

## O Uso de Modelos em Administração

Antônio Fernando Cornélio\*

1. Todos Usamos Modelos. 2. Que é um Modelo.
3. Classificação de Modelos. 4. Construção de Modelos.
5. Aplicação de Modelos em Administração.
6. Cuidados na Aplicação de Modelos. 7. Conclusão.

Acompanhando-se o desenrolar dos diversos trabalhos sobre pesquisa operacional e sua aplicação em administração de empresas, nota-se, entre os vários tópicos normalmente enfocados, um assunto que é ponto comum e básico para o desenvolvimento de todos os outros: a utilização de modelos. Alguns desses trabalhos nos levam a concluir que a utilização de modelos, como técnica científica, no tratamento dos vários problemas ligados à empresa, pode ser altamente inovadora e positiva; além disso, a construção de modelos proporciona o reconhecimento de inúmeras questões de ordem conceitual, do campo da teoria do conhecimento científico.

A diversificação dos pontos de vista quanto à metodologia de enfoque do assunto é patente. As análises sobre o tema modelos em administração são relativamente variadas e numerosas, porém, tenta-se focar, isoladamente, aspectos tais como: construção de modelos, hipóteses, teorias, realidade aparente e *realidade (sic)*, natureza de modelos, etc. Quando não conduzem ao campo das discussões conceituais, tais análises dirigem-se diretamente aos problemas da aplicação prática de modelos, sem ao menos realizar uma introdução geral e sistemática.

\* Professor-instrutor do Departamento de Administração Geral e Relações Industriais da Escola de Administração de Empresas de São Paulo, da Fundação Getúlio Vargas.

No presente artigo pretendeu-se elaborar um estudo sôbre modelos que desenvolvesse, pelo menos, os seguintes tópicos:

- um embasamento conceitual que abrangesse tanto quanto possível os diversos conceitos empregados no estudo de modelos;
- parágrafos que definissem a natureza de um modelo e seu significado geral;
- considerações sôbre a construção de um modelo;
- algumas aplicações de modelos em administração de emprêsas;
- algumas colocações de ordem teórica que ajudassem no desenvolvimento das técnicas de construção de modelos.

O presente trabalho tem como objetivo, acima de tudo, divulgar essa útil técnica; para tal, consistiu em selecionar e sistematizar informações existentes a respeito.

### **1. Todos Usamos Modelos**

Em razão da fôrça de expressão ou das distorções que visam à simplificação, muitos conceitos científicos se popularizam com o tempo e ganham uma conotação tôda especial, muitas vêzes contribuindo bastante para criar obstáculos à reflexão analítica das pessoas. Um dêles é o conceito popular de modelo, o qual poderíamos definir como: objeto, pessoa ou sistema que exprime propriedades super-refinadas e de alta qualidade — paradigma. Assim, pois, temos o aluno-modelo, a escola-modelo, a fazenda-modelo, etc. Neste artigo, o termo não será usado nesse sentido restrito, e sim em conotação bem mais ampla e abrangente.

O homem pensa, planeja, avalia e toma uma série de decisões, através de modelos, de tudo aquilo que êle pode, consegue ou deve contemplar e observar. Por exemplo, suponhamos que se esteja à procura de diversão e que existam três alternativas de escolha: o cinema, o teatro ou um jôgo de futebol. A pessoa elabora, então, modelos de alternativas para gastar o seu tempo. Tais modelos poderiam ser descrições verbais, programas, orçamentos, avaliação de distâncias e assim por diante; tenta-se com isso conseguir uma configuração dos lugares aonde se pode ir. A utilidade e a justificativa de cada modelo dependem das possibilidades de simulação, teste e

avaliação de cada alternativa possível. Como se vê, a aplicação de modelos envolve uma série de injunções e exige considerações bastante amplas.

## 2. Que é um Modelo

Um modelo, no entender de WILLIAM LAZER, é “simplesmente a *percepção* ou um *diagrama* de um todo complexo ou de um sistema”. Envolve a representação de relações em termos matemáticos. Não seria preciso citar todos os conceitos expostos por diversos autores para se chegar à conclusão de que (lembrada a observação inicial quanto ao sentido comum da palavra) o conceito de modelo não foge muito da noção de representação de um objeto, protótipo ou sistema. Esta colocação conceitual tão simples é bastante intuitiva e, muitas vezes, bem prática para a simplificação de discussões ou apresentações; porém, deixa muito a desejar, visto que relega a segundo plano alguns aspectos importantes que poderiam auxiliar bastante no processo da melhor compreensão e fixação do que seja o modelo.

Tal consideração, todavia, não invalida os conceitos comuns de modelo, mas sim enfatiza a necessidade de um enfoque que seja mais fundamentado e mais adequado para passar por uma análise científica crítica.

A ciência procura explicar os fenômenos com que nos deparamos no decorrer de nossa vida. Conta, nesta árdua tarefa, com construções e leis. Essas leis se estabelecem e se fundamentam na fixação de relações entre objetos e características de objetos que são simplesmente tidos como observáveis. Entretanto, com frequência nos deparamos com problemas bastante complexos no que toca à explicitude das relações existentes nêles. É necessário, então, a utilização de premissas bem amplas, entidades inobserváveis e que se estruturam num corpo de hipóteses — entendendo-se por hipóteses, considerações sujeitas a posteriores comprovações. Temos assim a evolução da teoria. Uma teoria tem como propriedades intrínsecas o emprêgo de entidades não observáveis, o abandono do nível factual e a condição de se situar um esquema explanatório num nível acima dos fatos.

Aqui se trata da aplicabilidade de um modelo. Uma abertura dentro do acima exposto fica bastante evidente ao leitor. Para explicá-la

necessitaríamos da introdução de um novo conceito: correlação epistêmica, a qual pode ser definida como a relação que liga um componente observável a um componente inobservável. Pode-se imaginar a dificuldade no estabelecimento dessas correlações. A diversificação dos modos pelos quais essas correlações aparecem não permite a montagem de uma estrutura esquemática e explicativa em seu todo. Os métodos de pesquisa aplicados à administração de empresas têm se valido da formulação de teorias que tentam explicar o mecanismo estrutural de um fenômeno — principalmente no campo da pesquisa operacional. Tais teorias são testadas e, após passar novamente pela observação dos fatos, são modificadas ou não, segundo os resultados encontrados. O processo continua até uma fase em que os objetivos traçados são satisfeitos em termos de sua validade ou invalidade. A dificuldade apresentada pela utilização de estudos sobre fenômenos diretamente observáveis também é grande. O que se faz, nesse caso, é tentar montar uma réplica ou configuração em que, de forma simplificada, porém, resguardando-se os elementos que se considera importantes, procura-se reproduzir a estrutura enfocada, ou seja, construir-se um modelo.

