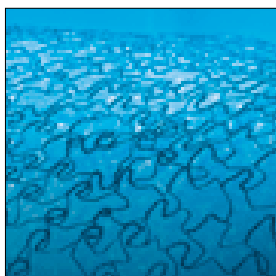


As novas ciências



Em entrevista exclusiva, Stuart Kauffman garante que maximização da eficiência, economia de custos e redução de riscos são alguns dos benefícios que as empresas obtêm das ciências da complexidade, que se alimentam da biologia, da economia, da física e das ciências da computação e desenvolvem conceitos como “modelos baseados em agentes”

Segundo uma das versões da lenda, o filósofo e geômetra Tales de Mileto caminhava absorto na contemplação das estrelas quando tropeçou e caiu num poço. A criada trácia que o acompanhava o fez perceber, risonha, que, enquanto ele estudava o céu com paixão, não enxergava o que estava diante de seu nariz nem sob seus pés. Dessa forma, a atitude pragmática zombava da aparente inutilidade da teoria pura. Uma versão posterior inverteu os termos. Nela, Tales previu que haveria uma boa colheita de azeitonas e alugou com antecedência (e sem gastar muito, pois ninguém concorreria com sua oferta) os moinhos de azeite de Mileto e Quios. Quando a época da colheita chegou e a demanda disparou, ele sublocou as instalações por um preço muito bom, demonstrando, assim, que se pode obter sucesso nos negócios por meio do conhecimento dos fenômenos celestes.

Stuart Kauffman estuda sistemas que estão muito mais próximos de nós, embora nem por isso sejam mais fáceis de compreender. Os modelos que projetou simulam desde o comportamento da cadeia de distribuição até a evolução tecnológica e biológica, permitindo que empresas como Unilever e Procter & Gamble, entre outras, tornassem seus processos mais eficientes. Claro que, como boa teoria que é, a complexidade exige um esforço de abstração. Mas a dedicação rende muitos frutos nesse caso, e é por isso que há cada vez mais pesquisadores de *management* dedicados a ela. Um deles é Daniel Levinthal, professor da Wharton School, que a utiliza para a elaboração de estratégias eficazes (veja quadro na página 67). Nesta entrevista exclusiva a **HSM Management**, Kauffman se refere às possibilidades que o novo campo científico abre e sua utilidade para as organizações.

Em que consistem as ciências da complexidade?

Não há uma resposta simples a essa pergunta. O que acontece é que estamos atravessando um período de transição na ciência. Deixamos para trás 350 anos de ciências reducionistas, que separavam as coisas, e passamos para uma era na qual estamos tentando juntá-las. Sempre soubemos que elas teriam de ser reunidas, pois Newton o fez com

“Estudamos a cadeia de distribuição da P&G. E a empresa modificou suas operações a partir de nossas descobertas”

a lei da gravitação universal. A novidade é que agora temos computadores e podemos observar os sistemas e suas partes enquanto interagem de formas muito diferentes, assim como estudar o comportamento de um sistema em sua totalidade, constituído por todas essas interações. Os físicos diriam que podemos observar o comportamento coletivo de muitas partes diferentes. É isso que está impulsionando as ciências da complexidade em todas as áreas. Chamam-se “da complexidade” porque há muitas variáveis interagindo com outras. A disciplina nasceu faz 20 anos, no Santa Fe Institute, do Estado do Novo México, Estados Unidos. Muitas idéias que hoje são trabalhadas pelos departamentos de física, biologia, sociologia, economia e pelas escolas de administração de empresas e de direito de muitos países surgiram ali. Ao mesmo tempo, a biologia é uma fonte muito rica em idéias para as ciências da complexidade, embora minha opinião possa ter sofrido influência, porque sou biólogo. Outras fontes são a economia, a física e, em menor grau, as ciências da computação.

Quais os métodos ou ferramentas utilizados para estudar a complexidade?

