

O Arquétipo da Maestria: Proposição de Uma Nova Estrutura Sistêmica

Resumo

Apesar dos estudos e pesquisas sobre estruturas sistêmicas recorrentes, também conhecidas como arquétipos sistêmicos, terem se iniciado a mais de 50 anos, só a partir de 1990 se popularizaram com a publicação do livro a Quinta Disciplina de Peter Senge, contudo, até hoje foram identificados apenas 13 exemplares. Nenhum destes arquétipos apresenta o comportamento ao longo do tempo correspondente as estruturas propostas por George Leonard em seu livro Maestria, comportamentos típicos de processos de aprendizagem profunda e de longo prazo, que exigem domínio pessoal e auto-conhecimento. Inspirado nesta obra surgiram as idéias deste artigo que se propõe a apresentar uma nova estrutura sistêmica: o Arquétipo da Maestria. Apresentado aqui tanto de forma qualitativa através de Diagramas de *Loop* de Causalidade como quantitativamente, através de um modelo matemático-computacional, usando a linguagem de Estoque e Fluxo, normalmente utilizada para criação de simuladores de vôo gerenciais como o *People Express*© desenvolvido por John Sterman do MIT.

1 Introdução

Arquétipos sistêmicos (SENGE, 1990; HINES, 1996; KIM, 1998), são estruturas recorrentes pesquisadas há muito na literatura das organizações. Das primeiras concepções da dinâmica de sistemas (FORRESTER, 1961) até sua nomenclatura atual (SENGE, 1990), passando por significativas contribuições e sistematização (KIM, 1998, p. 2), redundaram na proposição de 13 arquétipos. Onze destes arquétipos são considerados clássicos (SENGE, 1990; 1995) e dois são pouco conhecidos (BELLINGER, 1996).

A estrutura proposta neste artigo busca representar um novo arquétipo sistêmico correspondente à curva da Maestria identificada na obra de Leonard (1991).

2 Pensamento Sistêmico e Dinâmica de Sistemas

Em um artigo seminal, Richmond (1994) compara as duas terminologias apresentando o Pensamento Sistêmico como sendo uma maneira de ver e pensar o mundo, mas pertinente para a atividade prática dos profissionais da área de sistemas e mais abrangente, incluindo a própria dinâmica de sistemas como sendo um grande subconjunto. A definição a seguir serve aos propósitos deste artigo: “[...] é a arte e a ciência de elaborar inferências confiáveis sobre o comportamento através do desenvolvimento da compreensão profunda da estrutura subjacente.” (RICHMOND, 1994, p.6). Seus elementos constitutivos formam um método de aprendizagem composto de processo, linguagem e tecnologia.

O processo utilizado pela dinâmica de sistemas pode ser resumido em sete passos: identificação e definição do problema, conceitualização sistêmica, formulação do modelo, análise do comportamento do modelo, avaliação do modelo, análise de políticas e utilização ou implementação do modelo. (RICHARDSON, 1981, p.16).

As linguagens serão tratadas a seguir e podem ser resumidas em duas categorias: uma qualitativa, representada por ciclos de causalidade, recomendada para o segundo passo do processo, conceitualização sistêmica, por sua simplicidade de representação, de compreensão e de rapidez de construção; e outra quantitativa e qualitativa, representada por estoques e fluxos, recomendada a partir do terceiro passo em diante do processo. Esta permite tanto a representação do problema como a implementação e simulação computadorizada, através do uso de parâmetros e fórmulas matemáticas.

A tecnologia está disponível através de *softwares* de modelagem e de uma metodologia de desenvolvimento. Para a linguagem de estoque e fluxo, os quatro principais *softwares* encontrados no mercado e citados na literatura são: Dynamo[©], Stella[©] ou iThink[©], Vensim[©] e Powersim[©].

3 As linguagens do Pensamento Sistêmico

A vantagem em se ter uma linguagem está no fato de que com ela é possível apreciar, descrever e registrar, os fenômenos observáveis, especialmente os organizacionais, facilitando a compreensão das forças e inter-relações que moldam o comportamento dos sistemas. (SENGE, 1990).

Existem essencialmente duas linguagens ou instrumentos para a expressão do pensamento sistêmico, Diagramas de *Loop* de Causalidade (DLC) e Diagramas de Estoque e Fluxo (DEF). (STERMAN, 2000, p.135)

3.1 A linguagem dos DLC

Diagramas de *loop* de causalidade são instrumentos muito úteis para a compreensão de sistemas simples e complexos, especialmente quando se trata de complexidade causada pela dinâmica das relações entre as variáveis envolvidas e não simplesmente pela complexidade de detalhes ou estática.

Aplica-se DLC em uma grande variedade de sistemas, desde sistemas biológicos ou físicos até organizacionais ou sociais. Uma das suas grandes contribuições está em mostrar como a alteração em uma variável pode impactar nas demais e principalmente como ela pode retroalimentar-se através de ciclos de *feedback*.

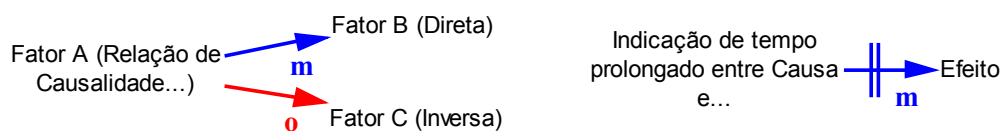


Figura 1 - Elementos da linguagem de DLC

Os componentes da linguagem dos DLC, ilustrados na figura 1 são: fatores, normalmente denominados variáveis, relações de causalidade entre os fatores, representados por setas, e indicação de tempo de retardo nas relações, indicado por uma ou duas barras paralelas cortando a seta de causalidade. Com apenas estes três elementos é possível representar sistemas dinâmicos com as seguintes vantagens: rápida compreensão das hipóteses acerca das causas sobre a dinâmica, eliciar e compreender os modelos mentais dos indivíduos ou

equipes, e apresentar as retroalimentações importantes que podem ser responsáveis pelo problema. (STERMAN, 2000).