É este um modo objetivo e comum para a representação da correlação epistêmica, ou seja, o elemento que faz o trabalho de ligação entre o não-observável e o observável. Na metodologia científica, os modelos ocupam posição de destaque. Os seus méritos se alicerçam na facilidade de manipulação (aplicação de testes empíricos) gerada pela simplificação da teoria levantada. Rápidamente, pois, pode-se concluir que a elaboração de um modelo pressupõe um processo de abstração, justamente pelo próprio conceito anteriormente desenvolvido — elemento de ligação entre fenômenos observáveis e inobserváveis, ligação essa que variará de intensidade em razão direta da complexidade do fenômeno, objeto ou estrutura estudados

### **3. Classificação de Modelos**

A classificação de modelos é uma tarefa realmente difícil. Seus principais problemas decorrem da existência de muitas características e dimensões diferenciadoras que podem ser usadas. Para ilustrar nosso ponto de vista, vejamos o que alguns conhecidos estudiosos realizaram nesse sentido.

Segundo IRWIN D. J. BROSS, os modelos classificam-se em: modelos físicos, modelos abstratos e modelos simbólicos.

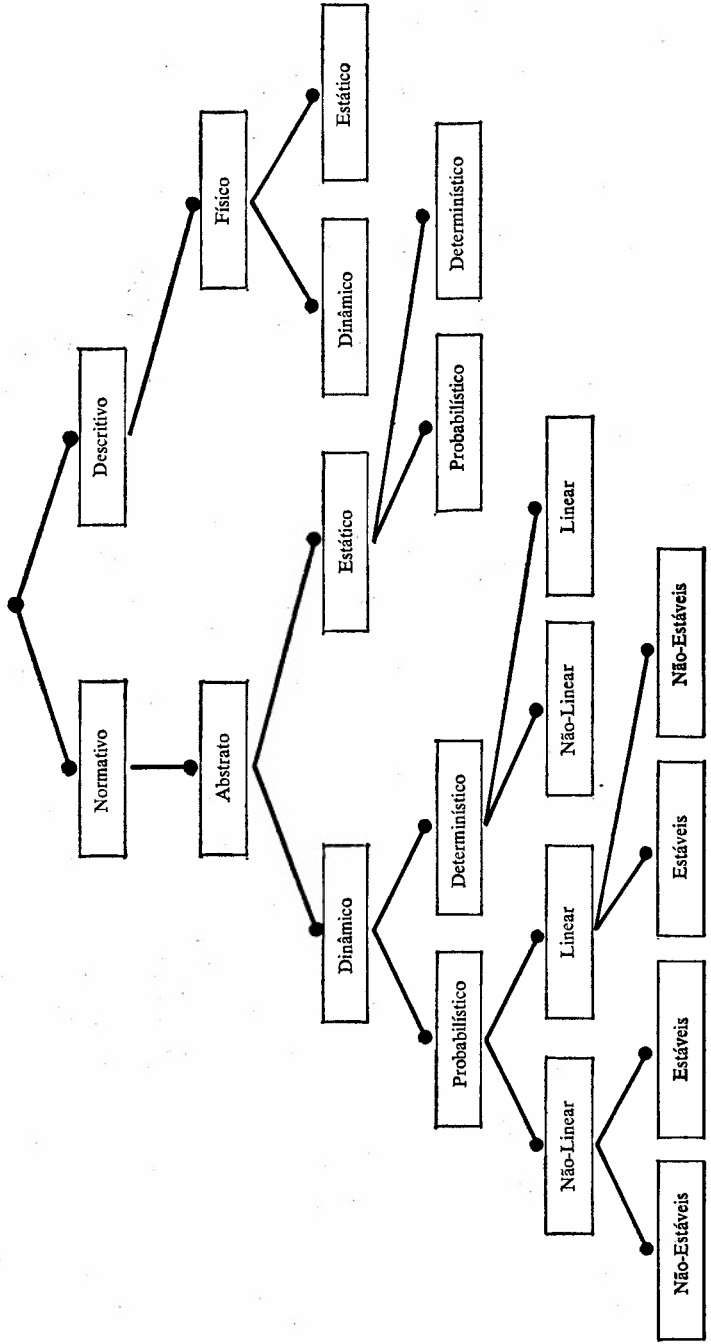
Segundo MELVIN E. SALVESON, os modelos classificam-se em: modelos icônicos, modelos simbólicos e modelos analógicos. Os *modelos icônicos* são aqueles que se tentam assemelhar a um protótipo — croquis, *layouts*, fotografias, planos, etc. Os *modelos analógicos* são baseados numa correspondência ou similaridade entre diferentes fenômenos naturais; esse tipo de modelos não é praticamente aplicável ao comportamento de uma empresa, em razão da dificuldade de se fazer analogia entre esse comportamento e os fenômenos naturais. Os *modelos simbólicos* são baseados num tipo de abstração que pode aparecer tanto em forma puramente lógica ou matemática, como também em forma descritiva.

Segundo WILLIAM LAZER teríamos a seguinte classificação, em que se nota a influência do aspecto *marketing*, e que julgamos bastante interessante: modelos objetivos e modelos sistemas. *Modelos objetivos* são aqueles que partem de uma tarefa mercadológica a ser atingida e da utilização dos recursos da empresa para ativar o processo, tão eficientemente quanto possível; fundamentalmente representa ativação dos objetivos mercadológicos e não, necessariamente, dos objetivos da organização. Nos *modelos sistema*, a base de configuração não é um objetivo e sim o sistema funcional total; é um modelo que os utilizadores da pesquisa operacional adotam quando concebem a administração empresarial como um grande sistema de ação.

Do acima exposto conclui-se que é bastante difícil a tentativa de classificação que abranja todos os possíveis tipos de modelos existentes.

Mais duas classificações merecem, a nosso ver, mais atenção. Uma delas é a de KUHEN que prima pela objetividade em seus inovadores conceitos de modelos determinísticos e probabilísticos, normativos e prescritivos; essa classificação, porém, nos parece bastante sumária em suas ramificações. A outra é a de JAY FORRESTER, que deixou em aberto os dois ramos acima, mas é bem mais ramificada e abrangente apesar disto. Partindo dessas duas classificações procuramos chegar a uma outra, num esforço de integração que, esperamos, possa atender em parte a dificuldade de identificar determinado modelo quanto à sua classificação. (Ver Quadro 1).

