

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE FILOSOFIA

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: MANIPULAÇÃO SIMBÓLICA E
INTENCIONALIDADE EM J. R. SEARLE

Marcus G. Brunetta

BELO HORIZONTE

1996

Marcus G. Brunetta

**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: MANIPULAÇÃO SIMBÓLICA E
INTENCIONALIDADE EM J. R. SEARLE**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado da Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Filosofia.

Linha de Pesquisa: Lógica e Filosofia da Ciência.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Margutti Pinto

**Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas
Universidade Federal de Minas Gerais**

**Belo Horizonte
1996**

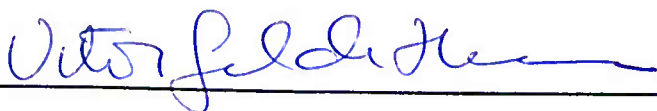
Dissertação defendida e aprovada

com a nota 95 pela Banca Examinadora

constituída pelos professores:



Prof. Dr. Paulo Margutti Pinto - Orientador



Professor



Professor

Universidade Federal de Minas Gerais
Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas
Departamento de Filosofia

Belo Horizonte, 26 de 05 de 1997

Sumário

Sumário	4
Resumo	6
Abstract	6
Introdução	7
Capítulo 1- Conceitualística da Inteligência Artificial	16
1. 1 - Visão Conceitual da Inteligência Artificial	16
1. 1. 1. Sensoriamento / Percepção	18
1. 1. 2. Processamento da Linguagem Natural	20
1. 1. 3. Apoio à Decisão	23
1. 1. 4. Robótica	24
1. 1. 5. Tarefas Formais: Jogos e Matemática	26
1. 1. 6. Tarefas Especialistas	29
1. 2 - Aspectos Filosóficos da Conceitualística da Inteligência Artificial	31
1. 2. 1. Preliminares	31
1. 2. 2. O computacionismo	32
1. 2. 3. O Modelo Conexionista	36
1. 2. 4. Alternativas de Investigação Filosófica da <i>Praxis</i> da Inteligência Artificial	37
Capítulo 2: Manipulação Simbólica	40
2. 1 - A Máquina de <i>Turing</i> como paradigma de manipulação simbólica	40
2. 2. - Construção de um algoritmo e obtenção de uma “fita de <i>Turing</i>”	42
2. 3. - Epistemologia da Manipulação Simbólica	46
2. 4 - A Hipótese da Manipulação Simbólica e sua Crítica	49
2. 4. 1 - A Hipótese de Manipulação Simbólica	49
2. 4. 2 - Manipulação Simbólica e o Problema da Inferência	51
2. 4. 3. - Limitações Formais da Manipulação Simbólica e o Problema da Não-Computabilidade	65
Capítulo 3: Intencionalidade	68
3. 1- Intencionalidade em Searle	68
3. 2- O problema Cérebro-Mente e a teoria de Intencionalidade de Searle	73
3. 3- Intencionalidade e Inferência Semântica	76
3. 4- Rede e Base Pré-Intencional	79

Sumário - continuação

Capítulo 4 - Searle e seus Críticos	89
4. 1 - Searle e a Inteligência Artificial	89
4. 1. 1. - A Crítica da teoria de sistema (Universidade de Berkeley)	89
4. 1. 2. - A Crítica do Robot	93
4. 1. 3. - A Simulação do Cérebro (Berkeley/MIT)	95
4. 1. 4. - Escapando da Sala Chinesa: A Objeção de Boden	97
4. 2. - A crítica à Base Pré-Intencional	104
4. 3. - Searle e Hipótese dos Símbolos Físicos (<i>IA forte</i>)	111
4. 4. - Tendências e Perspectivas Futuras	113
Capítulo 5 - Conclusões	117
5. 1.- Acerca da Conceitualística da Inteligência Artificial	117
5. 2. - A Abordagem da Manipulação Simbólica e Suas Consequências	118
5. 3. - A Intencionalidade	120
5. 4 - Searle e Seus Críticos: O debate em torno da Inteligência Artificial	122
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125
Obras Citadas na Dissertação	125

RESUMO

A presente dissertação busca investigar a problemática filosófica resultante da *Inteligência Artificial*, a partir do conceito de *intencionalidade* tal como formulado por J. R. Searle. Destarte procuramos mostrar que a manipulação simbólica, motor do comportamento exibido pelo computador digital, não implica em manifestação do entendimento. A discussão desloca-se, a partir desta abordagem, do aspecto *comportamental*¹ que lhe empresta o carácter utilitarista da ciência da computação, para a qual o comportamento final de um sistema de inteligência artificial é evidência de sua *inteligência*, para a argumentação apresentada por Searle, para quem a observação do comportamento de um sistema não pode ser considerada critério de julgamento, por lhe faltar justamente a *intencionalidade*. O desenvolvimento desta crítica prossegue, introduzindo os aspectos semânticos da intencionalidade e levanta as dificuldades interpostas na tarefa de formalizar, através da manipulação simbólica, esta mesma *intencionalidade*, concluindo por considerar o problema filosófico da *Inteligência Artificial* como uma questão *não-empírica*.

