Ozeir Celestino de Lima

Wilkcimara Santiago Silva

**1. Complexidade: conceitos gerais**

A Complexidade, tida como ciência, constitui-se de um conjunto de conceitos que teve origem nas chamadas *hard sciences* (engenharia, tecnologia e ecologia), segundo Giovannini (2002). Também seus conceitos foram difundidos nos campos de outras ciências, como ainda contribuíram para a compreensão das organizações.

Segundo Morin (2001), o nascimento da Complexidade na ciência tinha despontado em meados do século XX. Também, “a Complexidade é um problema, é um desafio, não é uma resposta”. Então, como poderíamos definir o conceito dessa ciência? Morin (2001), “num primeiro sentido, a palavra *complexus* significa aquilo que está ligado em conjunto, aquilo que é tecido em conjunto”. „E é este tecido que se deve conceber‟. „Tal como a Complexidade reconhece a parte da desordem e do imprevisto em todas as coisas, também reconhece uma parte inevitável de incerteza no conhecimento. „É o fim do saber absoluto e total‟. „A Complexidade tem a ver, ao mesmo tempo, com tecido comum e com a incerteza‟.

As compreensões desses autores convergem no sentido de ter a Complexidade como ciência, que teve origem nas ramificações das ciências da engenharia, tecnologia e ecologia ou nas chamadas *hard sciences*. Giovannini (2002) ainda faz menção da contribuição do estudo da Complexidade para outras ciências. Enquanto Morin (2001) procura difundir de forma mais simplificada o conceito dessa ciência.

Segundo Morin (2001, p. 51-52), a Complexidade: “À primeira vista, é um fenômeno quantitativo, a extrema quantidade de interações e de interferências entre um número muito grande de unidades”. Qualquer sistema que tenha a capacidade de auto-organização, um sistema vivo, poderia combinar uma quantidade muito grande de componentes, quer de moléculas num organismo celular, quer de células no organismo.

Mariotti (2011) compreende a Complexidade, não como um simples conceito teórico, mas sim como um fato da vida. Ela corresponde à diversidade, ao entrelaçamento e a continua interação da infinidade de sistemas e fenômenos que constituem o mundo natural. Deve ser entendida também por um sistema de pensamento aberto, amplo e flexível – o pensamento complexo. Tal pensamento configura uma nova perspectiva de compreensão do mundo, que aceita e tenta entender as mudanças contínuas da realidade e não pretende negar a multiplicidade, a aleatoriedade e a incerteza, e sim conviver com elas. Já na percepção de Petraglia (2011, p. 12) o pensamento complexo “é antagônico e complementar; é contraditório e ambivalente, mas constantemente está em transmutação”. Como exemplo disso está o ensino e a aprendizagem. A aprendizagem é a mudança consciente de atitude e comportamento.

A compreensão do conceito de Complexidade é bastante ampla, ou seja, possui inúmeros conceitos teóricos em várias correntes de pensamento. Para Mariotti (2011), deve ser entendida não apenas como a interação de sistemas ou fenômenos conjuntos, mas também por um sistema de pensamento aberto, amplo e flexível, na qual seja possível avaliar todas as alternativas para se chegar, em parte, a uma compreensão, mesmo superficial, objeto ou fenômeno pesquisado. Petraglia (2011) também faz menção ao pensamento complexo como um paradoxo, ou seja, as percepções de um dado estudo podem ter conceitos teóricos antagônicos e que ao mesmo tempo podem se complementar, e ainda, devem ser analisadas as diversas opções para se tentar chegar a um entendimento mais próximo do objeto de pesquisa.

No contexto da Complexidade, tida como ciência por alguns estudiosos, tais como Giovannini e Morin, e por apresentar um leque de opções teóricas ou correntes de pensamento, o presente texto busca estudar e tentar aproximar ao máximo as discussões da ciência da Complexidade às organizações como Sistemas Adaptativos Complexos (SACs) com a abordagem da Teoria da Complexidade. Também serão mencionados alguns conceitos da Teoria da Complexidade, SACs e como tais sistemas se adaptam.

1.1 Teorias da Complexidade, Sistemas Adaptativos Complexos (SACs) e Organizações.

A Teoria da Complexidade apesar de ser relativamente recente, apresenta conceitos riquíssimos. Essa ciência busca entender os acontecimentos com sistemas que funcionam fora do equilíbrio previsto pela Termodinâmica Newtoniana, ou seja, sistemas não fechados que realizam atividades com os meios interno e externo, através da informação e energia que captam do ambiente, podendo tornar-se mais suscetíveis às inquietações. Este fator relevante lhes permite adaptar-se às novas circunstâncias e, consequentemente, evoluir (OLIVEIRA, REZENDE e CARVALHO, 2011). Andrade (2007), completa que a Teoria da Complexidade surge como uma tentativa de estender a interpretação e paradigmas aos fenômenos naturais como forma de tentar compreender a natureza em sua totalidade.