**QUADRO 1: Quadro Representativo da Classificação de Modelos: Elaborado pelo autor a Partir das Classificações de FORRESTEN, JAY e FUHEN**



Essa classificação começa pela divisão mais geral dos modelos em normativos e descritivos. Um modelo *normativo* deve ser compreendido como uma *estrutura-guia* de um sistema, processo ou fenômeno. Segundo LAZER, “dado um conjunto de objetivos de uma empresa, um modelo normativo poderá ser construído através da elaboração de normas e regras que orientam as operações visando a atingir tais objetivos”.<sup>1</sup> Os modelos *descritivos* são aqueles que ilustram o comportamento atual de um sistema e, em alguns casos, o desempenho de seu futuro comportamento. A maioria das simulações<sup>2</sup> que encontramos nos processos de administração de empresas representam ou podem ser identificadas como modelos descritivos.

A segunda divisão da classificação diz respeito à consideração dos modelos de acordo com sua estrutura: abstratos e físicos. Os modelos *físicos* são os mais facilmente compreendidos, visto que são réplicas físicas de formas, conteúdo, peso, dimensão, etc. — normalmente em escala — dos objetos ou sistemas estudados. Os modelos *abstratos* são aqueles que se compõem de símbolos em lugar de elementos físicos palpáveis; apesar de serem amplamente utilizados no dia a dia, os aspectos de linguagem e pensamento limitam em muito a sua compreensão. Um exemplo clássico é o da descrição feita por um técnico do fluxo de atividades administrativas de uma empresa; apesar de ser objeto de restrições, tais como: “não é realmente a empresa em funcionamento”, trata-se de um importante instrumento pelo qual raciocinamos, retiramos e adicionamos informações visando a metas e objetivos.

Os modelos abstratos e físicos podem ser: dinâmicos ou estáticos. Por modelo *dinâmico* deve-se compreender aquele que é construído objetivando-se descrever tanto uma situação de equilíbrio como uma situação de transição; por essa razão, é bem mais difícil de construir. O modelo *estático* é de fundamental interesse na análise das condições de equilíbrio que deve descrever. Como exemplo poderemos citar a representação da estrutura de uma empresa quando se procura manter constantes todas as variáveis.

Os modelos dinâmicos — somente quando abstratos — podem ser:

1. probabilísticos: não-lineares (estáveis ou não-estáveis) e linea-

<sup>1</sup> LAZER, William. The Role of Models in Marketing, *Journal of Marketing*, abril de 1962, vol. 26, n.º 2.

<sup>2</sup> Entendendo-se por simulação o processo de condução de experimentos num modelo, ao invés de tentá-lo com um sistema real.

res (estáveis ou não-estáveis); 2. determinísticos: não-lineares e lineares. Os modelos estáticos podem ser — somente quando abstratos: 1. probabilísticos: não-lineares e lineares; 2. determinísticos: não-lineares e lineares.

Conceitua-se como *determinístico* aquêlo que indica um relacionamento exato e fixo entre conjuntos de suas variáveis. Um modelo é *probabilístico* ou *estocástico* quando leva em consideração a inclusão do risco ou do aparecimento de um evento estocástico no seu relacionamento interno; ou seja, algumas das suas variáveis são fatores randômicos e não se pode determinar exatamente seus comportamentos. Os modelos probabilísticos apresentam dificuldades ligadas à área dos cálculos da computação. Todavia, com o advento do processamento eletrônico de dados, tornaram-se muito mais operacionais. Os modelos determinísticos são menos dependentes da computação e, por isso, tendem a ser mais largamente usados.

De acôrdo com a mesma classificação, os modelos podem ser ainda lineares e não-lineares. São *lineares* quando o sistema que representam segue uma lei linear; em outras palavras, os efeitos externos sôbre o sistema são puramente aditivos e as respostas, a cada movimentação propiciada ao sistema, são independentes dos estímulos (*inputs*) que a precedem e sucedem. Assim, por exemplo, se a um determinado número de ordens (representadas por  $x_1$ ) de compras ocorrerem  $10x_1$  de um determinado fenômeno na empresa, a um aumento de 10% no volume de ordens de compras corresponderá sempre um aumento de  $10(x_1 + \frac{10x_1}{100})$  no nosso fenômeno, sem se levar em consideração os diversos *inputs* que pudessem alterar essa relação. Os modelos são *não-lineares* quando o sistema que representam não segue uma lei linear; os modelos de programação quadrática, nos quais o relacionamento entre as variáveis componentes segue uma equação de 2.º grau, servem como um bom exemplo da conceituação acima.

Os modelos *dinâmicos*, como já foi anteriormente dito, mudam suas condições iniciais depois de manipulados; não seria bem o modelo e sim o sistema que êle representa, portanto, não seria legítimo falar-se em “mutação do estado do modelo” mas sim em “representação da mutação do estado do sistema”. Desta maneira os modelos dinâmicos se bifurcariam, num esforço explanatório em: estáveis e não-estáveis.



Um modelo *estável* é aquele em que se tenta representar um sistema estável, isto é, aquele que após ativado volta ou tende a voltar às condições iniciais que existiam antes do processo de estimulação. Um modelo estável clássico é aquele representativo da movimentação de um pêndulo (equações) e, em administração, a representação da ciclagem de vendas sazonais ou modelos dinâmicos de controle de estoques, nos quais o limite ótimo — investimento e atendimento — é uma meta a ser mantida em função do fluxo de pedidos dos itens em estoque.

O modelo *não-estável*, por outro lado, representa um sistema que, após ativado, tende a desenvolver a sua amplitude de movimentação e, conseqüentemente, a se afastar sobremaneira de sua condição inicial. Um modelo interessante e ilustrativo é o da teoria explicativa do *span of control*, desenvolvida por GRAYCUNAS; nesse modelo tenta-se estabelecer e verificar o processo de dinamização das interrelações pessoais existentes num grupo de trabalho ou unidade organizacional, quando se introduz um ou mais elementos nesse grupo.