Comparando à linguagem natural, os fatores seriam os substantivos (sujeitos e predicados) e as relações de causalidade seriam os verbos, indicando as ações. Tem-se assim uma linguagem sistêmica estabelecida. Os fatores podem ser variáveis ou constantes, e as relações de causalidade podem ser de dois tipos: diretamente proporcional ou inversamente proporcional. Adiciona-se uma marca sobre a seta para indicar que há um tempo de retardo ente a causa e o efeito. Uma seta na cor azul acompanhado de um sinal de mais, “+”, significa que os dois fatores (variáveis) são diretamente proporcionais. Uma seta vermelha ou com um sinal de menos, “-”, significa que os fatores são inversamente proporcionais. (WEICK, 1979). A notação aqui utilizada será a de Richmond (2000, p. 3), “m” para indicar causalidade na mesma direção e “o” para a direção oposta. Esta simbologia gera menos confusões do que os sinais de “+” e “-”, equivocadamente lidos como aumento ou diminuição. Alguns exemplos aparecem na figura 2.

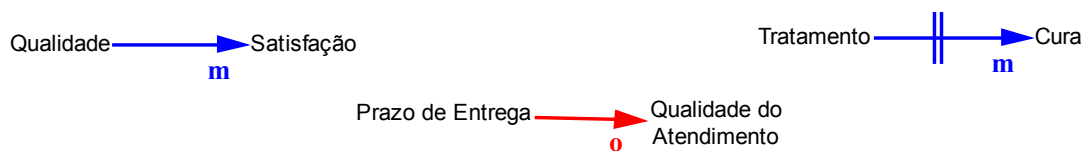


Figura 2 – Exemplos de variáveis e relações de causalidade

3.2 A linguagem dos DEF

“Estoque e fluxo, juntamente com *feedbacks* são conceitos centrais na teoria de sistemas dinâmicos.” (STERMAN, 2000, p.191). Os DLC não distinguem dentre as variáveis quais são estoques e quais são fluxos, mas cada uma delas apresenta características de acumuladores (estoques) ou de transição, movimento (fluxos). Por exemplo, em um DLC as variáveis “volume de vendas” e “satisfação dos clientes” são representadas da mesma forma, porém a primeira é um fluxo, pois “retira” x produtos de um estoque y, e a segunda é um estoque.

Outra distinção importante é quanto à mensuração, embora uma variável como “satisfação dos clientes” não seja palpável, pode ser medida. Fala-se frequentemente no aumento ou diminuição do nível de satisfação do cliente. Este tipo de variável também recebe a denominação de *soft* em contraposição a variáveis palpáveis, ou *hard*.

Para representar modelos de estoque e fluxo utilizam-se 4 elementos: estoque, fluxo, conversor e conector, ver figura 3. O conversor é apenas um auxiliar para simplificar a formulação matemática e torna o modelo mais inteligível. O conector indica apenas uma ligação de informação entre a origem e o destino, nele não há nenhum fluxo que não seja informação, logo não afeta diretamente os níveis dos estoques.

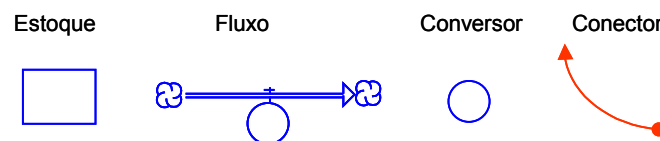


Figura 3 - Elementos da linguagem dos Diagramas de Estoque e Fluxo

3.3 As sentenças das linguagens: ciclos de reforço e balanceamento

Os elementos da linguagem quando interligados entre si podem gerar ciclos de retroalimentação de dois tipos diferentes: ciclos de reforço ou de balanceamento, no de reforço os fatores se inter-relacionam de maneira a gerar um ciclo que confirma a tendência original: se for de ampliar tende a reforçar a ampliação se for de reduzir tende a reforçar a redução. O balanceamento tende ao equilíbrio ou oscilação: se um fator tende a aumentar, quando o ciclo se retroalimenta, sua tendência se inverte, tende a diminuir, e quando gira mais uma vez se inverte novamente, tende a aumentar e assim sucessivamente. A presença do tempo de retardo no ciclo de balanceamento altera significativamente o comportamento dinâmico. A figura 4 apresenta os ciclos de reforço, balanceamento e balanceamento com retardo, tanto em DLC como em DEF, e seus respectivos gráficos de tendências de comportamento ao longo do tempo.