Começou-se com modelos computacionais de sistemas complexos de equações matemáticas. Eram equações que não podiam ser analisadas por meio de técnicas matemáticas clássicas, mas sim com um computador. Depois chegou o desenvolvimento de modelos baseados em agentes. Um exemplo desse tipo de modelos é o que Andy Illachinsky desenvolveu para o Center for Naval Analyses (CNA), dos Estados Unidos. É um modelo de campo de batalha no qual cada soldado tem diferentes “propriedades”, tais como a distância a que sua arma poderia disparar, a precisão com que dispararia, sua probabilidade de escapar do fogo inimigo ou de socorrer um soldado ferido, entre outras. O soldado é um “agente” e, como tal, tem um conjunto de propriedades ou “genótipo”. Illachinsky criou genótipos para os soldados de cada bando, em um modelo de grade de duas dimensões que simula o campo de batalha. Ao fazer mudanças nas propriedades

Da evolução à estratégia

Daniel Levinthal, professor de *management* da Wharton School, foi um dos primeiros a transladar a teoria da complexidade para o campo da estratégia. “Parti do modelo NK, criado por Stuart Kauffman, e o apliquei em sistemas complexos da área dos negócios”, explica Levinthal com entusiasmo. E acrescenta: “Um aspecto fundamental do desenho de uma estratégia é a relação parte-todo, ou seja, a forma como se inter-relacionam as diferentes estratégias funcionais, vinculadas com a distribuição, a produção, o mercado e outros fatores. Para que uma empresa obtenha uma posição estratégica efetiva, as estratégias funcionais devem ser complementares e apoiar-se entre si”.

De acordo com Levinthal, o modelo NK permite analisar, em paisagens adaptativas, o impacto de diferentes estruturas de interdependências. Quando não há interdependências, as paisagens adaptativas têm um único cume e se correspondem com situações nas quais há um conjunto de melhores práticas para cada estratégia

funcional da empresa. Um exemplo seria o de uma companhia na qual a melhor política de recursos humanos não depende do processo de produção ou do posicionamento nem de nenhuma outra estratégia funcional. “De fato, quem promove as melhores práticas por setor costuma ter a presunção implícita de que essas práticas carecem de interdependências, o que equivale a dizer que a política de recursos humanos da Nordstrom, por exemplo, também é adequada para o McDonald’s. Porém é evidente que, na maioria dos casos, as interdependências existem”, afirma Levinthal.

No modelo NK, as interdependências se manifestam na paisagem como cumes, ou diferentes configurações de opções estratégicas, que incluem da política de preços à gestão de operações. Ou seja, os cumes representam as diferentes maneiras de competir, e, para se mover de uma para outra, é preciso modificar vários atributos ao mesmo tempo. “Se, por exemplo”, explica Levinthal, “uma companhia aérea do tipo concentrador, como a United, adotasse só

algumas práticas do modelo de negócio de alto rendimento da Southwest, sofreria uma queda em seu próprio desempenho. Para fazer uma mudança efetiva, teria de se deslocar para uma configuração de opções estratégicas completamente nova, o que muitas vezes é impossível devido aos compromissos estratégicos anteriores. Por outro lado, o desafio que a HP enfrenta, ao tentar imitar o modelo Dell, não está apenas na complexidade de criar um sistema de negócios como o da Dell, mas também nas relações preexistentes no canal de vendas da HP.”

Levinthal acredita que o modelo NK é uma ferramenta útil para a tomada de decisões, porque ilumina alguns aspectos que costumam passar despercebidos. Ao levar em conta as múltiplas dimensões ou variáveis que podem incidir na formulação de uma estratégia, permite analisar como as mudanças influenciarão o ambiente competitivo e de que forma as modificações na política de algum setor poderiam afetar o desempenho da empresa.

dos agentes, modifica-se o comportamento coletivo do exército. Diferentemente dos modelos matemáticos, que descrevem e resolvem equações, nos modelos baseados em agentes oferecemos as propriedades dos agentes e depois permitimos que eles interajam, para ver o que acontece.

Como se aplicam nos negócios esses modelos baseados em agentes?

