

# A Explicação do Processo Cognitivo como Atividade de Resolver Problemas em Herbert Simon

*Explication of the Cognitive Process as a Problem-solving Activity in Herbert Simon*

**J.R.N. Chiappin**

FFLCH/FEA-USP – SP

Chiappin@usp.br

**Carolina Leister**

EESP-FGV – SP

Carolina.Leister@fgv.br

**Resumo:** O objetivo deste artigo é reconstruir o modelo explicativo do processo cognitivo de Herbert Simon, que interpreta o processo cognitivo como atividade humana de resolução de problemas. Para tanto, três teses centrais são presumidas: (i) uma tese ontológica relativa ao seu modelo de indivíduo, segundo o qual seus processos cognitivos podem ser representados por programas computacionais destinados a solucionar problemas de domínio específico; (ii) uma tese normativa, que sustenta a racionalidade como idéia reguladora de sua teoria, e (iii) outra tese, de cunho epistemológico, segundo a qual um maior conteúdo empírico na interpretação do conceito econômico de racionalidade deve ser buscado. Conclui-se dessas teses que a racionalidade é interpretada, no programa simoniano, como racionalidade limitada e adaptativa. O método para alcançar o objetivo deste artigo é reconstruir racionalmente os processos cognitivos por meio da metáfora computacional e da identificação desses processos como atividade de solução de problemas, restrita pelas três teses citadas.

**Palavras-chave:** Atividade de resolver problemas. Processo cognitivo. Metáfora do computador. Racionalidade limitada e adaptativa. Sistemas de produção.

**Abstract:** *The object of this article is to reconstruct the explanatory model of the cognitive process according to Herbert Simon, who interprets the cognitive process as a problem-solving human activity. To this end, three central theses are assumed: (i) an ontological thesis, related to his model of individual, according to which its cognitive processes can be represented by computational programs destined to solve specific-domain problems; (ii) a normative thesis, that supports rationality as a regulatory idea of his theory; (iii) another thesis, of an epistemological nature, according to which a greater empirical substance in the interpretation of the economic concept of rationality must be sought. The upshot of these theses is that, in the Simonian program, rationality is interpreted as a bounded and adaptive rationality. The method to reach the object of this article is to rationally reconstruct cognitive processes by means of the computational metaphor, identifying them as a problem-solving activity bounded by the three theses cited.*

**Keywords:** Problem-solving activity. Cognitive process. Computational metaphor. Bounded and adaptive rationality. Production systems.

## 1. Introdução

O presente artigo procura reconstruir o modelo explicativo do processo cognitivo construído por Herbert Simon. Esse modelo, diferentemente daquele proposto pelos behavioristas, que adotam como variáveis explicativas para o comportamento apenas determinantes externos interpretados como causas eficientes, combina determinantes externos e internos, compreendidos como causas finais e eficientes, na explicação do processo cognitivo. Para construir esse modelo explicativo do processo cognitivo, Simon lança mão, de um lado, da metáfora do computador como forma de simular e explicar o processo cognitivo que engendra o comportamento, e, de outro, da atividade de solução de problemas como fornecendo o objetivo que guia o comportamento em direção a uma finalidade específica, daí serem os programas computacionais que simulam o processo cognitivo de *domínio específico*. A metáfora do computador e a interpretação do processo cognitivo como atividade de resolver problemas têm sido adotadas, igualmente, por outros teóricos, discípulos de Simon, como é o caso do psicólogo Steven Pinker (1998), estudioso da linguagem, que aponta para as similaridades de funcionamento entre a mente humana e os processos computacionais, questionando a abordagem desenvolvida por behavioristas, associacionistas contemporâneos de Locke, Hume e Stuart-Mill. A mesma metáfora tem sido adotada pela Psicologia Evolucionária para compreender a mente humana como modelada a partir da solução de problemas evolutivos de domínio específico (TOBBY; COSMIDE, 1994, 1995a e 1995b).

A despeito dessas análises, talvez uma das abordagens mais próximas de Simon e mais bem sucedidas no sentido de operacionalizar e levar o programa de pesquisa simoniano a ser designado como progressivo na perspectiva de Lakatos, tem sido aquela desenvolvida nos trabalhos de Payne, Bettman e Johnson (1993, 1995, 1997), Payne, Bettman, Johnson e Luce (1995) e Payne e Bettman (2000). Enquanto Simon fornece os pressupostos e estrutura básicos para seu programa de pesquisa, Payne, Bettman, Johnson e Luce avançam na construção de uma metodologia e operacionalização desse programa a partir: (i) da reconstrução na forma de programas computacionais (sistemas de produção) de uma série de estratégias heurísticas de solução de problemas apresentadas na literatura da área de decisão e solução de problemas, estratégias estas responsivas às especificidades do problema; (ii) da formulação de um metacritério, o princípio esforço-acuidade, para a seleção dessas estratégias em ambientes-tarefa específicos, assim, respondendo pelo atributo da adaptatividade proposto por Simon na interpretação do conceito de racionalidade, ao mesmo tempo em que considera os custos procedimentais tratados, outrossim, por Simon.

De sorte que a metáfora computacional e a interpretação dos processos cognitivos como atividade de solução de problemas de domínio específico são os recursos adotados pelo teórico de Carnegie, bem como de seus discípulos, na construção do modelo explicativo do processo cognitivo. Por outro lado, as restrições que modelam a elaboração desse modelo podem ser explicitadas por meio de duas teses, uma normativa e outra de natureza epistemológica. A primeira delas é relativa ao compromisso de Simon com a manutenção da idéia de racionalidade imputada a seu modelo de indivíduo, racionalidade definida como a adequação ou ajuste entre meios e fins. Portanto, diferentes de outros teóricos da decisão, a irracionalidade não figura como padrão na explicação do processo cognitivo, como faz, *e.g.*, a teoria dos prospectos de Kahneman e Tversky (1979, 1984) e Kahneman e Tversky (1981, 1986) na explicação de preferências reversas

como determinadas por enquadres decisórios envolvendo perdas, ou, alternativamente, ganhos.