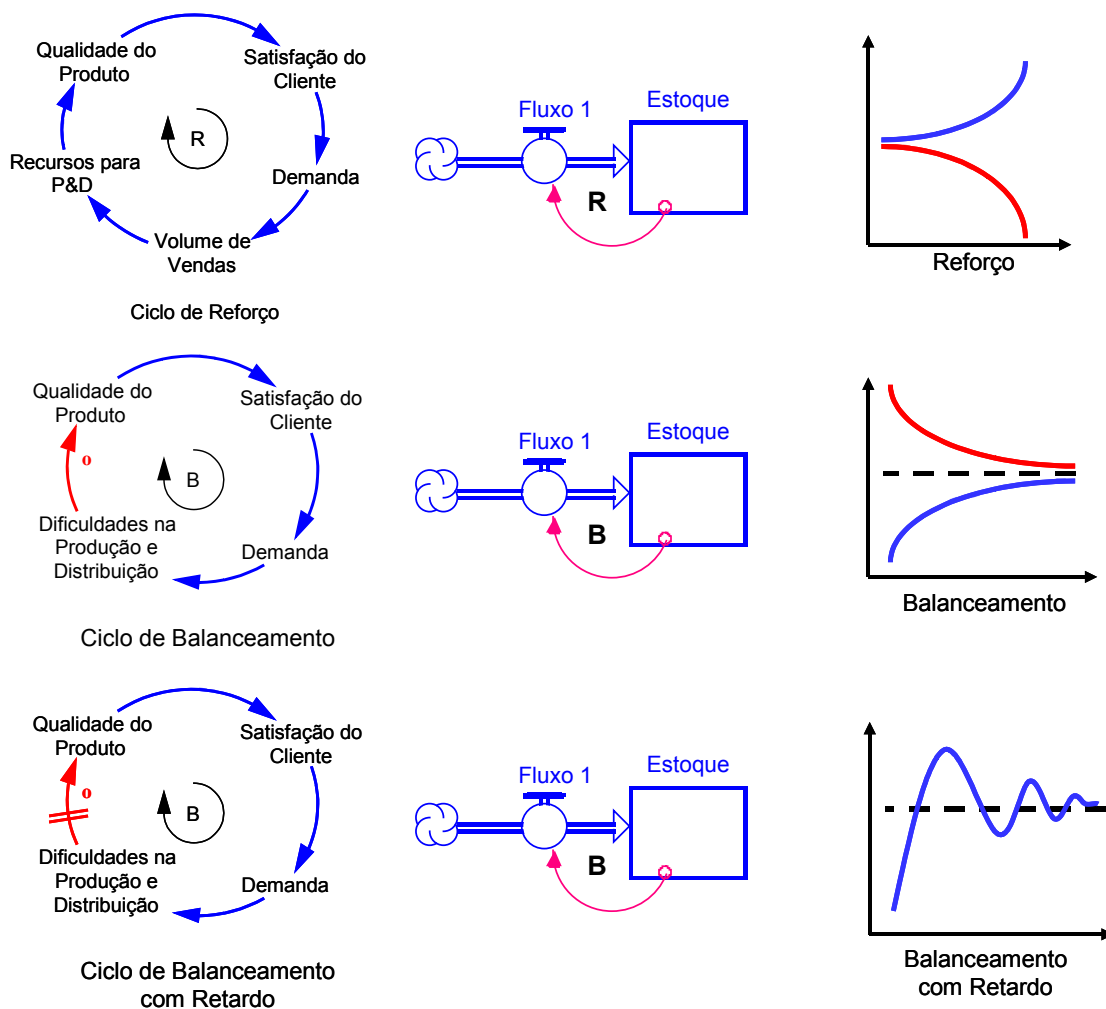


Figura 4 – Representação dos ciclos em DLC, DEF e seus respectivos comportamentos ao longo do tempo.

3.4 Conversão de DLC para DEF

Passar do plano conceitual para a modelagem computadorizada é útil “[...] por causa da natureza contra-intuitiva dos sistemas complexos, seres humanos têm dificuldades de prever o

comportamento dos sistemas usando apenas o poder do cérebro.” (GOODMAN et al, 1997, p. 11). Para efeitos de ilustração, um ciclo de reforço constituído de duas variáveis, nível de pedidos (estoque) e propaganda boca a boca (fluxo), é representado em DLC na figura 5.

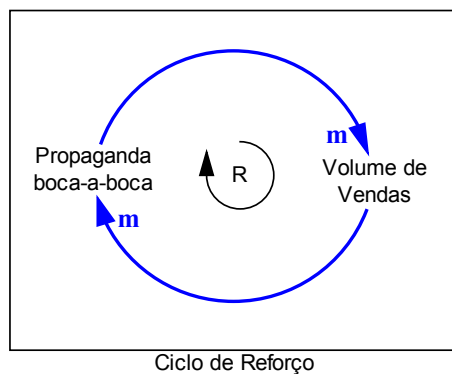


Figura 5 – Exemplo de DLC.

Utilizando os conceitos de estoque e fluxo, e incluindo um conversor para indicar um fator multiplicador do efeito da propaganda boca-a-boca, o DEF resultante da conversão pode ser visto na figura 6.

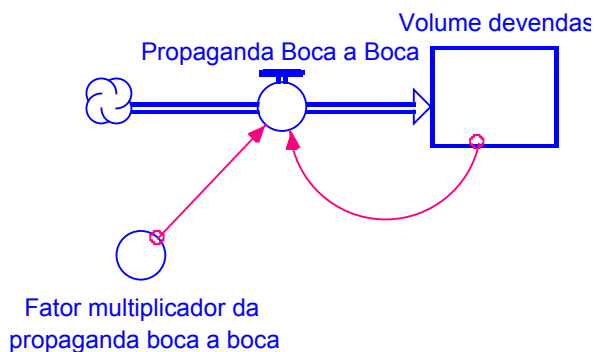


Figura 6 – Exemplo de um DEF convertido a partir do DLC da figura 5

4. Arquétipos sistêmicos

Os arquétipos sistêmicos são combinações elementares dos ciclos de reforço e balanceamento. A palavra vem do grego *archetypos*, que significa “primeiro de sua espécie”, (SENGE, 1995, p.113) e seus nomes normalmente indicam a situação que eles retratam, alguns lembram o nome do primeiro da sua espécie, como o caso do Princípio da Atratividade, que foi assim chamado por conta do fenômeno de atratividade das cidades e sua dificuldade em atender as expectativas de todos. Poderia também ter sido chamado de múltiplos limites ao crescimento, já que se trata essencialmente do Arquétipo de Limite ao Crescimento com mais de um ciclo de balanceamento, ou vários limites.

Os arquétipos são especialmente úteis, porque “ajudam as pessoas a verem seus próprios problemas como menos ameaçadores e mais excitantes. A possibilidade de ser bem sucedido no manejo de uma situação ruim se torna mais clara e o desconforto em tratá-la diminui”. (HINES, 1996, p. 2).

4.1 Construções de arquétipos

Com exceção do Arquétipo do *Loop* de Balanceamento com Retardo que contém apenas um ciclo de *feedback* e é considerado um arquétipo pela complexidade da sua dinâmica como pode ser visto no terceiro gráfico da figura 4, todos os demais arquétipos são combinações de dois ou mais ciclos de *feedback*. A Figura 7 a seguir representa um dos mais comuns, o Limite ao Crescimento.

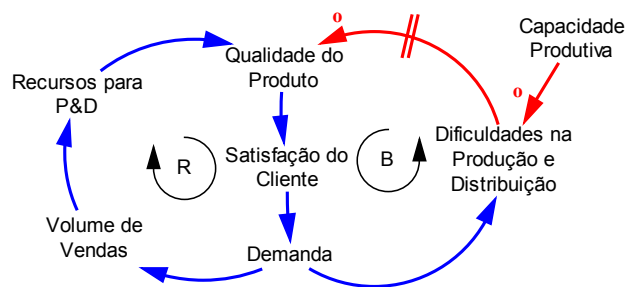


Figura 7 – Exemplo de Arquétipo de Limite ao Crescimento

Muitos sistemas, sejam eles biológicos, organizacionais, econômicos, sociais ou mais comuns como o lançamento de um produto novo no mercado, apresentam uma curva de crescimento conhecida como *s-shape* ou curva em “S”. Ela é essencialmente formada por dois segmentos de arcos equivalentes aos ciclos de reforço e balanceamento combinados, formando o arquétipo de limite ao crescimento. O comportamento resultante forma a curva em “S” como apresentada na figura 8 a seguir.