ABSTRACT

This work investigates the philosophical problems arising from the concept of intentionality in Artificial Intelligence, as formulated by J. R. Searle. We first try to show that symbolic manipulation, the basis of digital computer behaviour, does not imply any evidence of understanding. We then change from a behavioural point of view, which gives the discussion the utilitarian character of computer science, for which the final behaviour of an artificial intelligence system is proof of its intelligence, to the one presented by Searle, for whom the observation of a system's behaviour, lacking in intentionality, cannot be such a criterion. We develop this critique introducing the **semantic aspects of intentionality** and the problems in formalizing it through symbolic manipulation. We conclude by considering the philosophical problem of **Artificial Intelligence** as a **non-empiric question**.

¹ Estamos utilizando em toda a dissertação o vernáculo *comportamental* em favor dos termos consagrados pela psicologia '*behaviour*' e '*behaviourism*'.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Introdução

Introdução

One definition of man is “an intelligence served by organs.”

Ralph Waldo Emerson (1803–82)

A inteligência artificial (IA) é uma área de pesquisa e indagação da ciência da computação concernente ao projeto e desenvolvimento de **sistemas inteligentes**, isto é, sistemas capazes de exibir características que são comumente associadas com a inteligência no comportamento humano. Algumas das áreas características apontadas pela manualística para tais sistemas incluem a compreensão da linguagem **natural**, cuja importância principal reside na facilitação da comunicação homem/máquina, o desempenho coerente em jogos tais como a dama, xadrez, gamão e outros, a demonstração de teoremas e resolução de problemas; e o reconhecimento de padrões, compreendendo aqui o reconhecimento de caracteres gráficos, da fala, etc.

A simples enumeração dos tópicos abordados pela IA coloca-nos diante de uma área multidisciplinar, onde intervêm a linguística, a fisiologia, a psicologia, a física, a matemática e a filosofia. Torna-se portanto evidente que o interesse filosófico da questão reside não só em uma análise metodológica das pretensões da IA mas também envolve uma discussão acerca dos pressupostos acerca da inteligência, do nível de modelagem da inteligência humana que se pretende ou que é possível atingir.

É propósito da presente dissertação estabelecer um parâmetro de crítica à concepção simplista de inteligência artificial, discutindo o conceito em si mesmo, tomando como ponto de partida a aceção comportamentalista e utilitária que lhe tem sido associada pela ciência da computação.

Reconhecendo que nos sistemas de IA a abordagem do conhecimento é inteiramente voltada para a eventual utilização que possamos fazer deste conhecimento, podemos dizer que o propósito fundamental da IA consiste em realizar tarefas cognitivas. Daí surgem duas grandes linhas de indagação. Na primeira delas podemos mostrar que uma dificuldade central do desenvolvimento da IA consiste na apreensão de um **metaconhecimento**, evidentemente necessário à solução de um dado problema ou exibição de um dado comportamento a ser observado.² A segunda indagação é decorrente da primeira e parte da constatação que a formulação deste metaconhecimento, mercê da natureza do processamento automático da informação, tal como ocorre no computador digital, é construída através de **manipulação simbólica**.

² É trivial verificar que só poderemos automatizar a solução de um dado problema se conhecermos, efetivamente, como esta solução se processa. O **metaconhecimento** a que estamos nos referindo se reporta a uma instância de **segunda ordem** com relação a um dado conhecimento: quando construímos uma cadeira, estamos apenas servindo-nos do conhecimento acerca de como uma cadeira é construída. Quando entretanto programamos um sistema automático para construir esta mesma cadeira, devemos descrever **como se constrói** a cadeira em tela e estamos já no nível do **metaconhecimento**.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Introdução

Impõe-se então, imperiosamente, a questão: **pode o entendimento reduzir-se a esta manipulação simbólica?**

Uma tal manipulação é inerente aos sistemas de inteligência artificial, que devem necessariamente adotar uma linguagem de programação formal, quer seja **declarativa**, quer seja **procedimental**, para que se torne viável sua execução em um computador digital.³

Argumenta **J. R. Searle** que o entendimento não pode reduzir-se a a esta mera manipulação simbólica. Pretendemos discutir a relação existente entre a manipulação simbólica e o entendimento, aquilo que irá se constituir no tema central de nossa dissertação.⁴