A tese de natureza epistemológica, contudo, deve prescrever uma interpretação específica para a idéia reguladora da racionalidade. Segundo esta tese, a racionalidade pressuposta no modelo de indivíduo simoniano deve ser construída empiricamente, *i. e.*, deve buscar por adequação empírica (SIMON, 1997). Essa sua posição difere daquela imposta pelo *mainstream* econômico, segundo o qual a racionalidade é assumida ser perfeita e interpretada por meio de um conjunto de axiomas lógicos derivados dos pressupostos da teoria microeconômica. Em razão da restrição epistemológica, a racionalidade é interpretada como limitada, significando que a adequação entre meios e fins é apenas aproximada, não perfeita, em razão da limitação cognitiva imposta ao modelo de indivíduo por conta das evidências empíricas observadas em testes de laboratório envolvendo *settings* de solução de problemas e decisões. Contudo, é interpretada, igualmente, como adaptativa, de modo que, a despeito da limitação cognitiva pressuposta, notadamente aquela envolvendo limitadas capacidades de processamento de informações, o indivíduo é capaz de incorporar os dados do problema na construção e aplicação contingente de uma estratégia heurística, dentre um portfólio de estratégias heurísticas, do qual se supõe ele tenha posse e disposição<sup>1</sup>. (Por conseguinte, e diferentemente da percepção de muitos teóricos acerca do programa simoniano, que interpretam sua abordagem como focada prioritariamente no atributo da limitação da racionalidade [*bounded rationality*] e dos vieses por ela produzidos [*e.x.*, CAMERER, 1995], figura como tese pressuposta neste artigo a idéia de que Simon prioriza o atributo adaptatividade, antes que apenas a limitação, imputada à interpretação da racionalidade [*adaptive rationality*].) Finalmente, a metáfora do computador é útil para interpretar essas estratégias heurísticas como programas computacionais aplicados a domínios específicos de atividades de resolver problemas.

## 2. Modelo de Explicação

Um modelo de explicação é uma unidade de inferência composta por dois elementos: (i) *explanans*; (ii) *explanandum*. O *explanandum* é o fato empírico que se quer explicar. Para o presente caso, o processo cognitivo resultante de uma atividade de solução de problemas. O *explanans* explicita os determinantes do fato que aparece no *explanandum* e que lógica e empiricamente o implicam. Em Simon, esses determinantes são de duas naturezas: (i) externos; (ii) internos. Determinantes externos, por sua vez, podem ser: (i1) os dados do problema; (i2) a solução ou soluções admitidas para ele(s)<sup>2</sup>. Determinantes

---

<sup>1</sup> Simon sustenta que essas estratégias heurísticas são construídas pelo indivíduo ao longo de sua experiência em resolver problemas.

<sup>2</sup> Admitindo-se ser o problema bem estruturado, cuja representação contém toda a informação relevante para sua solução, *i.e.*: (i) estados inicial, intermediários e final; (ii) operadores aplicados a esses estados; (iii) um teste que permite determinar quando a solução é alcançada (SIMON, 1977). Problemas mal estruturados, ao contrário, principiam-se antes que uma representação definida, contendo toda a informação importante do ambiente de tarefa, seja formada. Nesses casos, a informação, não raro, é obtida somente no transcorrer do processo de solução, *i.e.*, após uma série de processamentos terem sido aplicados ao *espaço de problemas*.

internos são todos os elementos intermediários que conectam os dados do problema com a solução. Para Simon, como será averiguado mais adiante, são: (ii1) operadores aplicados a certas representações e que permitem transformá-las em outras representações, sendo este procedimento empreendido em etapas sucessivas de modo que se dirija do problema à sua solução; (ii2) essas novas representações obtidas da aplicação dos operadores sobre representações anteriores. Essa interpretação da atividade de resolver problemas coloca Simon ao lado de Descartes e seu método analítico de solução de problemas<sup>3</sup>, segundo o qual dados, de um lado, os dados do problema, e, de outro, sua solução posta de antemão e assumida como um dos dados do problema, a questão consiste em como passar dos dados para a solução, *i.e.*, a questão é encontrar os elementos intermediários que conectam dados e solução.

Nessa interpretação da atividade de resolver problemas, Simon combina causas finais com causas eficientes na explicação do processo cognitivo. Causas finais são as finalidades buscadas por meio do comportamento resultante do processo cognitivo, no caso, a resolução de problemas. Causas eficientes são os dados do problema e os operadores aplicados a eles. Nesse particular, a abordagem simoniana difere em larga extensão daquela proposta pelos behavioristas, segundo os quais apenas causas eficientes, os determinantes ambientais, figurariam como determinantes na explicação do comportamento em um esquema causal do tipo *estímulo – resposta* (S–R), ainda que este venha a ser complexizado por meio do padrão de modelagem comportamental designado pelos behavioristas por condicionamento operante e esquemas de reforçamento. Assim, para esses últimos, o comportamento é interpretado como contingente e seus determinantes são exclusivamente ambientais, quer dizer, figuram como determinantes externos à própria mente, interpretada por Skinner como uma caixa preta. Daí o abandono, pelos behavioristas, dos protocolos como instrumento da pesquisa psicológica, posto pertencer este à abordagem introspectiva<sup>4</sup>. Ainda segundo os behavioristas, trazer os determinantes comportamentais para o interior da mente significava não explicar coisa alguma, pois, como afirma Skinner:

Um costume ainda mais comum é explicar o comportamento em termos de um agente interior sem dimensões físicas, chamado “mental” ou “psíquico”. [...] Em todos esses exemplos é óbvio que “mente” e “ideia”, com suas características especiais, foram inventadas *ad hoc* para proporcionar explicações espúrias. Uma ciência do comportamento não pode esperar muito desses procedimentos. Já que os eventos mentais ou psíquicos, afirma-se, não têm as dimensões características das ciências físicas, há uma razão adicional para rejeitá-los. (1989, p. 39-41)

Simon, diversamente, adota a metáfora computacional como método heurístico na compreensão daquilo que se passa no interior da mente, e, mais do que isso, para simular o processo cognitivo. Nesse sentido, afirmam Newell e Simon: “... a teoria realiza a tarefa

<sup>3</sup> O método analítico cartesiano como método de solução de problemas é apresentado em Chiappin (1996).

<sup>4</sup> Instrumento este recuperado por Simon juntamente com Ericsson, na descrição dos processos cognitivos (ERICSSON; SIMON, 1993, 1998).

que ela explica” (1972, p. 10). Dessa forma, a admissão de um processo cognitivo subjacente ao comportamento pode ser, ele mesmo, compreendido à luz da metáfora computacional, não figurando como um determinante anímico ao qual não se tem acesso, e que, de modo algum, pode ser submetido aos testes empíricos<sup>5</sup>. Na proposta simoniana, ao contrário, o processo cognitivo pode ser testado por meio da construção de um programa computacional que realiza a tarefa de resolver um problema específico. Se é capaz de fazê-lo, admite-se que a forma como se modelou computacionalmente o processo cognitivo é empiricamente adequada. De sorte que, como os behavioristas, o programa simoniano pauta-se pelo empirismo. Diferentemente deles, contudo, seu empirismo não pode ser dito radical, uma vez que nem todos os determinantes do comportamento em seu modelo explicativo podem ser subsumidos a determinantes ambientais, ainda que se mantenham sob o escrutínio dos testes experimentais via metáfora computacional, a ser considerada na seção seguinte. Para finalizar as diferenças entre a proposta simoniana e behaviorista, cabe ressaltar ainda que, enquanto causas finais figuram no *explanans* do modelo explicativo simoniano do processo cognitivo, estas não são apreciadas pelo modelo behaviorista. Segundo Simon, por causas finais entende-se a finalidade cumprida por certo processo cognitivo que resulta na execução de um comportamento particular, por exemplo, a tomada de uma decisão. Para o teórico, que assume que o processo cognitivo é uma atividade de solução de problemas, esta finalidade é interpretada como a(s) demanda(s) posta(s) pelo problema e as restrições que devem ser incorporadas pela(s) sua(s) solução(ões), ou, por outras palavras, como identificar que uma solução é solução para aquele problema.