Na figura 8, o ciclo de reforço atua inicialmente provocando a primeira metade da curva em “S”, até o momento do ponto de inflexão da curva, quando o ciclo de balanceamento começa a atuar levando a curva a se aproximar de um “valor limite” representado pela linha pontilhada. Se o tempo de retardo for significativo, a aproximação pode ser oscilante em torno da linha pontilhada.

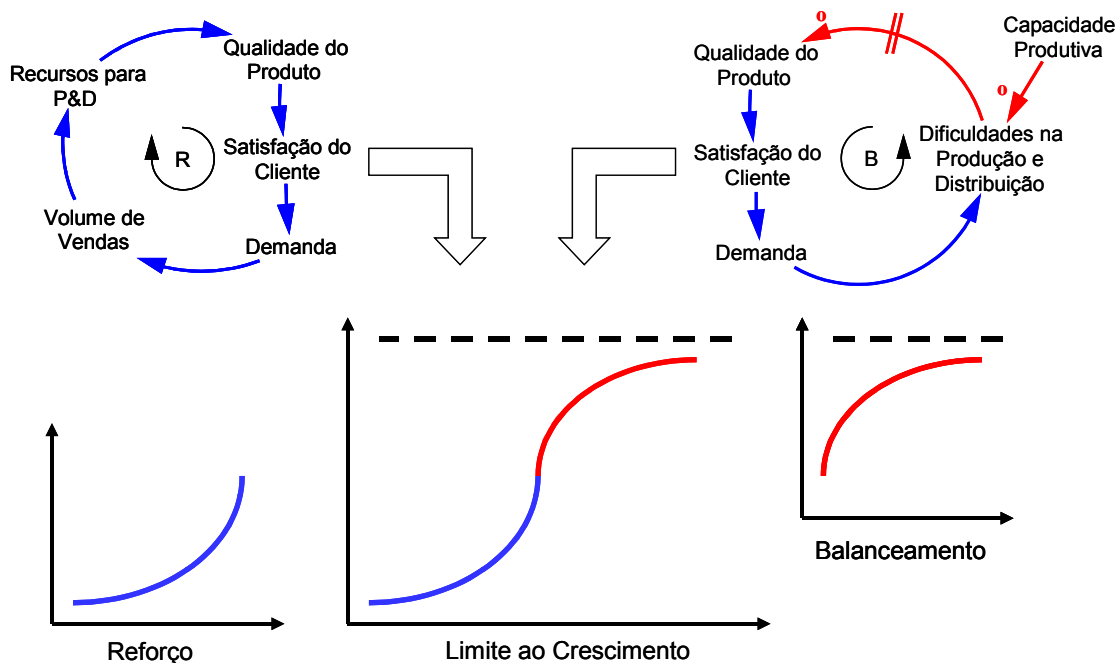


Figura 8 – Curva em “S” do arquétipo de limite ao crescimento

4.2 Distinção entre arquétipos

O número reduzido de arquétipos ocorre por serem os mesmos formados por combinações elementares de ciclos de reforço e balanceamento. Por exemplo, combinação dos ciclos de reforço (R) e de balanceamento (B), resultam em três possibilidades: RR, RB e BB, incluindo o tempo de retardo, esse número passa para oito: RR, RR, RR, BB, BB, BB, RB e RB, (a letra sublinhada indica o ciclo que contém o tempo de retardo). O tempo de retardo é essencial na distinção entre os arquétipos. O que diferencia o arquétipo de limitação ao crescimento de outro denominado “solução quebra-galho” é exatamente o fato do tempo de retardo se encontrar no ciclo de balanceamento em um e no de reforço no outro. O significado das variáveis também é fundamental para essa diferenciação, porém em termos da estrutura, a mudança é apenas na localização do tempo de retardo. Isso altera significativamente o comportamento gráfico ao longo do tempo entre ambos. Na prática foram identificados (BELLINGER, 1996) apenas 6 arquétipos com dois ciclos: RR, BB, BB, BB, RB e RB.

4.3 Os arquétipos identificados na literatura

Dos 13 arquétipos identificados até agora e listados a seguir, os 12 primeiros tornaram-se populares através da publicação da Quinta Disciplina (SENGE, 1990; SENGE et al, 1996). Embora o primeiro não seja citado como arquétipo, é a estrutura básica por trás do jogo da cerveja citado na mesma obra (SENGE, 1990, p. 27-54). O 1º e o 13º se encontram no site *The Way of Systems* (BELLINGER, 1996).

1. Loop de Balanceamento com Retardo
2. Limite ao Crescimento
3. Princípio da Atratividade

4. Crescimento e Subinvestimento
5. Crescimento e Subinvestimento com Deriva de Padrões
6. Solução Quebra Galho ou Consertos que Pipocam
7. Transferência de Fardo ou Transferência de Responsabilidade
8. Escalada
9. Sucesso para os Bem Sucedidos
10. Deriva de Metas
11. Adversários Acidentais
12. Tragédia do Fator Comum ou Tragédia da Propriedade Comum
13. Indecisão

4.4 Busca de novos arquétipos

Os arquétipos são aplicados a casos particulares quando a situação se identifica com algum padrão arquetípico conhecido. Se esse padrão não for conhecido, o caso particular não se enquadra em um arquétipo, há então a possibilidade de estar diante de uma nova estrutura arquetípica, por exemplo, o arquétipo denominado, adversários acidentais, teve sua estrutura reconhecida pela primeira vez entre duas grandes empresas de produtos de consumo e varejo cujo comportamento dinâmico entre promoções, compras e acúmulo de estoques prejudicaram os dois atores de uma forma contra-intuitiva e até então desconhecida. (KEMENY apud SENGE et al, 1996, p. 135).