1 O estado termodinâmico de um objeto macroscópico qualquer é definido por conjunto mínimo (ou seja, de menor número possível) de propriedades termodinâmicas do sistema. As propriedades termodinâmicas fundamentais que variam com o transcorrer do tempo são denominadas de propriedades dinâmicas, de que são exemplos à posição, a velocidade e a energia. As propriedades não fundamentais do sistema são aquelas que podem ser expressas como combinações das propriedades fundamentais. As propriedades também podem ser classificadas como internas, as quais são intrínsecas ao sistema, ou externas, aquelas que dependem dos movimentos ou das posições das partes que formam o sistema em relação a corpos externos a este, ou seja, que não pertencem ao sistema considerado.

Anderson (1999) *apud* Kimura, Perera e Lima (2010, p.239), sustenta que a Teoria da Complexidade se desenvolveu em três fases, envolvendo as seguintes etapas: “o forte aumento de interesse nas teorias de *Gestalt* e holismo logo após a Primeira Guerra Mundial; a emergência da cibernética e da teoria geral dos sistemas após a Segunda Guerra Mundial; o estabelecimento de novas formas de modelagem do equilíbrio, desenvolvidas no fim da década de 1960”.

A primeira fase pode ser caracterizada pela teoria de *Gestalt*, que segundo Bock (2004), é caracterizado na disposição em que são dispostos a percepção dos elementos unitários que compõem o todo. Uma de suas notáveis formulações é a de que “o todo é diferente da soma das partes”. E ainda, enfatiza que a percepção que temos de um todo não é o simples resultado de um processo aditivo das partes que o constituem. Da mesma forma o holismo sugere que as propriedades de um sistema não podem ser determinadas ou explicadas apenas pelo somatório das partes que o constituem, pois a natureza tende a transformar as grandes coisas, que são maiores do que as partes, por meio da criativa evolução (SMUTS, 1926 *apud* KIMURA, PERERA e LIMA, 2010).

Na segunda fase de desenvolvimento, Ashby (1956) *apud* Kimura, Perera e Lima (2010), a Teoria da Complexidade se apoiou nos elementos analisados pela cibernética, como a coordenação, controle e as ferramentas de retroalimentação. Schwaninger (1998) defende que na cibernética, os processos de desenvolvimento não são aleatórios, sendo considerados processos que seguem uma lógica evolutiva. Em parte, pode ser influenciados por uma evolução planejada.

À terceira fase podem ser associados os mecanismos de análise evolutiva, onde a busca pelo equilíbrio pode implicar dinâmicas e situações finais distintas. Como exemplo dessa fase está à teoria da catástrofe, também conhecida como uma das teorias matemáticas, assim como a cibernética. A Teoria da Catástrofe permite observar quando certas configurações são capazes de auto-reprodução e de reparação de suas identidades, e quando tais configurações deixam de ser viáveis (VOLBERDA, 2004).

“Sobre as mudanças de forma, destaca, em sua Teoria da Catástrofe, que toda ciência é antes de tudo o estudo de uma *fenomenologia,* isto é, que os fenômenos que são o objeto de uma disciplina cientifica dada aparece como acidentes de formas definidas em um espaço dado que se poderia chamar o espaço substrato da morfologia estudada, o qual, nos casos os mais gerais, é tão simplesmente o espaço-tempo habitual, devendo-se, por vezes, considerar como substrato um espaço ligeiramente diferente que é por assim dizer e deduzido do espaço macroscópico habitual, seja graças a um meio técnico (microscópio, telescópio), seja elaborando um espaço de parâmetros quantitativos” (RENÉ THOM, 1995 *apud* DOMINGUES, 2004, p. 88-89).

A evolução da Teoria da Complexidade se desenvolveu em três fases. De inicio a Teoria de Gestalt sugere que o todo é diferente da simples soma que o compõe, assim como é necessário entender as partes para se compreender o todo. O holismo também sugere essa percepção de entender o todo e a composição das partes, no sentido de que a natureza tende a transformar as grandes coisas, que são maiores que as partes. Na segunda fase, a Complexidade é estudada através de alguns princípios matemáticos, tais como a cibernética que sugere uma lógica evolutiva dos processos. Na terceira fase, a teoria da Catástrofe busca entender a Complexidade através de seus princípios que observa quando fenômeno são capazes de auto reprodução e de reparação de suas essências, e quando tais configurações deixam de ser viáveis.

