conhecimento e experiências prévias. Por sua vez, a organização na qual o sujeito trabalha é estruturada como uma rede fractal autocatalítica, favorecendo um processo responsivo complexo (Stacey, 2002)<sup>35</sup>, distante do equilíbrio e autoestruturante (Prigogine, 2003)<sup>4</sup>, autopoietico (Maturana, Varela, 2001)<sup>6</sup> e caórdico (Hock, 2001)<sup>36</sup>, facilitando a mudança e o desenvolvimento. Para Stacey (2002)<sup>35</sup>, a atenção deve ser direcionada para ações e políticas de mudança organizacional no sentido de favorecer a criação de padrões de relacionamento entre pessoas que propiciem o aprendizado e a criação de processos.

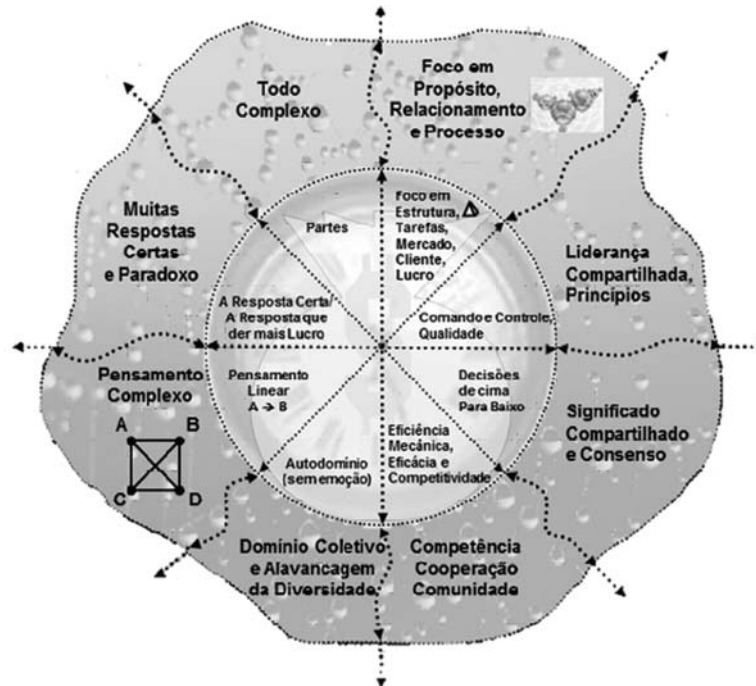
Dentro dessa visão, o conceito de gestão está, portanto, associado à melhoria dos relacionamentos na sociedade sob a compreensão do significado de qualidade de vida. Essa visão diferenciada se pode observar no desenho que segue (Figura 2).

Quando se quer promover a criatividade e a co-evolução nas organizações há que sair de uma estrutura de comando-controle para uma liderança compartilhada e mediada pelo diálogo. Nela se exerce outro tipo de poder, um poder que é mais apropriado para o novo paradigma: poder como influência de outros. As organizações que se movem a partir da teoria dos sistemas complexos substituem a ideia de hierarquia de poder por rede de poder que inclui os mais diferentes participantes. Em lugar da eficiência mecânica e da competitividade – como a exacerbação da competição limitante e destruidora –, entram em cena a competência, a cooperação e o senso de comunidade.

Está provado pelos sistemas pós-fordistas, como é caso do toyotismo (Minayo, 2011)<sup>32</sup>, que, até do ponto de vista capitalista, uma gestão flexível e com interação recursiva e colaborativa funciona muito melhor para o aumento da produção, da produtividade e da qualidade dos produtos. Dentro da concepção de gestão pelo método da complexidade, foge-se à ideia de apenas uma resposta certa e aceita-se que podem existir muitos retornos plausíveis, até paradoxais, contraditórios e complementares que devem ser bem-vindos



Figura 2. Visão complexa de mundo complementando a visão mecanicista-mercadológica de mundo



Elaborada a partir de ideias apresentadas por Silva, Peláez, Romero (2001)<sup>11</sup>, Ellinor, Gerard (1998)<sup>34</sup> e Hock (2001)<sup>33</sup>.