#### 4. Construção de Modelos

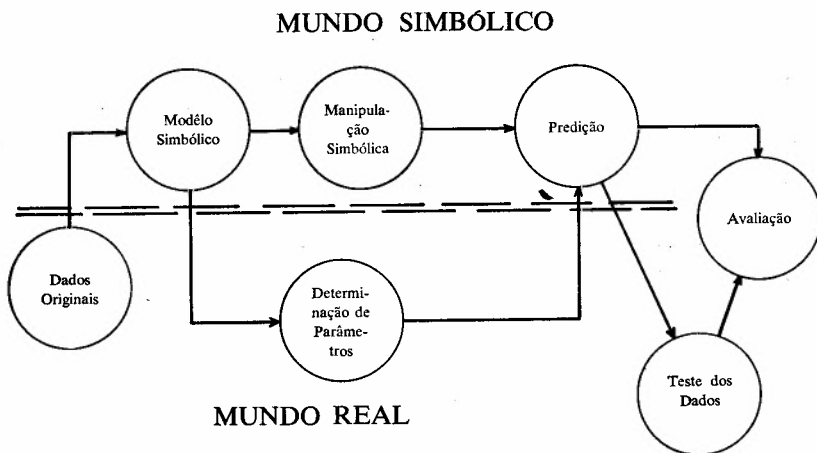
A função de construção de um modelo e de sua aplicação não é de substituir, através de passos e etapas, a intuição e o bom senso, mas, em forma mais profunda, a de reforçá-los. Assim tenta-se, através da racionalidade e da formalização, manipular com mais objetividade a incerteza e o complexo, coisa que o bom senso e a intuição evidentemente não bastam para fazer. Interessante notar que apesar de ter um caráter de busca do racional e do formal, o modelo pode ser algo que seu criador deseja que ele seja; isto é, a subjetividade em sua manipulação e construção constitui um aspecto bastante importante dos modelos.

Consciente ou inconscientemente, o processo de construção de um modelo tem sido o mesmo através dos tempos. Os instrumentos ou elementos do modelo é que se têm refinado; como exemplo temos: os sistemas de alfabetos, palavras e linguagem (especialmente o desenvolvimento da linguagem matemática), os computadores, etc.

Entre os processos de construção de modelos há dois que, em resumo, englobam todos os outros; são eles: a) processo de predição, b) processo de abstração. Entretanto, também esses dois apresentam uma

característica comum a qual em última análise define bem todo um processo de construção de um modelo: a construção de um modelo segue um programa que envolve um ir e vir, durante o processo, ao mundo simbólico e ao mundo real. Gráficamente, isto pode ser assim demonstrado:

QUADRO 2: *Programa de Mudanças de Direção Quando do Processo de Elaboração de Modelos*



Fonte: Bross, Irwin. *Design for Decisions*, The MacMillan Company, 1953.

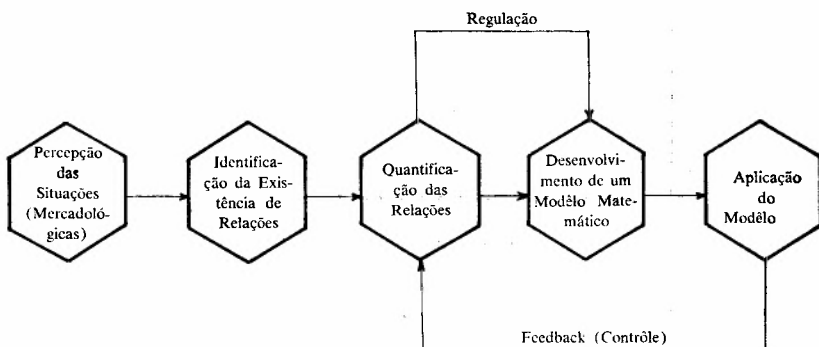
O modelo visa essencialmente adequar-se a algumas variáveis básicas da realidade (aliás razão de sua elaboração), não podendo, pois, prescindir dos passos acima e de seu caminho de ida e volta entre os dois mundos. Os caminhos pelo mundo simbólico envolvem todo um processo criativo por parte do construtor. Sua imaginação deve ter *as rédeas soltas*, no afã de com isto elaborar e criar situações simbólicas, que ao serem trazidas ao mundo real deverão ser ajustadas (notadamente aos parâmetros de cada fenômeno enfocado e testes dos dados) a novos dados de um tipo completamente diferente daqueles tomados como base para abstração no ponto inicial do diagrama (ver quadro).

No decorrer da apresentação dos dois processos mais comuns de construção de modelos procuraremos tratar com mais clareza dos aspectos acima citados.

#### 4.1 CONSTRUÇÃO ATRAVÉS DA ABSTRAÇÃO

Na construção através da abstração, o construtor deve perceber uma determinada situação a ser estudada de tal forma que obtenha condições de montar *a priori* um esquema de relações entre algumas variáveis. Estabelecidas essas relações, deverá passá-las pelo filtro dos dados, experimentos e simulações, visando a quantificar as relações aprioristicamente determinadas. Buscará, então, estruturar o modelo, firmando suas bases de apresentação, se possível matematicamente. A fase seguinte é a de sua aplicação à realidade. Apesar de formulado e estruturado, o modelo ainda não está definitivamente construído. Nos modelos elaborados pelo processo de abstração, esta última fase acima e a identificação das relações são etapas fundamentais. Tenta-se estabelecer nesta fase a percepção dos desvios ou acertos do modelo, montando-se para isso o chamado *feedback* (retroalimentação), que fornecerá ao construtor as bases para o julgamento da efetividade do modelo e, conseqüentemente, as condições de modificar as “relações conceptuais percebidas” (LAZER). Partindo-se novamente do filtro de quantificação das relações, volta-se ao desenvolvimento do modelo e assim à fase de sua aplicação.

QUADRO 3: *Construção de um Modelo por Abstração*



Fonte: LAZER, William. *The Role of Marketing Models*, op. cit.

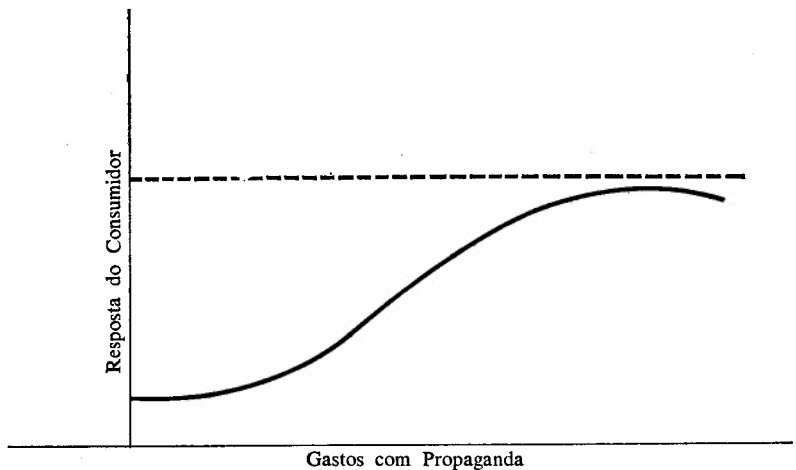
WILLIAM LAZER nos dá um excelente exemplo de construção de modelos por abstração, aplicado à mercadologia. Enfoca, nesse exemplo, o problema dos gastos com propaganda e o comportamento dos

consumidores. Diz êle que, usando da observação, o construtor de modelos determina a existência de uma relação entre o fluxo de gastos com propaganda e as respostas dos consumidores em termos de compras. Detectada a existência de tais relações, monta-se um processo de pesquisa visando à fixação de sua quantificação, o que deverá permitir sua expressão em termos de fórmulas matemáticas. Utilizando-se conjuntamente um potencial de dados de pesquisa, a aplicação do modelo irá determinar a retroalimentação necessária ao refinamento matemático do mesmo. Suponha-a, por exemplo, que o modelo deva representar o comportamento do consumidor frente aos gastos em propaganda, dentro das seguintes relações:

- |                              |   |
|------------------------------|---|
| ▪ Nenhum gasto               | Vendas mínimas  |
| ▪ Aumento gradual nos gastos | Aumento gradual nas vendas                            |
| ▪ Grande aumento nos gastos  | Tendência à estabilização das vendas num certo limite |

O modelo gráfico representando equação da curva seria o seguinte:

QUADRO 4: *Relação da Resposta do Consumidor para Gastos com Propaganda*



Fonte: LAZER, William. *The Role of Models in Marketing*, Journal of Marketing, vol. 26, n.º 2.

Este modelo ser-nos-á bastante útil para:

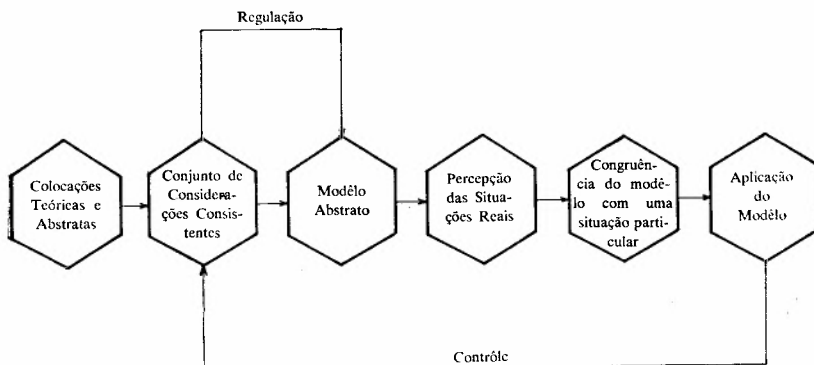
- a determinação da alocação ótima de gastos com propaganda;
- a determinação de curvas de respostas propaganda-vendas;
- a análise do impacto dos atrasos nos efeitos da propaganda.

#### 4.2 CONSTRUÇÃO DE MODELOS POR PREDIÇÃO

Em sua fase inicial, o processo de construção de um modelo *por predição* é bastante diferente do anterior, mas em suas três últimas fases muito se assemelha àquele. O processo de construção de modelos por predição é o que mais está prêso ao fenômeno da criatividade. Nêle, o construtor parte de algumas colocações teóricas e abstratas retiradas de áreas do conhecimento humano, ajusta suas idéias centrais, fundamentadas nessas colocações, a um conjunto de considerações lógicamente consistentes e elabora o modelo, até êste ponto ainda abstrato. A partir daí, passa a uma atitude de percepção das situações da realidade; e o modelo abstrato pode ou não coincidir com as percepções da realidade. Daí concluímos que o caráter apriorístico da abstração é essencial a êste processo de construção. Compara-se, então, tais situações reais com o modelo e tenta-se estabelecer as suas congruências. Realizada tal fase, passa-se à aplicação do modelo (utilização prática). Mas o processo ainda não está findo. Esta aplicação preliminar oferece condições para a realização do que a novel teoria sistemática chama de *contrôle e regulação*. O *contrôle* nos é fornecido pela comparação entre o que acontece na realidade e os resultados advindos do modelo aplicado. Tal *estímulo* suscitará modificações no conjunto de considerações consistentes, que por sua vez acionarão as bases do mecanismo de regulação emitindo êste último *inputs* que serão tomados como formas de ajustamento do modelo.

Para ilustrar a aplicação do processo, recorreremos a uma nossa recente e atual experiência. Há pouco tempo, ao examinarmos um problema de simulação empresarial, sobressaiu-nos, talvez produto dos conceitos básicos de simulação e experiência prática com amostragem do trabalho, a questão da adequabilidade da aplicação da fórmula empregada pela amostragem do trabalho visando à determinação do número de observações necessárias para que uma simulação atin-

## QUADRO 5: Construção de Modelos por Predição



gisse um certo grau de confiabilidade e erro estimado, previamente determinados. No momento discutia-se a possibilidade da aplicação da simulação como busca de comprovação do *steady state* de uma cadeia de MARKOV. Passamos a buscar a consistência das considerações evocadas. Elaboramos um modelo abstrato, e a partir das percepções de uma série de fatos ocorridos na realidade buscamos a sua consistência. Como frisei, a nossa experiência é atual. O próximo passo, aliás fundamental, será o de buscar uma série de conclusões que deverão ter o fim precípua de acionar o mecanismo de controle e regulação do modelo; ajustá-lo a uma resposta definitiva de sua validade ou não. Se se observar detidamente, poder-se-á identificar exatamente todo o processo de elaboração de modelos por predição, apesar da utilização de duas técnicas amplamente conhecidas: a amostragem e a simulação.

### 5. Aplicação de Modelos em Administração

Como se poderá deduzir das nossas exposições anteriores, os modelos vêm sendo cada vez mais aplicados no estudo da empresa, principalmente com o advento da pesquisa operacional.