### 3. O Modelo de Indivíduo e seus Processos Cognitivos

O propósito desta seção é traduzir a mente, mais particularmente, seus processos cognitivos, em programas computacionais que executam tarefas de resolução de problemas. A interpretação simoniana desses programas sofreu algumas alterações ao longo de sua carreira. Enquanto o primeiro Simon estava comprometido com a construção de um solucionador geral de problemas que executa processos cognitivos de domínio geral (NEWELL; SIMON, 1972), o segundo Simon aposta suas fichas em um solucionador de problemas de domínio específico (CHASE; SIMON, 1973). Em ambos os casos, contudo, as unidades básicas que compõem a linguagem dos processos cognitivos são as mesmas. Apesar da linguagem comum, o indivíduo, ao se deparar com *settings* variados de solução de problemas, constrói e aplica estratégias heurísticas mais adequadas ou adaptadas ao *setting* específico, uma vez que os processos cognitivos são sensíveis aos dados do problema. Para tornar operacional sua teoria psicológica, Simon separa, com relação ao indivíduo, um ambiente externo, o mundo, de um ambiente interno, a mente. Define, então, o ambiente interno como um sistema de símbolos físicos (NEWELL; SIMON, 1972).

Um sistema de símbolos físicos, tal qual o computador, é capaz de receber dados (*inputs*), armazená-los, efetuar certas operações sobre esses dados e enviar dados

---

<sup>5</sup> Como muitos teóricos supõem ser as teorias da psicanálise.

(*output*), produzindo comportamento (SIMON, 1990). Essas operações do sistema de símbolos físicos, em termos das faculdades cognitivas que as executa são: (i) percepção; (ii) memória; (iii) raciocinar/aprender; (iv) motricidade. Com relação à sua linguagem, um sistema de símbolos físicos conta com duas unidades de trabalho: símbolos e processos de informação elementares. Símbolos são representações internas determinadas pelo ambiente externo (*inputs*) e expressos como estados. Processos de informação elementares são operações efetuadas sobre os símbolos. Diferentemente dos símbolos, é determinado pela natureza do processador, quer dizer, pertence ao sistema interno. Por conta dessa caracterização, o sistema de símbolos físicos é tanto um sistema formal, por conta dos processos de informação elementares, quanto um sistema aberto, uma vez que os símbolos são determinados pelo ambiente externo, aqui caracterizado como ambiente-tarefa e representado internamente como um *espaço de problemas*. Processos de informação elementares podem ser combinados por meio da execução, por parte do sistema de símbolos físicos, de atividades de resolver problemas, e formam processos compostos. Esses processos compostos são programas computacionais de solução de problemas construídos empiricamente, quer dizer, durante a performance do sistema na execução de atividades de resolver problemas. Esses programas computacionais de solução de problemas construídos empiricamente representam as estratégias heurísticas referidas acima, e que podem ser reconstruídas como processos cognitivos passíveis de serem decompostos em regras. As regras que compõem um programa computacional ou estratégia heurística têm a estrutura de uma condicional do tipo *se ... então ...* ou *condição → ação* (LOVETT; ANDERSON, 2005). A condição é dada por uma representação de certas características do problema, a ação como a aplicação de um operador sobre essa representação<sup>6</sup>. Cada uma dessas regras é chamada de produção, e o programa contendo um conjunto dessas regras, de sistema de produção<sup>7</sup>.

Segundo Simon, programas são construídos empiricamente reunindo símbolos e processos por meio da interação do sistema de símbolos físicos com o ambiente externo. Essa interação é interpretada como atividade de resolver problemas e por meio dela são construídas e executadas contingentemente estratégias heurísticas de domínio específico. Uma vez construídas, passam a fazer parte de um portfólio de estratégias, as quais são disponibilizadas adaptativamente pelo sistema no intuito de resolver problemas de domínio específico. Sendo assim, se Simon modela seu indivíduo como um sistema de símbolos físicos capaz de interagir com o ambiente, portanto, adaptativo, por

<sup>6</sup> Um exemplo genérico poderia ser:

**Condição:** se o estado inicial do problema é diferente do estado final,

**Ação:** então diminua essa diferença.

<sup>7</sup> Searle (1980) sustenta que as conexões *inputs-outputs* ou condição-ação são aplicadas cegamente pelos computadores, de modo que não poderíamos falar em computadores inteligentes, mas apenas em máquinas que operam mecanicamente a partir de regras preestabelecidas, portanto, a metáfora do computador não seria boa para a análise dos processos cognitivos. Uma réplica a esta abordagem foi levantada por Abelson (1980). De todo modo, cabe ressaltar aqui que as regras que formam as estratégias heurísticas são construídas empiricamente e não estão dadas, na abordagem de Simon, ainda que sua estrutura básica na forma *se ... então ...* / condição-ação se configure no formato característico dessas regras.

outro lado, incorpora também, com vistas à adequação empírica, a tese segundo a qual suas capacidades cognitivas ou operacionais são limitadas. Portanto, embora racional, posto que adaptativo, quer dizer, capaz de adequar meios (dados do problema) e fins (solução para o problema) por meio de um conjunto de operações que, ao manipular os dados do problema, permitem transformar o estado inicial (problema) em estado final (a solução) por meio de operações sobre símbolos gerando novos símbolos (elementos intermediários), o sistema de símbolos físicos realiza esta adequação de maneira apenas aproximada, sendo a racionalidade caracterizada como adaptativa, mas também como limitada. As limitações cognitivas são incorporadas ao sistema de símbolos físicos visando à adequação empírica, visto que testes em laboratórios envolvendo a avaliação da performance de indivíduos desempenhando atividades de solução de problemas mostraram que eles adotam uma série de estratégias heurísticas (*atalhos*) na resolução de problemas, em vez dos algoritmos pressupostos nas teorias da decisão. A tese por trás dessa evidência é que os indivíduos fazem uso de estratégias heurísticas antes que algoritmos, porque as primeiras engendram um menor esforço cognitivo e, uma vez que as capacidades computacionais do sistema de símbolos físicos são reconhecidas como recursos escassos, essa minimização de esforço caracterizar-se-ia como ótima do ponto de vista do processo cognitivo, ainda que o resultado seja apenas aproximativo com relação ao resultado ótimo previsto pelas teorias. Ou seja, embora ótimo do ponto de vista do processo cognitivo consumido na resolução de um problema, as estratégias heurísticas produzem resultado subótimo.