Arquétipos também são aplicados a casos particulares a partir do seu comportamento ao longo do tempo, como por exemplo, o caso do arquétipo de Limite ao Crescimento, que tem seu comportamento representado pela curva em “S”, dos ciclos de reforço e balanceamento como mostrados na figura 8. Situações que apresentam esse comportamento, crescimento e estagnação têm grande possibilidade de serem enquadrados neste arquétipo.

A estrutura proposta aqui, apresenta um comportamento de ciclos repetidos com duas fases, a fase do crescimento seguida da fase de estagnação, típicas de um processo de aprendizagem. A idéia para o arquétipo surgiu com o comportamento apresentado no livro *Maestria* (LEONARD, 1991). Os arquétipos até então conhecidos não apresentam estruturas que produzam esta curva. A busca do arquétipo da *Maestria*, aqui apresentado, surgiu na tentativa de revelar a estrutura por trás deste comportamento.

4.5 União de dois arquétipos para formar um terceiro

No conjunto dos 13 arquétipos, alguns deles são constituídos da combinação de dois outros. A tragédia do fator comum é a combinação de dois ou mais “limites ao crescimento” ligados em seus ciclos de balanceamento. O “crescimento e subinvestimento” é a combinação de “limite ao crescimento” com “indecisão”. Outros são o simples acréscimo de mais um ciclo à estrutura existente. “Crescimento e subinvestimento com deriva de padrões” é formado pelo acréscimo de um ciclo de reforço ao crescimento e subinvestimento. O “princípio da atratividade” é o “limite ao crescimento” acrescido de um ou mais ciclos de balanceamento (KIM, 1994; BELLINGER, 1996). O apêndice 1 apresenta os 13 arquétipos conhecidos.

O arquétipo da maestria pode ser visto por dois ângulos: união do “limite ao crescimento” com a “solução quebra-galho” ou simplesmente o “limite ao crescimento” acrescido de um ciclo de reforço R2.

5 A Curva da Maestria

5.1 O padrão sem a estrutura

Uma curva denominada “Curva da Maestria” (LEONARD, 1991), similar à da figura 9 é apresentada como sendo o comportamento ao longo do tempo de quem busca se aperfeiçoar constantemente, seguir um caminho pessoal em busca da auto-superação sem estar preocupado com o fim, mas sim com a jornada, e, principalmente, com a capacidade de não recuar nem se desesperar em momentos difíceis em que nada parece estar acontecendo, como se o aprendizado estivesse estagnado.



Figura 9 – A Curva da Maestria

Nas palavras do autor.

“Na realidade, não há maneira de contornar o fato. O aprendizado de qualquer nova habilidade envolve surtos relativamente breves de progresso, cada qual seguido de um ligeiro declínio até uma estagnação num ponto um pouco mais alto, na maioria dos casos, do que a estagnação precedente. A curva ilustrada é necessariamente idealizada. Na experiência real de aprendizado, o progresso é menos regular; os surtos ascendentes variam; os platôs têm seus próprios declives e aclives ao longo do caminho. Mas a progressão geral é quase sempre a mesma. Se você quiser percorrer o caminho do mestre, terá de praticar com diligência, esforçando-se por afiar suas habilidades a fim de atingir novos níveis de competência. Mas enquanto o faz – e este é o fato inexorável da jornada – também deverá estar disposto a passar a maior parte do tempo estagnado e continuar a praticando até mesmo quando tiver a impressão de não estar indo a parte alguma [...]” (LEONARD, 1991, p. 26-27).

5.2 A curva da maestria encontrada em outro contexto

O formato da curva da maestria está presente em outras situações. É um comportamento típico de estruturas que passam por períodos de maturação ou necessidade de um tempo de espera para que novos incrementos ocorram.

Outro exemplo de natureza menos subjetiva pode ser encontrado nos dados referentes à evolução da velocidade dos processadores da Intel[®]. Na figura 10, a seguir, observamos o comportamento gráfico desde 1971, quando foi lançado o processador 4004, até uma das versões mais recentes do Pentium IV[®] em 2004.

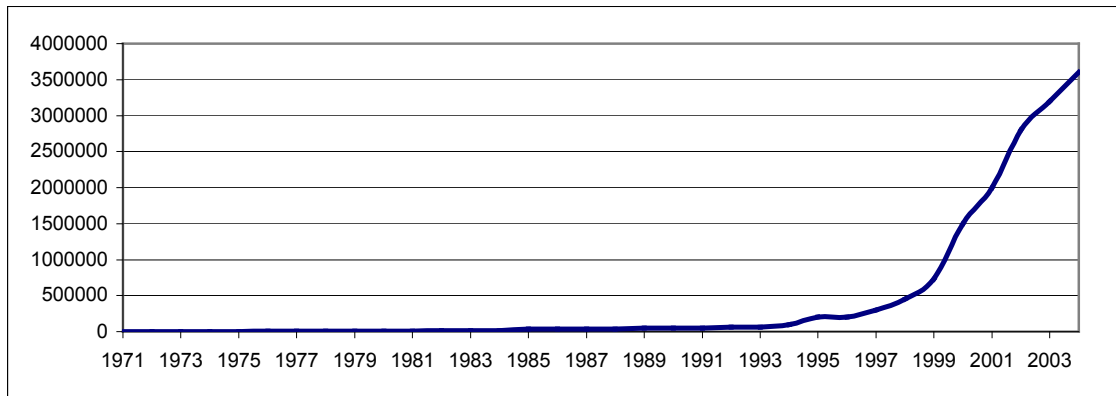


Figura 10 – velocidade em KHz, dos processadores da Intel[®] de 1971 a 2004.

Fonte: <http://www.intel.com/pressroom/kits/quickrefyr.htm>

Por se tratar uma grande variação de valores neste espaço de tempo, não fica evidente a primeira vista o padrão típico encontrado em uma eventual curva da maestria, todavia, resolvendo o problema da escala, usando uma escala vertical logarítmica, verifica-se nitidamente a semelhança do gráfico apresentado na figura 11, com a curva da figura 9. As irregularidades são inerentes à situação real.