A ênfase na sua elaboração se prende, a nosso ver, às vantagens que um modelo pode oferecer ao tentar atingir seus objetivos específicos. Queremos com isso levantar a questão de que, além de um fim previamente determinado, um modelo tem na maioria das vezes algumas

outras funções que surgem quando da sua manipulação. À idéia de funções estaria prêso todo um processo de avaliação de modelos. Quais seriam tais funções? Segundo DEUTCH,<sup>3</sup> os modelos têm quatro funções primordiais:

a) *Função de organização* — a *habilidade* que um modelo possui de permitir — e muitas vezes forçar — a ordenação e reorganização de dados separados e distantes, mostrando, entre êles, similaridades e conexões que quase sempre nos passam desapercibidas.

b) *Função de predição* — a capacidade, da qual está apoderado o modelo, de nos fazer conhecer alguns resultados futuros. A nosso ver é sua mais importante função. O grau de precisão e qualificação da predição vai depender diretamente do tipo de resposta procurada (intervalo e qualificação) e do cuidado com que o modelo é construído ao se seguirem os passos indicados para sua elaboração. Para ilustrar: um modelo pode ter quanto à qualificação um baixo grau de predição — respostas *sim* ou *não*, por exemplo — ou um alto grau de predição — recentes modelos probabilísticos, visando a determinação de estocagem ótima, por exemplo, nos quais a precisão dos pormenores é muito necessária.

c) *Função de mensuração* — tal função está diretamente ligada à anterior e apresenta duas formas diferentes, de acôrdo com o tipo de modelo empregado. Assim é que: 1. nos modelos abstratos dinâmicos ou estáticos ela é visível e faz parte *a priori* de seus conteúdos. Assim, por exemplo, é bastante difícil ao se pensar em modelos probabilísticos (estáticos ou dinâmicos) deixar de levar em conta os valores das probabilidades e a nítida função de *mensurar* que êles envolvem. 2. nos modelos *físicos*, a função de mensurar pode, muitas vezes, não estar explícita durante um determinado intervalo de tempo. As maquetas, os modelos em escala de um modo geral, só a partir de um determinado instante é que perdem um pouco o seu caráter descritivo, passando a incluir a idéia de valores mensuráveis ou mensurados.

<sup>3</sup> Tal experiência passou-se conjuntamente com o Prof. PAULO CLARINDO GOLDSCHMIDT e será brevemente divulgada num trabalho realizado por mim e o prezado colega, intitulado *A Amostragem e Sua Aplicação às Técnicas de Simulação*.

d) *Função heurística* — muitas vezes as predições e as mensurações não podem ser comprovadas pela utilização das técnicas conhecidas. Nesse caso seria necessário simplificar o campo, ou campos, de incidência dos modelos, e sobre eles iniciar um processo de pesquisa empírica que ajudasse na descoberta de novos fatos e novos métodos e, assim, facilitasse aquela aplicação técnica anteriormente citada. A função heurística decorre da facilidade de manipulação, processamento e, muitas vezes, do grau de identificação com a realidade que o modelo possui.

Gostaríamos ainda de acrescentar às quatro funções acima citadas mais uma que julgamos de grande importância:

e) *Função descritiva* — em seu sentido mais amplo, tal função representa o arcabouço, a estrutura do modelo. Está prêsa, inclusive, ao próprio sentido da palavra modelo. Um modelo tem sempre que descrever; o grau dessa descrição é que pode variar e, com êle, melhorar ou piorar a explicação do comportamento de uma realidade *modelada*. Todos nós sabemos que a realidade é muito complexa; ao buscarmos delinear alguns de seus atributos básicos — quase sempre usando de abstrações — nada mais estaremos fazendo do que buscando representá-la e descrevê-la. Por suas dimensões (escala) ou pela redução do número das muitas variáveis da realidade, o modelo é muito mais manipulável do que esta. Mais ainda, em cada simulação (processamento), amplia-se a faixa de descrição e aumenta o horizonte modelado, na maioria das vezes, o que vem a facilitar o encontro de melhores soluções em administração de empresas — principalmente, hoje em dia, na área mercadológica. Conclui-se que o modelo atinge seus objetivos fundamentais a partir da descrição; é através dela que se determina um ponto bastante importante, ou seja, o nível de generalização que o modelo atinge e, por decorrência, o grau de realidade que êle representa.

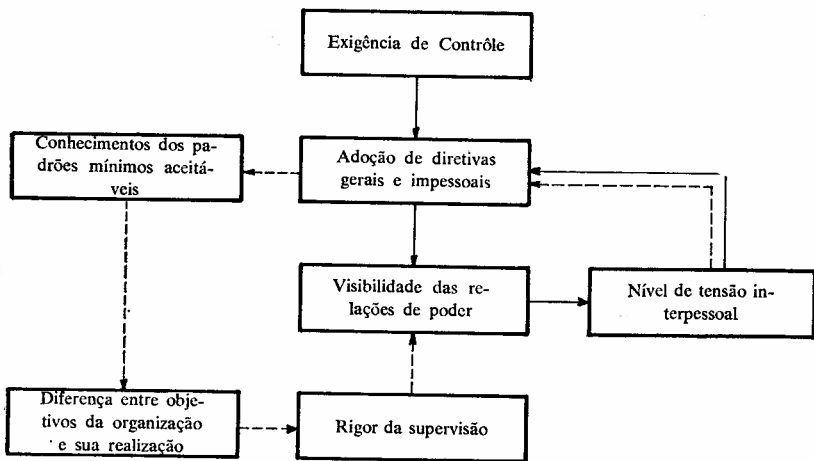
Em administração de empresas, atualmente, a construção de modelos e sua aplicação torna-se quase que uma constante. Praticamente, tôdas as áreas que a compõem utilizam tais instrumentos. Algumas, buscando modelos descritivos quase sem quantificação das variáveis; outras, preponderantemente quantificadas. As áreas operacionais (funções técnicas) das empresas, *marketing*, produção, finanças, etc., muitas vezes apresentam belíssimos modelos com alta sofisticação e



alto índice de previsibilidade dos resultados. Os modelos de decisões para propaganda baseados na aplicação do teorema de BAYES são alguns exemplos típicos. Na área de produção, os modelos baseados no método Monte Carlo de simulação para estoques, na teoria das filas de espera para montagem, usinagem, etc., são bons exemplos de alta quantificação matemática e estatística.