Todavia, há que se lembrar que o sistema de símbolos físicos simoniano é dotado de capacidade adaptativa, de modo que respondesse ao ambiente-tarefa contingencialmente. A construção de um portfólio de estratégias heurísticas que podem ser disponibilizadas alternativamente, em função das demandas da tarefa, é o modo pelo qual a adaptação opera. Nesse sentido, o portfólio de heurísticas funciona como uma caixa contendo as ferramentas que viabilizam a adaptação. E, uma vez representadas como sistemas de produção, essas heurísticas podem ser admitidas como adaptativas:

Um sistema de produção adaptativo é um sistema capaz de construir novas produções e adicioná-las ao sistema original. [...] o sistema utilizou sua experiência durante a execução de uma dada atividade para descobrir as condições sobre as quais ações particulares foram vantajosas, e para transformar esses novos pares condições-ações em novas produções. (SIMON, 1979, p. 382)

E é, para Simon, a capacidade de adaptação do sistema de símbolos físicos ao ambiente de tarefa que expressa sua inteligência ou *expertise*, que é de domínio específico, uma vez que cada programa ou sistema de produção do sistema de símbolos físicos construído responde por sua habilidade em uma determinada categoria de tarefas.

#### **4. A Operacionalização do Ambiente de Tarefa em um Espaço de Problemas**

Um ambiente de tarefa é representado, em um sistema de símbolos físicos, por meio das linguagens de estados e processos. A linguagem de estados permite incorporar os conteúdos específicos do problema, enquanto a linguagem de processos sustenta as operações aplicadas sobre esses conteúdos. Na linguagem de estados estão incluídos: (i) o estado inicial, que contém os dados do problema; (ii) os estados intermediários, adqui-



ridos durante a atividade de solução do problema; (iii) o estado final, que corresponde ao fim a ser alcançado. Na linguagem de processos, são englobados todos os operadores significativos às diferenças entre os estados inicial e final, que permitem transformar o primeiro no segundo. Essa representação interna de um ambiente de tarefa, por meio de estados e processos, é denominada *espaço de problemas* e possibilita representar a atividade de resolução de problemas em termos de uma atividade de manipulação de símbolos. Ademais, diferentes representações podem ser oriundas de um mesmo ambiente de tarefa. Em função da representação estabelecida, a solução do problema pode ser facilitada ou dificultada. Nesse sentido, afirmam Simon e Hayes: "... algumas dessas representações mostraram facilitar a solução do problema, enquanto outras adiaram a solução ..." (1976, p. 170). Além deste aspecto, o *espaço de problemas* é alterado continuamente, durante a execução da tarefa, devido à aplicação dos operadores sobre os estados considerados.

Na abordagem de Simon são supostas duas categorias de problemas: (i) problemas bem estruturados; (ii) problemas mal estruturados. Um problema é bem estruturado quando o ambiente de tarefa é representado de modo bem definido no *espaço de problemas*. Problemas mal estruturados não apresentam de antemão toda a informação importante do ambiente-tarefa. Nesses casos, a informação, não raro, é obtida somente no transcorrer do processo de solução, *i.e.*, após uma série de processamentos ter sido aplicada ao *espaço de problemas*. A despeito da separação dos problemas nessas duas categorias, Simon (1977) acredita que não existe uma diferença qualitativa entre problemas bem e mal estruturados, e pressupõe uma continuidade entre ambos. Segundo o teórico, uma representação do problema é completa sob a condição de que o conjunto de informações relevantes para a execução da tarefa seja restrito. Caso contrário, uma representação definida não pode ser elaborada, em função das limitadas capacidades de processamento atribuídas ao sistema de símbolos físicos. Nessas circunstâncias, o sistema é capaz de preencher as lacunas no *espaço de problemas* constituído no início da atividade, apenas durante o desempenho da tarefa.

## 5. A Construção de um Sistema de Produção

Esta seção será dedicada especificamente ao método instituído por Simon para construir as estratégias heurísticas que compõem o portfólio do sistema de símbolos físicos. Conforme comentário acima, esse portfólio opera como uma caixa de ferramentas, na qual as estratégias são disponibilizadas pelo sistema em função das contingências encontradas no ambiente de tarefa. As estratégias heurísticas tornam operacional a tese que sustenta ser o sistema de símbolos físicos dotado de racionalidade adaptativa. Até o momento foram apresentadas algumas importantes considerações relativas a essas estratégias heurísticas. Primeiro, elas são construídas empiricamente, *i.e.*, no processo de interação entre o sistema de símbolos físicos com o seu ambiente de tarefa. Em segundo lugar, os componentes básicos, com os quais essas estratégias são construídas como programas, no interior do sistema de símbolos físicos, são símbolos ou estados e processos de informação elementares. Essas duas unidades respondem, respectivamente, pela semântica e sintaxe do sistema. Terceiro, essas estratégias são representadas como programas de computador chamados sistemas de produção. Quarto, um sistema de produção é um conjunto de regras condicionais. Quinto, a especificidade de uma estratégia



heurística depende, principalmente, do componente semântico introduzido na condição e expresso na linguagem de estados. Por conta dessa especificidade, a propriedade central desses programas computacionais, os sistemas de produção, consiste em sua possibilidade de fornecer *outputs* contingentes às características do problema que está executando. Com base nessas considerações, a seguir é apresentado o método de construção das estratégias heurísticas enquanto programas ou sistemas de produção, que constituem o portfólio que o sistema de símbolos físicos constrói e disponibiliza na atividade de solução de problemas.

Uma estratégia ou heurística é representada qualitativamente na forma de um programa de computador<sup>8</sup>. Um programa consiste em uma seqüência de instruções de execução. Cada instrução é uma regra condicional, ou relação condição-ação, designada produção. Nas estratégias heurísticas, cada produção é uma unidade independente das demais, de modo que a ação declarada em uma produção é acionada unicamente quando sua condição correspondente é satisfeita, *i.e.*, não há interação das regras condicionais entre si (HAUGELAND, 1987). Por essa razão, sistemas de produção são sistemas modulares, *i.e.*, sistemas cujas regras ou produções são independentes entre si (SIMON, 1969). Em um sistema de produção as condições são expressas em uma linguagem de estados e fornecem o conteúdo semântico que garante a especificidade de uma estratégia heurística. Ou seja, uma vez que os estados têm origem em *inputs* externos, um programa é, em grande medida, determinado por esses estados:

*... o conteúdo dessas estratégias é grandemente determinado pela experiência prévia do sistema. A habilidade do sistema em responder de modo altamente complexo e seletivo a estímulos relativamente simples é uma consequência de seu estoque de programas e de sua ativa resposta aos estímulos.* (NEWELL; SHAW; SIMON, 1958, p. 163)

As ações são formadas a partir de processos de informação elementares ou primitivos, representados na linguagem de processos, que é comum nas diferentes estratégias heurísticas, embora suas combinações divirjam nessas estratégias. Desse modo, o que garante a especificidade de um programa para lidar com uma determinada classe de problemas é tanto o conteúdo semântico, fornecido pelas condições expressas nas condicionais, quanto o modo como os processos de informação elementares são reunidos para formar o programa. A ordem das regras condicionais ou produções de um programa ou sistema de produção depende da correspondência entre a condição especificada em uma produção, e o estado encontrado naquele momento, na memória de trabalho, ou memória RAM, do sistema de símbolos físicos. Assim, quando é satisfeita a condição, a unidade de produção é ativada. Segundo Haugeland: "... ninguém diz às produções quando agir; elas esperam até que as condições sejam encontradas e então se ativam elas mesmas" (1987, p. 158).