Em um importante trabalho, muitas vezes citado, A. M. Turing estabeleceu as bases comportamentalistas da avaliação da **IA**, através da formulação de um teste que passou a ser denominado "teste de Turing" [Turing, 1950]. Este teste é derivado de um jogo de salão, no qual dois interlocutores trocam mensagens através de um mediador. Este deverá permanecer em uma sala diferente dos outros dois. O objetivo do jogo, para o mediador, é descobrir o sexo de cada um, com base exclusiva nas perguntas e respostas contidas nas mensagens. A adaptação do jogo proposta por Turing para os computadores consiste em substituir um dos interlocutores por um computador adequadamente programado para realizar a troca de mensagens. O sistema computador/programa será aprovado no teste se o mediador não lograr distinguir, através da análise das respostas obtidas, o interlocutor humano de sua contraparte cibernética.

Reconhecendo embora que eventualmente um dado sistema pode chegar a ser aprovado num tal teste (conquanto subjetivo seja o julgamento do mediador⁵) insistimos

³ Uma linguagem computacional é declarativa quando não é necessário especificar todo o detalhamento para o cumprimento de uma tarefa. Uma linguagem é dita procedimental quando todos os passos necessários devem ser especificados. Para ficarmos com uma analogia simples, se ao tomarmos um taxi podemos indicar ao motorista somente o endereço desejado e ele é capaz de conduzir-nos corretamente ao destino, estamos no nível declarativo. Se tivermos que detalhar todo o itinerário, tal como "vire à direita; pegue a segunda rua à esquerda", etc, estamos no nível procedimental. Se ainda tivéssemos que explicar a ele como conduzir o veículo, estaríamos então num nível procedimental ainda mais fundamental. Exemplificando, linguagens computacionais de uso geral tal como **PASCAL**, **FORTRAN**, **C**, são procedimentais, enquanto que linguagens de programação em lógica, tal como **PROLOG**, são declarativas. As últimas tem sido preferidas no desenvolvimento de sistemas de **IA**.

⁴ J. R. Searle (1932-) é filósofo contemporâneo, nascido nos EUA. Doutorou-se pela Universidade de Oxford e é atualmente professor na Universidade de Berkeley, posição que ocupa desde 1959. Filósofo da linguagem, desenvolveu a teoria dos atos de fala, segundo a proposta de Austin. Enfatiza sobretudo o papel das intenções na constituição dos atos de fala, desenvolvendo a propósito uma teoria da intencionalidade.

⁵ Muito à propósito, uma das críticas relevantes que vem sendo formuladas à adequação deste teste implica em dizer que muito do mesmo corresponde à capacidade do mediador em efetuar a necessária distinção entre os interlocutores, pelo que o teste estaria avaliando, com igual intensidade, ao mediador.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Introdução

que a interrogação central que deve ser respondida não é tanto o reconhecimento da exibição de um comportamento como evidência de "inteligência", mas sim **em analisar se a manifestação de um dado comportamento, obtido em função de uma manipulação simbólica, implica em entendimento.** ⁶

Ora, desde a tradição comportamentalista inaugurada por Turing, a representação do conhecimento nos sistemas de inteligência artificial tem sido abordada pela ciência da computação através de uma postura operacional e utilitária. Naturalmente a discussão que estamos propondo, vista desde a óptica dos cientistas de computação, não possui relevância, dado que o relevante, a partir destes pressupostos, é obter resultados observáveis. Ficamos então diante de duas posições antagônicas. A hipótese comportamentalista considera o comportamento final observado de um sistema computacional (referimo-nos aqui a um "sistema computacional" ao invés de computador, por tratar-se da associação indissolúvel do "*hardware*" com o competente "*software*") como evidência de sua "inteligência" e desde este ponto de vista a inteligência artificial se torna, filosoficamente, uma questão empírica, ou seja verificável tão somente pela experimentação e comprovação. ⁷ Obviamente, sem a respectiva programação, o computador é um equipamento inerte, de modo que *hardware* e *software* são relevantes, cada qual à sua maneira, para uma abordagem em profundidade da questão da IA. ⁸ Em oposição fica a argumentação apresentada por J. R. Searle e que pretendemos desenvolver, para quem a manipulação simbólica não implica em pensamento, não podendo pois a mera observação do comportamento do sistema computacional servir como critério de julgamento (ponto onde será introduzida a **intencionalidade**), o que transforma a questão em claramente **não-empírica**.