e estimulados. Nesse sentido, ordem, desordem e auto-organização circulam dentro de uma mesma órbita da dinâmica do desenvolvimento organizacional. Os próprios processos e as mudanças são atratores que geram mais complexidade: um movimento puxa outro e o retroalimenta. Cada mudança leva a uma nova perspectiva, pois, como todos os seres vivos, os humanos têm uma capacidade ilimitada para criar novas conexões e significados a partir dos processos caóticos. Essa visão complementa os processos estratégicos frequentemente projetados para reduzir a incerteza e diminuir a complexidade nas organizações. O trabalho de Prigogine e Stengers (1996)<sup>3</sup> mostra que sistemas não podem evoluir - gerar novos padrões - em estados de equilíbrio ou próximos do equilíbrio. E as organizações são tanto mais efetivas e eficazes quanto mais houver sintonia entre a sua razão social, os valores comuns internalizados pelos funcionários que as compõem e representam e as necessidades e aspirações dos atores externos que conformam o ambiente a quem elas servem.

Existe um sentido ético e de corresponsabilidade nesse modelo, seja do ponto de vista organizacional, seja do científico, o que poderá propiciar a um gestor com uma visão complexa de mundo maior possibilidade de ajudar a criar e a utilizar novos processos de gestão que propiciem um desenvolvimento mais adequado dos seus colaboradores e, como consequência, de toda a organização.

## Conclusões

Neste texto, não houve intenção de fazer uma relação direta entre as perspectivas teóricas sobre os sistemas complexos e a prática da vigilância sanitária. Apenas, buscou-

se introduzir uma reflexão que pudesse ser apreciada pelos leitores e devidamente aprofundada pela contribuição de autores seminais e seus divulgadores. Apesar de fugir à aplicabilidade, considera-se que os conceitos da chamada nova ciência podem e devem ser apropriados pelos estudos e pelas práticas da vigilância sanitária, pois eles não só ajudam a pensar e a descrever os complexos processos de articulação interdisciplinar, como o entrosamento das ações programáticas com as necessidades do mundo da vida. A vigilância sanitária em seu nobre escopo de zelar pela saúde da população brasileira não deveria ser nem autoritária nem apenas prescritiva: uma nova forma de poder em rede e em intercomunicação poderia tornar mais ricos os processos e as realizações dos que nela atuam. Ao contrário, o maior veneno que poderia ser inoculado nos pesquisadores e profissionais dessa área seria fazê-los acreditar na sua impotência para tomar rumos mais ousados em suas práticas. Finaliza-se com um incentivo a mais para sua reflexão dessa "Carta às gerações futuras", do grande cientista Prigogine (2000)<sup>37</sup>, em que ele chama atenção para o papel individual dos que apostam nas mudanças e no poder coletivo que se dirige no mesmo sentido:

*Cabe às futuras gerações criar flutuações que determinarão o rumo do evento correspondente à chegada da sociedade da informação. Minha mensagem às futuras gerações, portanto, é de que todos os dados ainda não foram lançados e que o caminho a ser percorrido depois da bifurcação ainda não foi escolhido. Estamos em um período de flutuação no qual as ações individuais continuam a ser essenciais. (...) para a ciência, não existe um evento único, e isso conduziu*





*à ideia de que múltiplos universos podem existir. Por outro lado, o homem é até agora a única criatura viva consciente do espantoso universo que o criou e que ele, por sua vez, pode alterar. A condição humana consiste em aprender a lidar com essa ambiguidade. Minha esperança é de que as futuras gerações aprendam a conviver com o espanto e com a ambiguidade (...) o mundo está em construção e todos podem participar dela (p. 6)<sup>37</sup>.*