---

<sup>8</sup> Essa concepção difere, por exemplo, da epistemologia do século XVII que interpretava o raciocínio e a razão em termos de um instrumento de cálculo matemático, visão esta que também baseia a teoria do consumidor ortodoxa que interpreta razão e raciocínio do mesmo modo.

A ativação de uma regra deve gerar uma ação, executada por um operador. No sistema de símbolos físicos, essa ação se aplica ao estado encontrado na memória de trabalho. Verifica-se, portanto, que os operadores manipulam símbolos, que são internos ao processador, e não agem diretamente sobre o ambiente externo. Por meio dessa exposição se constata que um programa ou sistema de produção é construído a partir de atividades de performance e aprendizagem, uma vez que a conexão entre condições e ações, bem como a seqüência com que as produções são executadas, são instituídas empiricamente, *i.e.*, na interação do sistema de símbolos físicos com o ambiente tarefa (SIMON, 1977; NEWELL, SHAW, SIMON, 1958). É em razão desse processo de construção e execução das estratégias heurísticas que se pode afirmar que o sistema de símbolos físicos é capaz de fornecer respostas adaptativas ao ambiente tarefa.

Um modelo simplificado de um programa, formatado como um sistema de produção, pode ser deduzido do mecanismo de funcionamento de um termostato. Considerando-se que o nível 5 (cinco) corresponde à temperatura ideal da máquina, o mecanismo funciona do seguinte modo:

#### PROGRAMA DO TERMOSTATO:

- (1) Verificar nível do controlador:
  - **se**  $< 5$ , **então** vá para (2);
  - **se**  $> 5$ , **então** vá para (3);
  - **se**  $= 5$ , **então** vá para (1).
- (2) Verifique se o motor está ligado:
  - **se** o motor estiver ligado, **então** vá para (1);
  - **se** o motor estiver desligado, **então** ligue-o e vá para (1).
- (3) Verifique se o motor está ligado:
  - **se** o motor estiver ligado, **então** desligue-o e vá para (1);
  - **se** o motor estiver desligado, **então** vá para (1).

Observa-se que, neste caso, todas as condições são os estados possíveis da máquina aos quais o mecanismo é sensível, *i.e.*, '*menor que 5*', '*igual a 5*' ou '*maior que 5*' e '*ligado*' ou '*desligado*'. Por outro lado, as ações são operações aplicadas a um desses estados, visando alterá-lo, no caso, '*ligar*' e '*desligar*'. Um programa é traduzido em ações e executado por meio de um intérprete que controla o fluxo dessas ações. Segundo essas estratégias heurísticas, cuja estrutura pode ser representada na forma de um programa computacional, o sistema de símbolos físicos soluciona problemas de domínio específico, *i.e.*, cujas demandas do ambiente-tarefa foram incorporadas e estão especificadas no programa. Toda vez que o indivíduo se depara com um ambiente que impõe desafios às suas capacidades computacionais, exigindo que este se adapte às suas demandas, afirma-se que o indivíduo está diante de um problema. Nesses casos, é gerada internamente uma representação do problema nomeada *espaço de problemas*, determinada por *inputs* externos e informações armazenadas e acionadas da memória de longa-duração do sistema de símbolos físicos. A resolução do problema é empreendida sobre essa representação do ambiente-tarefa, o *espaço de problemas*, e, segundo Simon, é viabilizada por meio de estratégias heurísticas adequadas às demandas do problema. Sua adequação depende da seletividade da pesquisa que empreende no *espaço de problemas*.

Assim, como arrolado supra, as estratégias heurísticas têm como principal vantagem reduzir o esforço cognitivo consumido na execução de um processo cognitivo.

Essa propriedade das heurísticas permite que o sistema de símbolos físicos, dotado de limitadas capacidades computacionais, solucione problemas em ambientes complexos por meio da restrição da pesquisa no *espaço de problemas* instituído, ao mesmo tempo que sustenta certo grau de eficiência na geração da resposta<sup>9</sup>. Nesse sentido, o poder heurístico de uma estratégia é diretamente proporcional à sua especificidade ou *expertise*, que leva à diminuição do tempo consumido na solução de um problema e evita, assim, a explosão exponencial da busca. A seletividade, e, conseqüentemente, seu poder heurístico, dependem de “alguma espécie de *feedback* de informação do ambiente” (1969, p. 97). Essas informações podem incluir: (i) dados obtidos das conseqüências durante a fase de pesquisa, e que são usados para guiar a busca; (ii) experiência prévia, *i.e.*, quando o problema que está sendo considerado se assemelha a algum problema anterior que o indivíduo tenha solucionado (SIMON, 1969). As informações obtidas do ambiente podem ser especificadas em novas condições incorporadas ao programa.

## 6. Portfólio das Estratégias de Solução de Problemas

Na seqüência são apresentadas duas estratégias heurísticas tratadas por Simon, uma de domínio geral e outra de domínio específico. A primeira pode ser aplicada a uma ampla gama de atividades de solução de problemas, a segunda é comumente aplicada a problemas envolvendo decisão.

### 6.1. Estratégia Meios e Fins

Newell e Simon (1972) propõem uma estratégia padrão, representada em um programa computacional denominado Solucionador Geral de Problemas, cuja estrutura e mecanismo de operação permite que o programa seja utilizado para resolver uma ampla gama de problemas de manipulação de símbolos. O *espaço de problemas* dessa estratégia apresenta os seguintes componentes: (i) um estado inicial; (ii) um estado final; (iii) estados intermediários, que são alcançados no processo de solução de problemas; (iv) uma série de ações, os operadores<sup>10</sup>. O estado inicial (A) é aquele com o qual o sistema de símbolos físicos se depara no início da atividade; o estado final (B) deve representar o objetivo a ser alcançado. Estados intermediários são obtidos no transcorrer da atividade, que se estende do estado inicial ao estado final. A atividade pode ser representada como:

$$(A) \rightarrow (A') \rightarrow (A'') \rightarrow (A''') \rightarrow \dots \rightarrow (B)$$

---

<sup>9</sup> A estratégia heurística fornece um receituário para guiar a pesquisa no *espaço de problemas*. Uma vez que limita o campo de pesquisa, muitas vezes pode desconsiderar informações do ambiente-tarefa que podem ser relevantes para a solução do problema. É em função dessa seletividade que sua eficiência não pode ser absoluta.