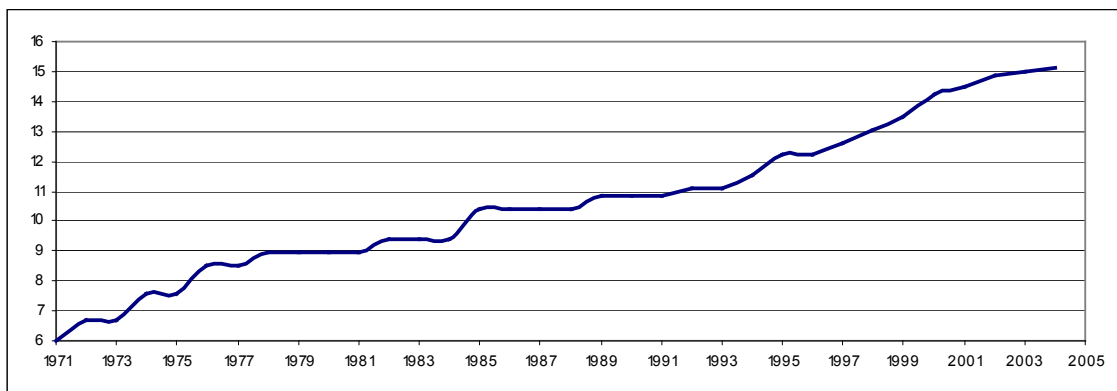


Figura 11 - Velocidade (escala de logaritmo neperiano) em KHz, dos processadores da Intel[®] de 1971 a 2004.

Fonte: <http://www.intel.com/pressroom/kits/quickrefyr.htm>

Nota explicativa: onde se lê de 1 a 16 leia-se e^n , onde $e = 2,718$ e n varia de 1 a 16, (exemplo: onde se lê 9 corresponde a $2,718^9 = 8.000$ KHz ou 8MHz.).

6 Proposição do arquétipo da maestria

Observando as figuras 9 e 11, pode-se verificar que os saltos de um patamar para outro se assemelham à curva em “S”, típica do arquétipo do limite ao crescimento, figura 8, porém encadeados de forma crescente. Observando o gabarito do arquétipo de limite ao crescimento apresentado na figura 12, vê-se que o que limita o crescimento é a constante “Restrição”. Se esta constante é o fator limitante ao crescimento, transformado-a em variável, com seu valor sofrendo incrementos regulares de tempos em tempos, tem-se um comportamento oscilante capaz de gerar sucessivas curvas em “S”. Uma estrutura oscilante deste tipo pode ser encontrada na figura 13 do arquétipo da solução quebra-galho.

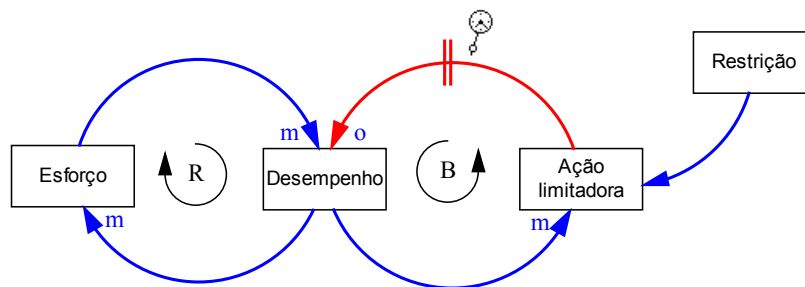


Figura 12 – Gabarito do Arquétipo de Limite ao Crescimento
 Fonte: adaptado de Kim (1994, p. 21-22).

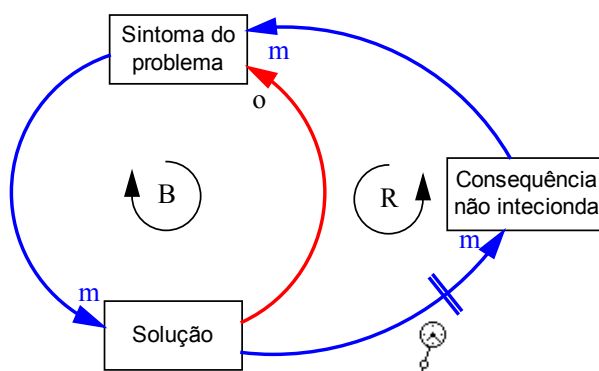


Figura 13 – Gabarito do Arquétipo da Solução Quebra-Galho
 Fonte: adaptado de Kim (1994, p. 21-22).

A união destes dois arquétipos, figuras 12 e 13, fundindo os dois ciclos de balanceamento, figura 14, gera uma estrutura que reproduz exatamente a curva da maestria. O ciclo de reforço R1 e o de balanceamento B, são responsáveis por cada um dos segmentos de curva em “S”, típica do arquétipo de limitação ao crescimento, e o mesmo ciclo B juntamente com o segundo ciclo de reforço R2, correspondem à estrutura oscilante característica do arquétipo da solução quebra-galho, que combinadas são responsáveis pelos saltos em seqüência da curva da maestria.

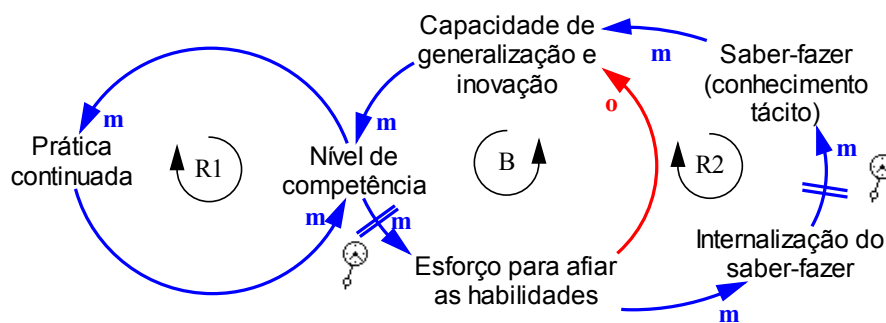


Figura 14 – O Arquétipo da Maestria

6.1 Leitura do arquétipo

A dinâmica do arquétipo pode lida da seguinte forma:

A prática continuada causa uma elevação no nível de competência, que reforça a prática, fechando o primeiro *loop* de reforço, R1.