A teoria de organização já caminha a passos largos na busca de utilização de modelos quantificados; nessa área, os modelos descritivos são bem comuns. Uma boa comprovação de nossa afirmativa pode ser encontrada em HERBERT A. SIMON.<sup>4</sup> Um dos modelos clássicos empregado pela teoria de organização, e que nos serve aqui como exemplo, é o chamado modêlo de GOULDNER, que tenta explicar os efeitos da aplicação de supervisão ou de normas visando a atender a demanda de contrôle por parte de uma emprêsa:

QUADRO 6: *Modêlo Goudner*

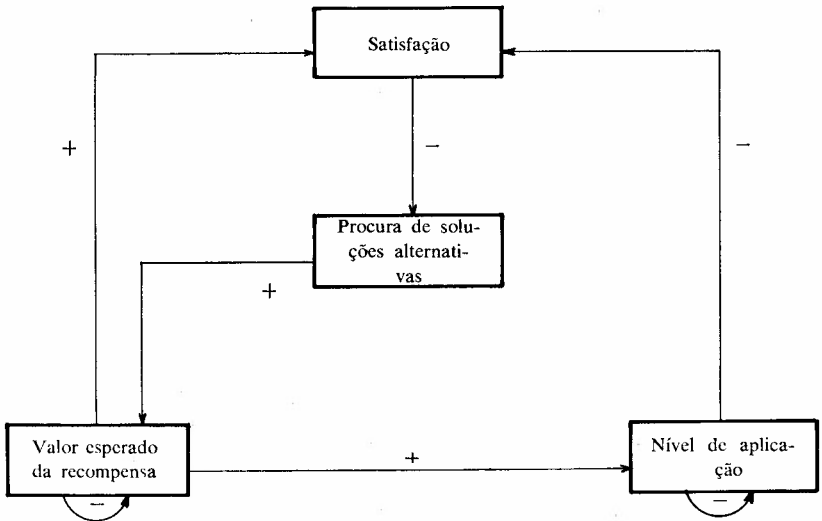


Fonte: Apresentado de acôrdo com SIMON, Herbert A. *Teoria da Organização*, F. G. V., 1967.

HERBERT SIMON, ao enfocar os aspectos de satisfação e produtividade, desenvolve um modêlo descritivo dinâmico determinístico:

<sup>4</sup> SIMON, Herbert A. & MARCH, J. G. *Teoria das Organizações*, Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, 1967.

## QUADRO 7:



Fonte: SIMON, Herbert. *Teoria de Organização*, F. G. V., p. 67.

Em linguagem simbólica matemática, a estrutura e a dinâmica desse modelo podem ser assim representadas:

S = satisfação

A = nível de aspiração

L = grau de procura

R = valor esperado da recompensa.

$$\frac{\delta A}{\delta t} = \alpha (R - A + a), \text{ onde } a > 0, \alpha > 0$$

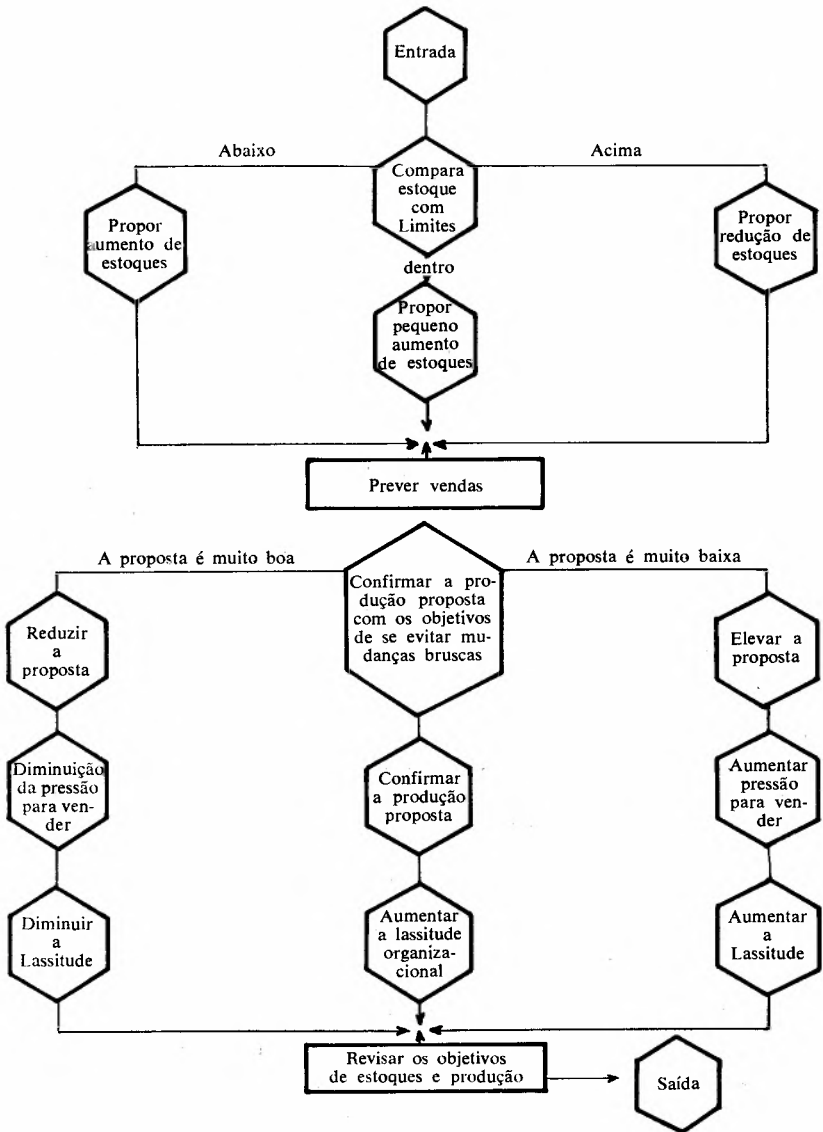
$$S = R - A$$

$$L = \beta (\bar{S} - S), \text{ onde } \bar{S} > 0, \beta > 0$$

$$\frac{\delta R}{\delta t} = \gamma (L - b - cR), \text{ onde } \gamma > 0, b \geq 0, C > 0.$$

É sabido que a estrutura do movimento *behaviorista*, como teoria organizacional, está intimamente ligada à idéia do estudo das decisões empresariais. Ao considerar as decisões sobre vendas, MARCH e

QUADRO 8: *Modêlo de uma Decisão para Fixação de Quantidade de Produto em Estoque*



Fonte: CYERT, R. M. e MARCH, J. G. *Teoría de las Decisiones Económicas en la Empresa*, p. 189.

CYERT<sup>4</sup> reduziram o comportamento do subsistema empresarial de vendas a duas variáveis: preços e quantidades. Quando consideraram a determinação de estratégias para a fixação de quantidades de produtos em estoque, elaboraram um interessante modelo; partem do pressuposto de que existe um nível mínimo e um máximo como parâmetros.

A chamada árvore de decisões é um modelo atualmente muito aplicado e bastante melhorado com a utilização do teorema de BAYES, principalmente no que diz respeito às probabilidades condicionais e marginais e da teoria de utilidade. É um modelo *normativo-probabilístico* algumas vezes, e *normativo-determinístico* em outras. É probabilístico no que tange aos eventos e determinístico no momento da alternativa decorrente de uma decisão<sup>6</sup>.