Na BiosGroup estudamos, por exemplo, a cadeia de distribuição da Procter & Gamble (P&G). Fizemos um modelo que levava em conta, entre outros fatores, os depósitos, os caminhões, as caixas de mercadorias carregadas nos caminhões, a capacidade destes de reabastecer as lojas onde certos artigos se esgotavam e a fabricação de produtos. E observamos de que forma as mudanças produzidas em diferentes aspectos da cadeia repercutiam na operação –por exemplo, o que acontecia quando se acumulava mercadoria nos depósitos ou se ampliava ou reduzia o tempo que os produtos demoravam em chegar ao mercado.

E o que descobriram?

Várias coisas interessantes. A P&G insistia em enviar os caminhões com sua carga completa, mas descobrimos que esse procedimento é muito ineficiente e que o rendimento melhora se os caminhões vão parcialmente carregados. Embora o custo por pacote seja mais alto, a flexibilidade gerada compensa com juros esse aumento de custos. A P&G modificou suas operações a partir dessa descoberta. Também descobrimos que existem várias formas de reabastecer um grupo de lojas vizinhas. Todas essas coisas aumentam consideravelmente a eficiência da cadeia de distribuição.

Como se obtém a informação sobre as propriedades dos agentes? Da observação ou da dedução?

É uma combinação das duas. Tentamos ser inteligentes e deduzir o modelo, mas também saímos para nos informar sobre o que as pessoas estão fazendo. No caso da P&G, conversamos com o pessoal da companhia. Andy Illachinsky, no Center for Naval Analyses, aproveitou seu conhecimento das táticas militares e das características dos soldados. Depois, os *marines* tomaram seu modelo para entender como as mudanças no genótipo dos soldados modificam o resultado da batalha.

Somente as propriedades dos agentes determinam o resultado final? Não há regras externas?

Sempre há regras externas. Um dos problemas que resolvemos na Bios estava relacionado com a recolocação de tanques que continham gases como oxigênio e nitrogênio. Nosso cliente era uma empresa fornecedora dessas substâncias, que tinha de levar os tanques de um comprador para outro. Nesse modelo, a rede viária era uma propriedade ou variável externa que devíamos levar em conta para otimizar o tempo de viagem.

Saiba mais sobre Kauffman

Considerado um dos pensadores mais destacados na área das ciências da complexidade, Stuart Kauffman dirige o Institute for Biocomplexity and Informatics, da University of Calgary, no Canadá. Durante 20 anos trabalhou no Santa Fe Institute, um centro de pesquisas multidisciplinares.

É autor de três livros: *Origins of Order: Self-organization and Selection in Evolution*, *A Home in the Universe* e, o mais recente, *Investigations* (todos ed. Oxford USA). Kauffman fundou três empresas de biotecnologia que comercializam sua propriedade intelectual –Darwin Molecular, Genpathway e Genesis Molecular Discovery– e uma quarta, BiosGroup (hoje adquirida pela NuTech Solutions), que aplicou em seus próprios negócios as lições das teorias da complexidade.

Que outras lições as ciências da complexidade oferecem ao mundo dos negócios?

Há um modelo para resolver um problema de fluxos de trabalho em uma oficina industrial. A idéia é que uma empresa tem determinada quantidade de máquinas e certo número de objetos para fabricar, e para cada objeto devem ser utilizadas as máquinas durante um tempo e ordem predeterminados, que poderiam ser diferentes para cada um deles. O tempo total que demanda a fabricação de um grupo de objetos recebe o nome técnico de “intervalo de produção”. Se o intervalo é longo, podem ser encontradas várias maneiras de fabricar os produtos, mas, à medida que ele diminui, as possibilidades se reduzem e é mais difícil resolver o problema de encontrar a distribuição mais eficiente dos objetos nas máquinas. Intuitivamente, tendemos a pensar que a melhor solução é um programa com o

menor intervalo possível. No entanto, em tais casos, acontece que, quando uma máquina falha, tudo é derrubado e a consequência é catastrófica. Se, no entanto, o intervalo de produção se estende um pouco, podem ser desenhados programas alternativos que são igualmente bons e também permitem evitar a queda do sistema. De modo que é preciso encontrar um equilíbrio entre a otimização do intervalo de produção e a fragilidade que leva a falhas catastróficas.