Quando se eleva o nível de competência, realiza-se mais esforço para afiar as habilidades. Isso reduz a capacidade de generalização e inovação, por desviar a atenção para a prática em si. Quanto menor for a capacidade de generalização menor o nível de competência, fechando o *loop* de balanceamento, B.

Os esforços vão internalizando o saber-fazer, e depois de um certo tempo esse conhecimento se torna tácito. Neste ponto surge a liberdade para expandir a capacidade de generalização e inovação, mais conhecida como “surto de aprendizagem”.

A elevação da capacidade de generalização que antes estava limitando o nível de aprendizagem, agora permite que ele se expanda, ou seja, o ciclo R1 volta a impulsionar o crescimento que será limitado pela nova situação de esforço para afiar habilidades, reiniciando todo o processo de limitação, estagnação e salto, formando a curva da maestria.

6.2 Ponto de alavancagem

Senge (1990) salienta a importância dos arquétipos, considerando-os como fundamentais para se aprender e ver estruturas recorrentes que aparecem na vida cotidiana dentro e fora das organizações. Conhecendo a estrutura é possível entender seu comportamento ao longo do tempo e identificar seus pontos de alavancagem. A importância destes pontos também chamados de “pontos de influência: [...] é que neles o comportamento é sensível à mudança. Alterações nesses pontos irradiam-se por todo o sistema tornando seu comportamento diferente em todas as partes.” (FORRESTER, 1969, p.111). O ponto de alavancagem do arquétipo da maestria está em reduzir os tempos de estagnação, aproximando o próximo salto qualitativo, porém o mais importante é entender os limites dessa atuação, nem sempre é possível acelerar o processo de maturação dos aprendizados, e reconhecer isso, pode evitar comportamentos próximos da obsessão, logo o ponto de alavancagem está em saber até que ponto se pode acelerar e até que ponto deve-se deixar a estrutura seguir seu caminho e impedir que a tendência natural à homeostase seja impeditiva da jornada em busca da superação pessoal.

“Gostar da fase de estagnação é gostar do eterno agora, desfrutar os surtos inevitáveis de progresso e os frutos da realização e em seguida aceitar com serenidade a nova fase que está a nossa espera logo em seguida. Gostar da fase de estagnação é gostar do que é mais essencial e duradoura na sua vida”. (LEONARD, 1991, p.50).

6.3 O modelo em DEF do arquétipo da maestria

No DLC da figura 15, o nível de competência, o saber-fazer e a capacidade de generalização e inovação são equivalentes a estoques e, a internalização, a prática continuada e o Salto de capacidade (a ligação entre os dois estoques), como sendo fluxos. Assim, a seguinte estrutura

representa o arquétipo da maestria em DEF, usando combinação de estruturas genéricas (RICHMOND, 2001, p.70), figura 15.

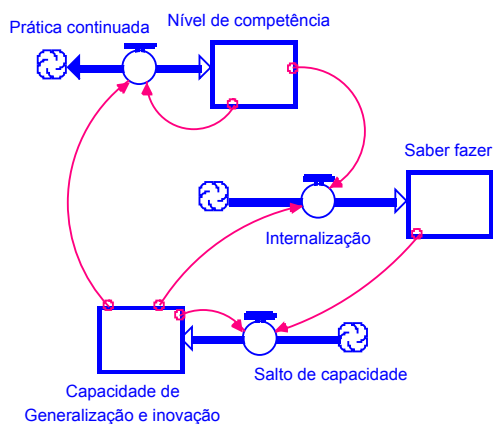


Figura 15 – Arquétipo da Maestria em Diagrama de Estoque e Fluxo (DEF)

6.4 O resultado da simulação comparado com a curva da maestria

Após incluir no modelo de DEF as fórmulas matemáticas e parametrizações, foi realizada uma simulação computacional usando o *software* iThink[®] (RICHMOND, 1997) e obteve-se o resultado exibido na figura 16, que pode ser comparado à curva da maestria sobreposta ao gráfico. Esta simulação foi realizada com parâmetros idealizados, porém o modelo permite inserir alterações para a geração de comportamentos menos regulares como os encontrados no mundo real.

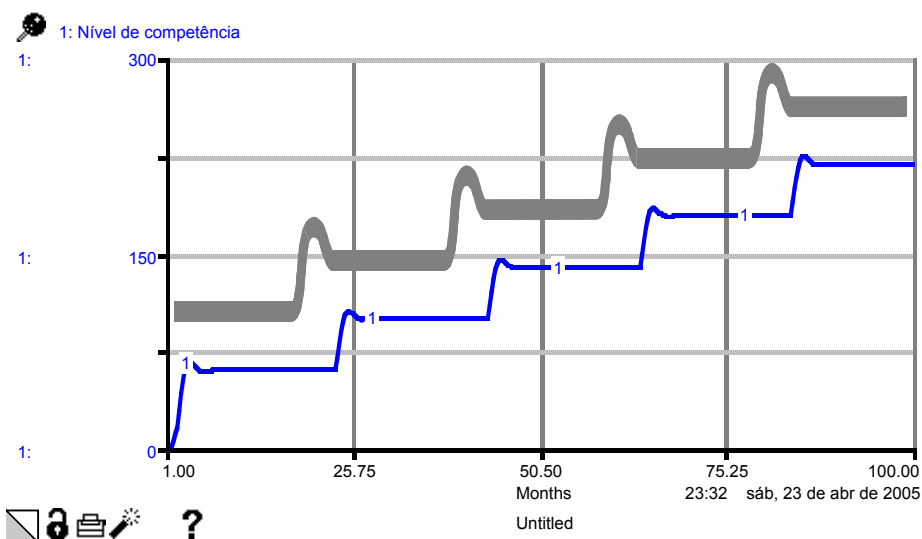


Figura 16 – Resultado da simulação do arquétipo da maestria da figura 15 com a curva original da figura 9.