<sup>10</sup> Greeno e Simon (1988) estabelecem quatro tipos de problemas: (i) problemas de transformação, (ii) problemas de organização, (iii) problemas de estrutura indutora, (iv) problemas de avaliação de argumentos dedutivos. O modelo que está sendo apresentado se refere especificamente a um desses tipos de problema, os problemas de transformação, que devem servir de base para a construção do Solucionador Geral de Problemas, desenvolvido por Newell e Simon (1972).

O processo para resolver-se um problema, segundo essa estratégia, pode ser dividido em etapas. A primeira etapa consiste na avaliação das diferenças encontradas entre os estados inicial e final. Em seguida, uma dessas diferenças é selecionada e busca-se, em um quadro de conexões contendo todos os operadores disponíveis no sistema, um operador que permita diminuir essa diferença entre os estados (A) e (B). Os operadores que transformam (A) em (B) são ações conectivas significativas a uma dada diferença entre (A) e (B) e que, quando aplicadas a um atributo em (A), permite torná-lo mais semelhante ao mesmo atributo em (B). Portanto, uma condição necessária para essa transformação é a possibilidade de poder comparar (A) e (B) por meio de seus atributos. Outra condição refere-se à existência, ou à construção, de um conjunto de operadores *significativos às diferenças entre (A) e (B)*, que devem permitir derivar a segunda expressão a partir da primeira (SIMON, 1977). Essa estratégia, segundo Newell e Simon (1972), é utilizada para resolver qualquer problema que possa ser representado no *espaço de problemas* por meio das linguagens de estados e de processos. Portanto, trata-se de uma estratégia de domínio geral.

## 6.2. Estratégia da Satisfatoriedade

A estratégia da satisfatoriedade foi elaborada por Simon (1955) com o intuito de representar mais adequadamente uma atividade de solução de problemas mais específica, o processo de tomada de decisão dos indivíduos empíricos<sup>11</sup>. Na primeira etapa, o sistema deve configurar seu nível de aspiração, que reflete os valores minimamente aceitáveis pelo sistema, relativos a cada um dos atributos avaliados através da série de alternativas. Em seguida, cada alternativa disponível tem seus atributos confrontados sequencialmente contra esses parâmetros<sup>12</sup>. A primeira alternativa que ultrapassar o valor mínimo em todos os seus atributos é selecionada. Portanto, o nível de aspiração é o critério de seleção ou escolha adotado por essa estratégia, em oposição à idéia de otimização adotada pela teoria da decisão clássica. Por outro lado, caso a alternativa, no transcorrer de sua avaliação, apresente um único atributo abaixo do valor do parâmetro, ela é imediatamente eliminada, sem que seus outros atributos sejam julgados. Segundo Simon, essa estratégia adota algumas simplificações com relação à teoria da decisão clássica. Essas simplificações geram uma economia de tempo e esforço cognitivo no processo comparativo, reduzindo os custos computacionais consumidos pelo processador. Com base nessas considerações, a estratégia da satisfatoriedade é definida como uma heurística de busca seletiva. Sua vantagem adaptativa é evidente: impedir que a pesquisa seja mantida indefinidamente na exploração do conjunto oportunidade, o que ocuparia o indivíduo por tempo demasiado, impedindo-o de satisfazer outras necessidades que possam se tornar prementes.

---

<sup>11</sup> A estratégia da satisfatoriedade na teoria da decisão simoniana é substituída pelo princípio da satisfatoriedade, que se opõe ao princípio da otimização da teoria da decisão clássica da microeconomia.

<sup>12</sup> A avaliação é sequencial, pois é suposto que o sistema de símbolos físicos opera sequencialmente, antes que em paralelo.

[1ª simplificação] Uma das simplificações adotadas pela estratégia foi relatada acima, e permite evitar que todos os atributos de uma alternativa sejam avaliados. Como comentado, quando um de seus valores é inferior àquele estabelecido pelo parâmetro, a alternativa é eliminada antes que seus outros atributos sejam considerados. [2ª simplificação] Ademais, a estratégia limita a pesquisa por alternativas disponíveis ao indivíduo no conjunto oportunidade, porque a seleção da primeira alternativa que ultrapasse o parâmetro em todos os seus atributos evita sustentar a pesquisa indefinidamente<sup>13</sup>. Dessa maneira, quanto mais baixos os valores expressos no parâmetro, maior é a economia de esforço cognitivo consumido na busca. Por outro lado, quanto mais alto o nível de aspiração do indivíduo, mais a estratégia heurística se aproximará dos resultados obtidos por meio de algoritmos. Nesse sentido, observa-se que a extensão da pesquisa é determinada tanto pelo grau de exigência do indivíduo, expresso em seu nível de aspiração, quanto pela qualidade das alternativas disponíveis. E, ainda mais, o nível de aspiração introduz simplificações no método de avaliação das alternativas. Nesse caso, as opções são confrontadas, uma a uma, contra o parâmetro mínimo de aceitação. Em vez de serem fornecidos valores intrínsecos para cada alternativa, estas são enquadradas em duas categorias, em função do nível de aspiração. Essas categorias são: (i) satisfatória, se o atributo da alternativa ultrapassa o valor do parâmetro; (ii) insatisfatória, se o seu atributo não alcança esse valor. Após se comparada com os parâmetros, a alternativa é automaticamente aceita ou rejeitada, antes que outra alternativa venha a ser considerada. Se a alternativa é aceita, o processo é encerrado. Portanto, nessa estratégia não é instituída uma hierarquia entre as alternativas. A decisão também é fragmentada, uma vez que na estratégia da satisfatoriedade ela é tomada com relação a cada alternativa avaliada. Sua operação, por conseguinte, difere daquela considerada pela concepção clássica da decisão, onde a decisão é tomada unicamente após a análise de cada alternativa e a construção de uma ordenação hierárquica entre elas<sup>14</sup>.

Considerando-se ainda, a idéia de nível de aspiração, outra distinção pode ser apresentada entre a heurística da satisfatoriedade e as estratégias da teoria da decisão clássica. Para uma estratégia algorítmica da concepção clássica, a seleção de uma alternativa é guiada pelo princípio de otimização, que determina a escolha da alternativa que maximize benefícios restrita a um determinado limite superior, determinado *externamente pelo ambiente tarefa, i.e.*, o conjunto oportunidade. Esse limite pode ser, por exemplo, o valor máximo que o indivíduo se dispõe a pagar por um bem, dadas as suas restrições orçamentárias. Na heurística da satisfatoriedade, os limites são impostos inter-

---

<sup>13</sup> Caso fosse possível conhecer de antemão os custos marginais obtidos com a avaliação de cada alternativa do conjunto (A), adicionado ao subconjunto (Ā), a exploração poderia ser levada até um ponto de equilíbrio, onde os ganhos da investigação adicional não fossem ultrapassados pelos custos relativos ao esforço empreendido pelo sistema durante o processo. Todavia, Simon (1955) adverte que esse cálculo não pode ser realizado de antemão, tornando difícil perceber até onde a exploração pode ser estendida sem gerar custos cognitivos adicionais. Assim, o nível de aspiração permite definir *ad hoc* a extensão da pesquisa.