Na Bios fizemos um trabalho para a Unilever com base nessas noções. A Unilever tinha um problema de fluxo de trabalho: eles haviam otimizado o fluxo para minimizar o tempo requerido para realizá-lo, mas tropeçavam em falhas catastróficas. Demonstramos que, se aumentassem até certo ponto, e não além desse ponto, a capacidade de produção, aumentariam a flexibilidade e não teriam tais falhas. Foi assim que resolveram o problema com um investimento de US\$ 1 milhão, em vez de gastarem US\$ 20 milhões. Essa idéia também se aplica à estratégia ou à logística militar, em que há sempre um debate entre ter a estratégia mais eficiente, que pode ser frágil, e a mais sólida, que pode custar um pouco mais, mas evita problemas.

Várias escolas de administração de empresas utilizam seu modelo NK, para o desenho de estratégias. O sr. poderia nos explicar em que consiste?

É um modelo bastante simples. Imaginemos uma cadeira composta por três partes –encosto, assento e pés– e que cada parte pode ser de metal ou de plástico. Desse modo, há oito cadeiras possíveis: uma totalmente metálica; uma com pés e assento de plástico e encosto de metal; uma com pés e assento de metal e encosto de plástico etc. O modelo NK começa com um objeto que tem N partes (nesse caso, três) e cada uma delas pode estar em vários estados alternativos (metal ou plástico). A idéia é que cada parte faz uma contribuição para a função do objeto completo (a cadeira), que depende do material dela (metal ou plástico) e do material das outras partes, ou seja, depende da parte em si e de K outras partes, daí o modelo se chamar NK. Todo o resto é aleatório. Se você decide que K é 2 e N é 3, terá um objeto com três partes, cada uma delas contribuindo para a aptidão total. Depois se determinam ao acaso cada parte e as outras duas, e todas as combinações possíveis dessa parte e das outras, e se designa uma contribuição de aptidão seguindo alguma distribuição matemática, como o intervalo uniforme entre zero e um, ou seja, designa-se um decimal ao acaso. Dado um objeto com um conjunto de partes, soma-se a contribuição de todas elas e divide-se o resultado pelo número de partes, para assim obter a aptidão do objeto. No caso da cadeira, a aptidão poderia ser quanto ela é confortável ou quanto custa produzi-la. A consequência disso é um conjunto de objetos (cadeiras), cada um ao lado do seguinte, com uma distribuição de alturas como em uma cordilheira, na qual o cume mais alto representa o melhor objeto (a melhor cadeira). O pesquisador pode trabalhar com essa paisagem adaptativa e ver o que acontece quando modifica uma parte de cada vez. Isso é o que chamamos “trabalho de adaptação”. Podemos aprender muitas coisas com esse modelo. Por exemplo, as curvas de aprendizado na economia.

A análise de paisagens adaptativas é um exemplo de olhar sobre o todo, típico das ciências da complexidade e com todo tipo de implicações. Implica, por exemplo, que, quando uma pessoa não é muito boa em algo, ela tem muitas formas de melhorar, mas, à medida que se aperfeiçoa, fica-lhe mais difícil continuar avançando. No início, há muitas ramificações ou direções possíveis, mas as possibilidades se reduzem à medida que ela progride. É o que se vê na evolução biológica, o chamado “rebote pós-extinção”. Depois de um episódio de extinção, formam-se novas espécies, que têm enorme quantidade de variáveis menores, até que a mudança se detém. Essa característica básica da evolução biológica é também um rasgo essencial da evolução tecnológica. Os primeiros aeroplanos inventados pelos irmãos Wright eram muito diferentes dos que foram fabricados uma ou duas décadas depois. Os primeiros aparelhos tinham sete asas, seis asas ou uma asa e o motor na frente ou na parte posterior, até que, em poucos anos, o desenho estabilizou-se. ●

A entrevista é de Viviana Alonso, colaboradora de **HSM Management**.