Ainda no contexto da Teoria da Complexidade, as fases que compõem esta teoria, contribuíram no sentido de mostrar fundamentos indispensáveis para o estudo das organizações, cuja complexidade de elementos e interações pode implicar equilíbrios contrários, mesmo quando gerados a partir de modelos iniciais parecidos (KIMURA, PERERA e LIMA, 2010).

A ciência da Complexidade pode contribuir de forma significativa para o entendimento dos sistemas adaptativos complexos quanto à capacidade de auto-organização, tais como as organizações (AGOSTINHO, 2003). As organizações humanas também são caracterizadas por tal sistema, se valendo de grande potencial para os gestores. Ainda, a Teoria da Complexidade faz menção da não insistência em tentar controlar um sistema complexo de cima, acenando com a possibilidade de estudar as melhores condições que evidencie as soluções significativas.

Oliveira, Rezende e Carvalho (2011) completam que, os sistemas adaptativos complexos apresentam comportamento completamente imprevisível, pois apresentam capacidade de avaliar e escolher decisões que melhor atendam aos seus interesses, dentro das condições que possuem se auto-organizando. Também o SAC é considerado um sistema que age de forma singular, à medida que avalia informações novas com base nos esquemas que construiu ao longo do seu desenvolvimento. Pode-se associá-los a sistemas de aprendizagem, como as organizações, o que significa que, ao vivenciar suas experiências, extraem delas lições e se adaptam, seja por simples ajustamento de ações para atender a novos objetivos ou até alterando modelos mentais e paradigmas vigentes para forma mais condizente com a realidade. Também, “a abordagem da aprendizagem organizacional trata das dimensões especificas do processo em si de aprendizagem, enquanto a da organização de aprendizagem diz respeito às dimensões características da organização como entidade que busca ou realiza esse processo de aprendizagem” (EASTERBY-SMITH, 1997 *apud* PERIN et al, 2006, p. 4).

Retomando a discussão de sistemas adaptativos complexos, segundo Agostinho (2003), uma vez compreendidos o processo geral pelo qual os sistemas podem evoluir em níveis de complexidade crescente, deve ser observado nesses sistemas os pontos de convergência. O que permite colocar células, organismos, sociedades, organizações e ecossistemas dentro de uma mesma categoria? O que permite chamá-los todos de “sistemas complexos adaptativos”, ao mesmo tempo em que excluímos desta classificação as estrelas e as galáxias? (HOLLAND, 1996, p.4; GELL-MANN, 1994, p.9 *apud* AGOSTINHO, 2003). Segundo (Waldrop (1994, p. 12) *apud* Agostinho 2003, p. 5), tais sistemas, embora diferindo no detalhe, possuem um tipo de dinamismo que os torna capazes de responder ativamente ao que ocorre ao seu redor, fazendo-os “qualitativamente diferente de objetos estáticos como chips de computador ou flocos de neve, os quais são meramente complicados¹”. Estes objetos, tanto quanto as estrelas e as galáxias, são considerados sistemas complexos, porém não adaptativos, não sendo capazes de aprender.

Para Giovannini (2002) *apud* Oliveira, Rezende e Carvalho (2011), entender as organizações como sistemas adaptativos complexos é de inteira relevância, pois permite compreender o todo e as partes simultaneamente; entender que os agentes com seus projetos é que dinamizam a estrutura a partir das interações que estabelecem entre si e a capacidade de aprender desses agentes, tudo aliado ao sistema de feedback que adotam, o qual gera um espaço de possibilidades infinito de adaptação, inovação e criatividade.

Quanto à funcionalidade geral dos sistemas adaptativos complexos, Agostinho (2003, p. 8) menciona quatro conceitos-chaves definindo sua abordagem – *autonomia, cooperação, agregação e auto-organização,* os quais se relacionam da seguinte forma:

“Indivíduos *autônomos,* capazes de aprender e de se adaptarem, *cooperam* entre si obtendo vantagens adaptativas*.* Tal comportamento tende a ser selecionado e reproduzido, chegando ao ponto em que estes indivíduos cooperativos se unem formando um *agregado* que também passa a se comportar como um indivíduo e assim por diante. Diz-se, então, que o sistema resultante se *auto organiza,* fazendo emergir um comportamento global cujo desempenho também é avaliado por pressões de seleção presentes nos ambientes interno e externo”.

Para Simons (1926) *apud* Kimura, Perera e Lima (2009), um SAC é constituído por um número de partes que possuem diversas interações. Assim, uma organização complexa é resultado de um conjunto de partes interdependentes que, unidas, formam um todo, que, por sua vez, é interdependente de um ambiente mais amplo. Também, dentro desse contexto, a aplicação da teoria da complexidade para o estudo de organizações possibilita novas alternativas de investigações dos acontecimentos organizacionais, uma vez que a visão dos sistemas complexos procura entender as interações entre os elementos do sistema e as interações entre sistema como um todo e o meio ambiente.