<sup>14</sup> A comparação entre as estratégias heurísticas consideradas por Simon e outros teóricos, de um lado, e as estratégias algorítmicas da concepção clássica da decisão foi empreendida em maior extensão em Leister (2001).

namente, i.e., pelo indivíduo. Ou seja, após proceder à hierarquização das alternativas, uma estratégia algorítmica promove a seleção da melhor dentre elas, dadas às restrições externas. Na estratégia da satisfatoriedade, o indivíduo aceita ou rejeita uma alternativa em função dos limites que ele estabelece como minimamente aceitáveis, e esses limites coadunam-se com as limitações internas incorporadas ao indivíduo, quais sejam, suas capacidades cognitivas limitadas. Assim, quanto maior o esforço cognitivo envolvido na atividade decisória, menor deve ser seu nível de aspiração. Ademais, na estratégia algorítmica admitia-se apenas uma solução possível, por exemplo, a melhor alternativa dados os limites orçamentários do indivíduo<sup>15</sup>. De outro modo, na estratégia da satisfatoriedade pode haver mais de uma alternativa que ultrapasse os valores do parâmetro gerado. Portanto, é a ordem em que as alternativas são consideradas que determinará a alternativa escolhida.

Com base nessas afirmações, pode-se observar, ainda, que a estratégia da satisfatoriedade fornece um resultado apenas aproximado no que tange ao resultado ótimo obtido por meio da estratégia algorítmica. Esse resultado aproximado é esperado pelo programa simoniano, dadas as suas considerações acerca da limitada capacidade cognitiva incorporada ao seu modelo de indivíduo. Nesse caso, a otimização do resultado freqüentemente implica em incremento dos custos gerados com a manutenção do processo de pesquisa e avaliação de novas alternativas. Esses custos devem ser abatidos do ganho que pode ser adquirido com o aumento de alternativas avaliadas. Outra característica relativa à estratégia da satisfatoriedade consiste na flexibilidade atribuída ao nível de aspiração. Essa propriedade responde à pressuposição, no interior do programa, de um ambiente de escolha dinâmico. Destarte, dependendo da qualidade das alternativas avaliadas pelo indivíduo, os valores suportados no nível de aspiração podem ser manipulados. Caso as opções dificilmente atinjam o parâmetro, o nível de aspiração pode ser rebaixado<sup>16</sup>. Se a qualidade das alternativas superar facilmente o nível mínimo de aceitação, o parâmetro é sublevado. Essa mobilidade do nível de aspiração, mais uma vez, cumpre o papel de fornecer restrições à investigação das alternativas acessíveis ao indivíduo no *espaço de problemas* especificando, em algum ponto, a conclusão da tarefa. A flexibilidade atribuída ao nível de aspiração depende da sensibilidade da estratégia da satisfatoriedade aos *inputs* específicos fornecidos pelo ambiente-tarefa, habilitando este recurso, o nível de aspiração, como um mecanismo adaptativo disponibilizado pelo indivíduo na consideração de um problema de decisão.

<sup>15</sup> Assumindo, por exemplo, certas propriedades para suas curvas de indiferença, no caso, a convexidade, que garante que, dadas as restrições orçamentárias, uma única alternativa será a alternativa ótima.

<sup>16</sup> Outra possibilidade, nesse caso, é o indivíduo sustentar os mesmos parâmetros para o nível de aspiração, e manter a pesquisa no *espaço de problemas* por um período de tempo maior, no intuito de obter uma alternativa que satisfaça seu nível de aspiração. Por conseguinte, quando a qualidade das alternativas disponíveis é inferior ao nível de aspiração, então, ou seus valores podem ser rebaixados ou a pesquisa heurística pode ser mantida no *espaço de problemas*, no caso de um indivíduo mais persistente (SIMON, 1955).

## 7. Conclusão

O objetivo deste artigo foi reconstruir o modelo de explicação simoniano para o processo cognitivo, que é identificado pelo teórico como atividade de resolução de problemas. Para tanto, Simon vale-se, como recurso heurístico, da metáfora do computador como simulacro da mente humana, e dos programas computacionais como representações dos processos cognitivos. Buscando modelar e testar empiricamente os processos cognitivos enquanto atividade de resolver problemas, estes são decompostos em regras condicionais (produções) de tipo *condição* → *ação*, formadas pelas linguagens de estados (condições) e processos (ações), que, uma vez reunidas, formam estratégias heurísticas (sistemas de produção). As estratégias heurísticas são processos cognitivos que operam seletivamente sobre o ambiente tarefa com vistas a reconstruí-lo como um espaço de problemas e operar sobre ele. Admitiu-se aqui que as principais restrições impostas à construção do programa de Simon podem ser expressas por meio de três teses: (i) que as capacidades cognitivas do solucionador de problemas são limitadas; (ii) que o teórico não prescinde da racionalidade definida como adequação entre meios e fins em sua abordagem teórica; (iii) que a idéia de racionalidade é construída empiricamente por meio da análise de como indivíduos empíricos resolvem problemas em *settings* de laboratório. Dessas teses e da metáfora do computador se conclui que a racionalidade empiricamente construída é limitada, porém adaptativa, uma vez que as estratégias heurísticas expressas em termos de programas computacionais ou sistemas de produção incorporam tanto as condições específicas do problema na forma de estados figurando na condição de uma produção, quanto as melhores operações a serem realizadas sobre esses estados, e identificadas nas ações de uma produção. Dois exemplos de estratégias heurísticas foram apresentados, mostrando que sua função é minimizar custos decorrentes do esforço cognitivo envolvido na atividade de solução de problemas, mas fornecendo resultados apenas aproximados com relação a algoritmos de solução de problemas, estes, por sua vez, muito mais custosos com relação ao processo envolvido na busca por uma solução ótima. O atributo da adaptatividade que imbui a interpretação do conceito empírico de racionalidade formulado por Simon tem sido objeto de novas pesquisas desenvolvidas na área de processos cognitivos. Dentre os teóricos que avançam a partir do enquadre teórico formulado por Simon operacionalizando sua concepção de racionalidade limitada porém adaptativa supracitamos Payne, Bettman e Johnson (1988, 1993, 1997), Payne, Bettman, Johnson e Luce (1995) e Payne e Bettman (2000). Esses teóricos reconstróem uma série de estratégias heurísticas encontradas na literatura na forma de sistemas de produção, *i.e.*, como conjunto de produções do tipo condição-ação, como prescreve Simon, e oferecem uma metarregra para a escolha adaptativa das estratégias heurísticas, dentre um portfólio de estratégias construídas empiricamente pelo indivíduo, selecionando uma estratégia heurística capaz de minimizar custos do processo, de um lado, e de oferecer um resultado próximo do ótimo (maximizando acuidade). A estratégia selecionada seria capaz de minimizar custos e maximizar acuidade porque consideraria apenas as informações relevantes para o problema ao qual seria aplicada, *i.e.*, tratar-se-ia de uma estratégia heurística de domínio específico ou adaptada a certa classe particular de problemas. A abordagem desses teóricos, contudo, será objeto de outro artigo nosso.