6.5 Equações do modelo computacional

Na figura 17 a seguir estão listadas as equações do modelo da figura 15, construído usando o iThink[©].

```

Capacidade_de_Generalização_e_inovação(t) =
  Capacidade_de_Generalização_e_inovação(t - dt) +
  (Salto_de_capacidade) * dt
INIT Capacidade_de_Generalização_e_inovação = 20
Salto_de_capacidade = IF Capacidade_de_Generalização_e_inovação
  -Saber_fazer < 0.1 THEN 160 ELSE 0
Nível_de_competência(t) = Nível_de_competência(t - dt) +
  (Prática_continuada) * dt
INIT Nível_de_competência = 1
Prática_continuada = Delay(Capacidade_de_Generalização_e_inovação
  -Nível_de_competência,0.38)
Saber_fazer(t) = Saber_fazer(t - dt) + (Internalização) * dt
INIT Saber_fazer = 20
Internalização = Nível_de_competência/
  Capacidade_de_Generalização_e_inovação*2

```

Figura 17 – Equações do modelo computacional do Arquétipo da Maestria

As constantes encontradas nas fórmulas são estimadas e podem ser alteradas para casos particulares sem comprometimento do modelo. Elas aparecem seguidas de INIT para indicar apenas o valor inicial antes de iniciar a simulação. Durante a simulação elas assumem valores diferentes.

De Geus (apud ANDRADE, 2005) sugere que a modelagem computadorizada seja utilizada como instrumento de aprendizagem sobre a realidade organizacional, principalmente pelas equipes gerenciais, pois ela permite realizar experimentações em um "mundo virtual".

7 Motivação para pesquisas futuras

Os arquétipos podem ser descobertos e construídos a partir de estruturas simples ou de combinações de estruturas já prontas ou conhecidas. Em Senge (1995) existem dois capítulos intitulados: enriquecendo o arquétipo e sete passos para romper o travamento organizacional, que mostram acréscimos de ciclos aos arquétipos já conhecidos e combinações de arquétipos respectivamente. (GOODMAN; KIM apud SENGE et al, 1995, p. 150-161). Estes poucos exemplos ensejam a necessidade de um estudo mais aprofundado e sistematizado das possibilidades.

Um campo inexplorado é a utilização dos conceitos de fractais aplicados aos arquétipos. Estruturas de limite ao crescimento formadas por outras estruturas de limite ao crescimento e não por ciclos básicos de reforço e balanceamento.

8 Conclusão

Forrester (1968, p. 1.3), em um dos seus primeiros trabalhos, escreveu que “[...] Sem uma estrutura para inter-relacionar fatos e observações, é difícil aprender a partir da experiência. É difícil usar o passado para educar o futuro”. Afinal, “O tempo é um grande professor, mas infelizmente mata todos os seus pupilos.” (BERLIOZ apud ROBERTSON, 1997, p. 50). Usar estruturas conhecidas é uma grande economia de tempo e esforço, porque permite prever seu comportamento futuro e descobrir pontos de alavancagem. Construir modelos computacionais para simular sistemas complexos é, em si mesma, uma atividade capaz de gerar mais aprendizado do que os resultados das simulações. Complementando Forrester, sem um modelo capaz de antecipar o futuro, através da simulação, não se pode aprender a partir do futuro ou das possibilidades que o futuro reserva, restando apenas reagir a ele quando se tornar uma realidade presente.

O arquétipo proposto aqui visa ampliar uma família de 13 para 14 arquétipos. Cada nova estrutura identificada pode trazer luz sobre as dificuldades enfrentadas no dia a dia, e pode evitar que muitas oportunidades sejam desperdiçadas e muito tempo gasto, reinventando a roda, apenas para descobrir que ela está fora do eixo, ou que alguém já fez melhor. Espera-se que além do caso da Maestria e dos processadores da Intel®, outros casos sejam identificados e documentados como forma de atestar e dar robustez a este pretendo mais novo membro da família dos arquétipos.

Referências Bibliográficas

- ANDRADE, A. **Pensamento sistêmico**: um roteiro básico para perceber as estruturas da realidade organizacional. Disponível em <http://www.via-rs.com.br/pessoais/aurelio/artigo1.htm>, acessado em 2005.
- BELLINGER, G. **The way of systems**. Disponível em <http://www.systems-thinking.org/theWay/theWay.htm>, acessado em 1996.
- FORRESTER, J. **Industrial dynamics**. Portland: Productivity, 1961.
- FORRESTER, J. **Principles of systems**. Cambridge: Wright-Allen, 1968.
- FORRESTER, J. **Urban dynamics**. Portland: Productivity, 1969.
- GOODMAN, M. KARASCH, R. LANNON, C. O'REILLY, K. SEVILLE, D. **Designing a system thinking intervention**. Cambridge: Pegasus Communications, 1997.
- HINES, J. **Archetypes workbook**: version 1.1. Providence: Leap Tech e Ventana Systems, 1996.
- KIM, D. **System thinking tools**: a user's reference guide. Cambridge: Pegasus Communications, 1994.
- KIM, D. ANDERSON, V. **System archetypes basics**: from story to structure. Waltham, Pegasus Communications, 1998.

- LEONARD, G. **Maestria**: as chaves do sucesso e da realização pessoal. São Paulo: Cultrix, 1991.
- RICHARDSON, G. PUGH III, A. **Introduction to system dynamics modeling**. Portland: Productive, 1981.
- RICHMOND, B. **An introduction to system thinking**. Hanover: High Performance Systems, 2001.
- RICHMOND, B. PETERSON, S. **iThink analyst**: technical documentation. Hanover: High Performance Systems, 1997.
- RICHMOND, B. **System dynamics/system thinking**: let's just get on with it. International system dynamics conference in Stearling: High Performance Systems, 1994. Disponível em <http://www.iseesystems.com/Resources/Articles/SDSTletsjustgetonwithit.pdf>
- RICHMOND, B. **The “thinking” in system thinking**: seven essential skills. Waltham: Pegasus Communications, 2000.
- ROBERTSON, C. **The wordsworth dictionary of quotations**. Hertfordshire: Wordsworth, 1997.
- SENGE, P. KLEINER, A. ROBERTS, C. ROSS, R. SMITH, B. **A quinta disciplina**: caderno de campo. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1995.
- SENGE, P. **The fifth discipline**: the art and practice of the learning organization. New York: Doubleday, 1990.
- STERMAN, J. **Business dynamics**: system thinking and modeling for a complex world. Boston: McGraw-Hill, 2000.
- WEICK, K. **The social psychology of organizing**. 2ed. New York: McGraw Hill, 1979.