**Complicar** v. **1.** Fazer alguma coisa difícil de realizar: dificultar – *O professor complicou a prova e muitos alunos tiraram nota baixa. / A falta de dinheiro complica a vida das pessoas.* **Complicar-se. 2.** Entra numa situação difícil: enrascar-se, enredar-se, enrolar-se – *Os bandidos se complicam com a polícia. >* **Complicação** sf., **complicado** am., **complicador** am. ou sm. Ant.: *simplificar* (1). **Com.pli.car**.

**2. Considerações Finais**

Buscou-se entender as organizações como sistemas adaptativos complexos. A Teoria da Complexidade despontou, através das ciências naturais, como forma de entender a fenomenologia, ou seja, como se comportavam os fenômenos que aparece à consciência, daquilo que é proposto, buscando explorá-lo. Tais fenômenos não lineares, assim como as variações que passam as organizações, estão sendo estudados para tentar compreender o dinamismo dos acontecimentos natural cada vez mais interativo interna e externamente com os fatores ambientais.

Os SACs, como as organizações, vem sendo estudado através da Teoria da Complexidade como forma não apenas de entender os comportamentos que passam os sistemas adaptativos como também buscar mecanismos que auxiliem nesse entendimento de forma a minimizar os principais fatores que podem acarretar grandes variações na funcionalidade desses sistemas.

**REFERÊNCIAS**

AGOSTINHO, Maria Cristina Esteves. **Administração Complexa:** revendo as bases científicas da administração. ERA – eletrônica , Volume 2, Número 1, jan-jun/2003.

ANDRADE, Érico. **Uma crítica à teoria da complexidade proposta por Edgar Morin.** Universidade Federal de Alagoas. Dissertatio [26] 167-187 verão de 2007.

BOCK, Ana Maria. **Uma introdução ao estudo de psicologia.** São Paulo: Saraiva, 2004. pág. 50-57. Disponível em: < http://buscapdf.com.br/procurar/?t=psicologia++ana+maria+bock&ws=sc.> Acesso: 08 de Abril de 2012.

DOMINGUES, Marcelo Vinícius de La Rocha. **Dinâmica Tecnológica:** uma interpretação pela teoria das catástrofes. Rev. Eletrônica Mestr. Educ. Ambient. ISSN 1517-1256, Volume especial, Outubro de 2004.

GIOVANNINI, Fabrizio. **A complexidade e o estudo das organizações:** explorando possibilidades. Revista de Administração, São Paulo, v. 37, n. 3, p. 56-66, julho/setembro 2002.

KIMURA, Herbert; PERERA, Luiz Carlos Jacob; LIMA, Fabiano Guasti. **Teoria da Complexidade e paisagens de adaptação:** aplicações em estratégia. R.Adm., São Paulo, v. 45, n. 3, p. 238-254, jul/ago/set. 2010.

MARIOTTI, Humberto. **Complexidade e pensamento complexo.** Disponível em: <http://www.teoriadacomplexidade.com.br/textos/teoriadacomplexidade/Complexidade-e-PensamentoComplexo.pdf>. Acesso: 08 de Abril de 2012.

OLIVEIRA, Aline Lourenço De; REZENDE, Daniel Carvalho De; CARVALHO, Cleber Castro De. **Redes Interorganizacionais Horizontais vistas como sistemas adaptativos complexos coevolutivos:** o caso de uma rede de supermercados. RAC, Curitiba, v. 15, n. 1, art. 4, pp. 67-83, Jan/Fev. 2011.

PERIN, Marcelo Gattermann et al. **Processo de aprendizagem organizacional e desempenho empresarial:** o caso da indústria eletroeletrônica no Brasil. RAE – eletrônica, v. 5, n. 2, Art. 14, jul/dez. 2006.

PETRAGLIA, Izabel. **Edgar Morin:** Complexidade, transdisciplinaridade e incerteza. Disponível em: http://www4.uninove.br/grupec/EdgarMorin\_Complexidade.htm. Acesso: 08 de abril de 2012.

SANTOS, Geraldo Mattos Gomes Dos. **1931 – Dicionário Júnior da Língua Portuguesa/** Geraldo Mattos. – 2. ed. – São Paulo: FTD, 2001.

VOLBERDA, Henk W. **Crise em estratégia:** fragmentação, integração ou síntese. RAE. Vol. 44. Nº 4, Out/Dez. 2004.