Seria possível demonstrar uma série de modelos empregados pela administração atualmente e, até, analisar um por um, em termos de suas vantagens específicas. Entretanto, isso não caberia neste artigo como matéria. O que julgamos de importância relatar e enfatizar é o fato de que podemos utilizar os modelos para pesquisas e decisões de um modo geral, especificamente em administração empresarial. Dentro deste prisma, gostaríamos ainda de levantar uma questão de grande importância: os cuidados que se deve ter na aplicação de modelos.

## 6. Cuidados na Aplicação de Modelos

Dentre esses cuidados destacaremos dois:

- a) atenção aos perigos de super-simplificação;
- b) atenção ao fato de que nenhum modelo pode duplicar completamente a realidade.

O primeiro está diretamente ligado aos riscos a que uma abstração normalmente nos conduz. Não que a simplificação seja abominável ou deva ser eliminada da construção do modelo. Não é este o sentido. Queremos é chamar a atenção de quem manipula modelos para o fato

<sup>5</sup> CYERT, R. M. & MARCH, J. C. *Teoría de las Decisiones Económicas en la Empresa*, p. 189.

<sup>6</sup> Para maiores esclarecimentos quanto à estrutura e construção deste modelo, consultar HAMMOND III, John S. Melhores Decisões com a Teoria da Preferência, *Revista de Administração de Empresas*, n.º 27.

de que deve levar em consideração, em sua análise dos resultados obtidos, a estrutura fundamental dos fenômenos ou sistemas estudados. No afã de se aperfeiçoar o modelo, caímos às vezes em tal nível de abstração que transformamos o modelo, de *meio* em *fim*. A ultra-simplificação da estrutura básica da realidade, notadamente nos modelos matemáticos em que as dificuldades de reprodução da realidade são mais frequentes, facilita enormemente essa inversão. Gostaríamos, também, de frisar que ultra-simplificação não significa, necessariamente, a redução do número de variáveis. Há bons modelos — bem representativos do comportamento da realidade — que usam um pequeno número de variáveis. Por exemplo, todos nós sabemos da grande quantidade de variáveis que interferem no funcionamento de um banco. Todavia, é possível, e aqui falamos com experiência própria, reduzir tal quantidade a um grupo de apenas três variáveis básicas, sem deixar de representar, com bastante fidedignidade, a dinâmica do banco. Por outro lado, há modelos em que o número de variáveis consideradas é bem grande e, no entanto, caem em ultra-simplificação, deixando a desejar quanto a atingir seus objetivos. Um fator que muito contribui para tal é a não-observância da fase de *verificação da correspondência das variáveis com a realidade*.

O segundo cuidado a ser observado é o de que devemos levar em conta, por mais perfeição que possua o modelo, de que *elaboramos sobre uma representação ou sobre uma construção que não possui todas as características da realidade estudada, apenas tenta representá-la, e que, para tal, a sua mais importante característica é a abstração*.

## 7. Conclusão

A moderna teoria de organização muito vem contribuindo para aplicação cada vez maior de modelos em administração de empresas. A automação — notadamente o computador eletrônico — e o desenvolvimento das técnicas de pesquisa operacional estão cada vez mais a exigir o desenvolvimento da teoria de informações na organização, tendência que está intimamente ligada à teoria dos sistemas. Em termos sucintos, tal movimento tenta explicar o comportamento organizacional através da determinação dos seus fluxos de informações e da localização, nestes fluxos, dos centros decisórios — pontos dinamizadores de informações. Segundo essa teoria, os principais pontos

de decisões deverão ser reunidos num local ou área específica, onde se tentará combinar os atributos de uma sala de reuniões com os de um centro de processamento de dados, e no qual os administradores poderão construir, testar e aplicar os modelos de seus planos e decisões. As forças armadas, com os seus chamados centros de informações (notadamente em combates), vêm obtendo resultados que segundo elas são satisfatórios, e as nossas empresas já se estão, também, movimentando no sentido de sua aplicação — o modelo é válido para ser utilizado com ou sem computadores.

Tudo, pois, nos faz crer na continuidade e aceleração desse processo, principalmente com a aplicação da quantificação — ainda com reservas no Brasil — dentro das organizações. Tendo como fundo tal perspectiva é que buscamos, neste trabalho, o estudo do modelo que pode ser um instrumental prático e eficiente à nossa disposição.

### Bibliografia

- ACKOFF, Russel L. *Prototype Models in Operations Research*, in *Scientific Decision Making in Business*, Holt-Rinehart & Winston, Inc., 1963.
- BROSS, Irwin D. J. *Design for Decisions*, MacMillan Company, 1953.
- CYERT, Richard M. *Teoría de las Decisiones Económicas en la Empresa*, México, Herrero Hermanos Sucesores S. A. Editores, 1965.
- DAY, Ralph L. *Marketing Models: Quantitative and Behavioral*, Scranton, International Text-Book Company, 1964.
- DEUTSCH, Karl W. The Evaluation of Models in SHUCHMAN, Ase. *Scientific Decision Making in Business*, Holt Rinehart e Winston, Inc., 1963.
- FORRESTEN, Jay W. *Industrial Dynamics*, Nova Iorque, John Wiley, 1961.
- FRANK, R., KUHEN, A., MASSY, U. F. *Quantitative Techniques in Marketing Analysis*, Homewood, Ill., Richard D. Irwin, 1962.
- HEGENBERG, Leônidas H. B., *Introdução à Filosofia da Ciência*, São Paulo, Herder, 1965.
- HIRSCHBERGER, Johannes. *História da Filosofia Moderna*, São Paulo, Herder, 1967.
- LAZER, Willian. The Role of Models in Marketing, *Journal of Marketing*, vol. 26, n.º 2, abril de 1962.
- LINDSEY, Franklin A. The Role of Models, in *New Techniques for Management Decision Making*, McGraw-Hill paper-book.
- MASSY, U. F. & SAUVAS, J. D. Logical Flow Models for Marketing Analysis, in *Journal of Marketing*, vol. 28, janeiro de 1964.
- SALVESON, Melvin E., Of Models, Computers and Chief Executives, in *Management in Perspective: Selected Readings*, Boston, Schelender, Scott, Filley-Hovantou Mifflin Company.
- SMON, Herbert A. & MARCH, J. G. *Teoria das Organizações*, Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, 1967.
- VAZSONYI, Andrew. The Advantages of Mathematical Models in *Scientific Programming in Business and Industry*, n.º 18, John Wiley and Sons, Inc., 1958.
- WEINBERG, Robert S. The Use and Limitations of Mathematical Models in SHUCHMAN, Abe. *Scientific Decision Making in Business*, Holt Rinehart & Winston, Inc.