## Referências

- Bertalanffy LK. Teoria geral dos sistemas. Petrópolis: Editora Vozes; 1972.
- Birkhoff G. Dynamical Systems. New York: Ed. American Mathematical Society Books; 1927.
- Prigogine I, Stengers E. O Fim das Certezas: tempo, caos e as leis da natureza. São Paulo: UNESP; 1996.
- Prigogine I. O fim da certeza. In: Mendes C, Larreta E, organizadores. Representação e complexidade. Rio de Janeiro: Editora Garamond; 2003. p. 47-68.
- Atlan H. Entre le cristal et la fumée: essai sur l'organisation du vivant. Paris: Seuil; 1979.
- Maturana HR, Varela FJ. A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana. Tradução de Humberto Mariotti e Lia Diskin. São Paulo: Palas Athena; 2001.
- Luhmann N. System as difference. Organization. 2006;13(1):37-57.
- Habermas J. Teoría de la acción comunicativa. I. Madrid: Editorial Taurus; 1987.
- Morin EA. Ciência com consciência. Lisboa: Publicações Europa-América; 2000.
- Castells M. A sociedade em rede: a era da informação: economia, sociedade e cultura. São Paulo: Editora Paz e Terra; 1999.
- Silva JS, Peláez JC, Romero JC. La cuestión institucional: de la vulnerabilidad a la sostenibilidad institucional en el contexto del cambio de época. San José, Costa Rica: Proyecto ISNAR "Nuevo Paradigma"; 2001.
- Descartes R. René Descartes. São Paulo: Editora Abril; 1980. (Coleção os Pensadores).
- Morin EA. A necessidade de um pensamento complexo. In: Mendes C, Larreta E, organizadores. Representação e complexidade. Rio de Janeiro: Editora Garamond; 2003. p. 69-78.
- Comte A. Augusto Comte. São Paulo: Editora Abril; 1980. (Coleção os Pensadores)
- Harvey D. A condição pós-moderna. 10ª ed. São Paulo: Editora Loyola; 2001.
- Briggs J, Peat FD. A sabedoria do caos: sete lições que vão mudar a sua vida. Rio de Janeiro: Campus; 2000.
- Gleick J. Caos: a criação de uma nova ciência. Rio de Janeiro: Campus; 1989.
- Lorenz EN. A essência do caos. Brasília: Universidade de Brasília; 1996.
- Mandelbrot BB. The fractal geometry of nature. New York: Freeman; 1983.
- Zimmerman BJ, Hurst DK. Breaking the boundaries: the fractal organization. Journal of Management Inquiry 1993; 2(4): 334-355.
- Thom R. Structural stability and morphogenesis: an outline of a general theory of models. [s.l.]: Addison-Wesley Pub; 1989.
- Kosko B. Pensamiento borroso: La nueva ciencia de la lógica borrosa. Barcelona: Grijalbo/Mondadori; 1995.
- Kunar K. Da sociedade pós-industrial à sociedade pós-moderna. Rio de Janeiro: Editora Zahar; 1995.
- Giddens A. A vida em uma sociedade pós-tradicional. In: Beck U, Giddens A, Lash S, organizadores. Modernização reflexiva: política, tradição e estética na ordem social moderna. São Paulo: Editora Unesp; 1997. p. 73-135.
- Bauman Z. Modernidade líquida. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editora; 2001.
- Lipovetsky G. Os tempos hipermodernos. São Paulo: Editora Barcarrola; 2004.
- Santos BS. Introdução a uma ciência pós-moderna. Rio de Janeiro: Editora Graal; 1989.
- Nóbrega C. Em busca da empresa quântica. Rio de Janeiro: Ediouro; 1996.
- Ferreira R. Watson & Crack: A história da descoberta do DNA. São Paulo: Odisseus; 2003.
- Capra F. A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. São Paulo: Cultrix; 1996.
- Alessandrowics AMC. Participação e integração: o ponto de vista das teorias de auto-organização. Ciência e Saúde Coletiva. 2009; 14(Supl.10): 1609-1618.
- Minayo MCS. Da inteligência parcial ao pensamento complexo: desafios da ciência e da sociedade contemporânea. Política & Sociedade. 2011; 10(19): 41-56.
- Pascal B. Pensamentos. São Paulo: Paideia; 2005.
- Ellinor L, Gerard G. Diálogo: redescobrimo o poder transformador da conversa. São Paulo: Futura; 1998.
- Stacey RD. Complex responsive process in organization: learning and knowledge creation. London: Routledge; 2002.
- Hock D. Nascimento da era caórdica. São Paulo: Cultrix; 2001.
- Prigogine I. Carta às futuras gerações. Folha de São Paulo. 2000 jan 30; p. 4-7. (Caderno Mais).

**Contribuição dos autores:** ambos os autores trabalharam igualmente na concepção do artigo e no seu desenvolvimento.

Data de recebimento: 24/9/2012

Data de aceite: 3/10/2012