## 8. Bibliografia

ABELSON, R. P. (1980). Searle's argument in just a set of chinese symbols. *Behavioral and Brain Sciences*, 3, p. 424-425.

CAMERER, C. (1995). Individual Decision Making. In: J.H. Kagel, A. E. Roth (ed.). *The Handbook of Experimental Economics*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press. p. 587-703.

CHASE, W.G., SIMON, H.A. (1974). The Mind's Eye in Chess. In: W.G. Chase (ed.). *Visual information processing*. New York: Academic Press. p. 215-281.

CHIAPPIN, J.R.N. (1996). Racionalidade, decisão, solução de problemas e o programa racionalista. *Ciência e Filosofia*, n. 5, p. 155-219.

ERICSSON, K. A., SIMON, H. A. (1993). *Protocol analysis*. Verbal Reports as Data (revised edition). Cambridge, MA: Bradfordbooks/MIT Press.

\_\_\_\_\_. (1998). How to Study Thinking in Everyday Life: Contrasting Think-aloud Protocols With Descriptions and Explanations of Thinking. *Mind, Culture, & Activity*, 5(3), p. 178-186.

GREENO, J.G.; SIMON, H.A. (1988). Problem Solving and Reasoning. In.: R.C. Atkinson; R. Herrnstein; G. Lindzey; R.D. Luce (eds.). *Stevens' Handbook of experimental psychology*. New York:Wiley.

HAUGELAND, J. (1987). *Artificial Intelligence: The Very Idea*. Cambridge, MIT.

KAHNEMAN, D.; TVERSKY, A. (1979). Prospect Theory: an Analysis of Decision under Risk. *Econometrica*, v. 47, p. 263-291.

\_\_\_\_\_. (1984). Choices, Values, and Frames. *American Psychologist*, 39: 4, 341-350.

LEISTER, C. (2001). Programa *de pesquisa da racionalidade e teoria da decisão: racionalidade e teoria da decisão adaptativa*. Dissertação de Mestrado. Departamento de Filosofia, FFLCH-USP.

LOVETT, M.C., ANDERSON, J.R. (2005). Thinking as a Production System. In.: K. J. Holyoak; R.G. Morrison (eds.). *The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning*. Cambridge: Cambridge University Press. p. 401-429.

NEWELL, A.; SHAW, J.C.; SIMON, H.A. (1958). Elements of a Theory of Human Problem Solving. *Psychological Review*, v. 65, n. 3, p. 151-166.

NEWELL, A.; SIMON, H.A. (1972). *Human Problem Solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

PAYNE, J.W.; BETTMAN, J.R. (2000). Preferential Choice and Adaptive Strategy Use. In: G. Gigerenzer; R. Selten (eds.). *Bounded Rationality: The Adaptive Toolbox*. MA: MIT Press, 2000.

- PAYNE, J.W.; BETTMAN, J.R.; JOHNSON, E.J. (1988). Adaptative Strategy Selection in Decision Making. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 14, 534-552.
- \_\_\_\_\_. (1993). *The Adaptative Decision Maker*. Cambridge: Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_. (1997). The Adaptative Decision Maker: Effort and Accuracy in Choice. In: W.M.Goldstein; R. Hogarth (ed.). *Research on judgment and decision making: currents, connections, and controversies*. Cambridge: Cambridge University Press. p. 181-204.
- PAYNE, J.W.; BETTMAN, J.R.; JOHNSON, E.J.; LUCE, M.F. (1995). An Information Processing Perspective on Choice. In: J.Busemeyer; D.L.Medin; R. Hastie (ed.). *Decision Making from a Cognitive Perspective*. The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory. San Diego: Academic Press. p. 137-175.
- PINKER, S. (1998). *Como a Mente Funciona*. São Paulo: Companhia das Letras.
- SEARLE, J.R. (1980). Minds, Brains, and Programs. *Behavioral and Brain Sciences*, 3, p. 417-424.
- SIMON, H.A. (1955). A Behavioral Model of Rational Choice. *Quarterly Journal of Economics*, v. 69, p. 99-118.
- \_\_\_\_\_. (1969). *The Sciences of the Artificial*. MA: MIT Press.
- \_\_\_\_\_. (1977). *Models of Discovery: and Other Topics in the Methods of Science*. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company.
- \_\_\_\_\_. (1979). Information Processing Models of Cognition. *Annual Review of Psychology*, v. 30, p. 363-396.
- \_\_\_\_\_. (1990). Invariants of Human Behavior. *Annual Review Psychology*, v. 41, p. 1-19.
- \_\_\_\_\_. (1997). *An Empirically Based Microeconomics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- SIMON, H.A.; HAYES, J.R. (1976). The Understanding Process: Problem Isomorphs. *Cognitive Psychology*, v. 8, p. 165-190.
- SKINNER, B. F. (1989). *Ciência e comportamento humano*. São Paulo: Martins Fontes.
- TOBBY, J.; COSMIDE, L. (1994). Origins of Domain Specificity: The Evolution of Functional Organization. In: *Mapping the Mind: Domain Specificity in Cognition and Culture*. L. Hirschfeld; S. Gelman (eds.). New York: Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_. (1995a). Mapping the Evolved Funcional Organization of Mind and Brain. In: *The cognitive neurosciences*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

TOBBY, J.; COSMIDE, L. (1995b). From Function to Structure: The Role of Evolutionary Biology and Computational Theories in Cognitive Neuroscience. In: *The cognitive neurosciences*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

TVERSKY, A.; KAHNEMAN, D. (1981). The Framing of Decision and the Psychology of Choice. *Science*, v. 211, p. 453-31.

\_\_\_\_\_. (1986). Rational Choice and the Framing of Decision. *Journal of Business*, v. 59, p. 251-278.

### **Endereço/Address**

J.R.N. Chiappin

Universidade de São Paulo - Faculdade de Economia e Administração - Departamento de Economia

Av. Prof. Luciano Gualberto 908, Cidade Universitária - FEA II - sala 30

São Paulo, SP - Brasil

CEP 05508-900

Carolina Leister

Fundação Getúlio Vargas - Escola de Economia de São Paulo

Rua Itapeva, 474, 12º andar - Bela Vista

Sao Paulo, SP - Brasil

CEP 01332-000

Data de recebimento: 5-3-2009

Data de aprovação: 28-4-2009