Na escolha dos métodos de abordagem dos problemas de IA pela ciência da computação, sejam eles algorítmicos ou heurísticos, declarativos ou procedimentais, exatos, estatísticos ou probabilísticos, o importante é sempre obter um resultado final,

⁶ Na realidade esta questão é uma formulação reduzida de outra mais ampla, a saber: pode o entendimento humano ser reduzido a uma mera manipulação simbólica, tudo o mais não passando de uma questão de formulação de algoritmo e gradação de poder de processamento? Para ficarmos com um exemplo mais simples, vejamos o caso de uma torradeira, dotada de um termostato. Inserida a fatia de pão, acionado o dispositivo e decorrido algum tempo, a fatia emerge, já torrada. Nossa questão consiste em analisar se o comportamento da torradeira (ou seja produzir uma torrada) decorre da execução de um algoritmo de temporização ou da intenção de ejetar a torrada, porque em função de uma avaliação consciente ela foi julgada "pronta".

⁷ Este é, por exemplo, o ponto de vista defendido por Copeland nos capítulos 4 e 5 de seu livro de introdução filosófica à inteligência artificial [COPELAND, 1993].

⁸ Não desejamos contudo introduzir uma outra problemática concernente à adoção de arquiteturas de sistemas de computação não-convencionais, atendo-nos ao modelo de Von Neumann. Tal paradigma foi proposto por John Von Neumann, um dos mais notáveis matemáticos de nosso século. Nascido na Hungria e naturalizado americano, fez contribuições notáveis para a teoria dos jogos, a mecânica quântica e a matemática aplicada. Trabalhou ativamente no projeto de computadores eletrônicos, construindo em 1952 o primeiro computador (MANIAC I) que utilizou um programa flexível armazenado em memória, estabelecendo a partir daí a arquitetura de computador segundo a qual o programa é armazenado em memória, juntamente com os dados de entrada, sendo as instruções executadas sequencialmente.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Introdução

que possa ser tratado como uma entidade funcional - espécie de caixa-preta que, alimentada com as informações adequadas (i. e. a "entrada"), produza as respostas adequadas (i. e. a "saída"). Isto implica, desde sempre, numa visão nitidamente comportamentalista para a IA, postura esta que tende a amortecer e minimizar a importância de questões como a que pretendemos abordar.

É com certeza neste ponto que o trabalho de Searle se torna extremamente importante, realizando uma análise filosófica da IA que contrapõe o **entendimento à manipulação simbólica**, ao introduzir a questão da **intencionalidade**⁹. Pretende Searle ampliar a discussão além da IA, que surge apenas como consequência de seu trabalho. Como bem assinala Lacoste, sua verdadeira dimensão consiste em efetuar "a metamorfose da filosofia da linguagem numa filosofia do mente" [Lacoste, 1992: 104]¹⁰.

De acordo com Searle a intencionalidade é a propriedade particular que possuem alguns estados mentais de remeter a um objeto. Evidentemente nem todos os estados mentais, alguns por seu carácter difuso, mostram-se capazes de remeter a um objeto determinado. Entretanto, para ficarmos com alguns exemplos citados por Lacoste, "acreditar em Papai Noel", "ter medo de viajar de avião", etc, são estados intencionais que remetem a objetos específicos.

A análise de estado mental feita por Searle conduz a uma analogia entre a percepção e a ação, entre o ver o o fazer, permitindo estabelecer um critério de distinção entre o imaginado e o real.

Como se dá esta distinção? Para Searle, tal é possível devido à satisfação do ato intencional no caso real, e em sua frustração, no caso do imaginado. Assim, numa miragem, temos uma experiência visual de um objeto que supomos existir (por exemplo um oásis), mas não é a existência do oásis que provoca a impressão visual. E sobretudo não será possível satisfazer nossa intenção de repousar no oásis imaginário.

O passo seguinte de Searle consiste em estender esta importante teoria da intencionalidade à refutação das concepções reducionistas a respeito das relações entre cérebro e mente. De fato, se pretendemos afirmar que a mente é o cérebro tal como a água é H_2O , devemos enfrentar o argumento de Searle que nos lembra que podemos explicar as propriedades físico-químicas da água - suas mudanças de fase, por exemplo, a partir de sua estrutura molecular, mas seu comportamento não pode ser inteiramente reduzido a isto, por ser a água um algo mais, que decorre do fato de estarmos lidando sempre com um conjunto de moléculas, cujo comportamento gregário se diferencia do comportamento de uma molécula única.

⁹ Devemos observar que a teoria da intencionalidade em Searle é bastante distinta da aceção quer de Brentano quer de Husserl.

¹⁰ Veja-se como introdução ao problema da intencionalidade em Searle o texto "As Categorias da Intencionalidade" [Searle, 1984]

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Introdução

Não deverá ser uma surpresa para nós o passo seguinte de Searle, que consiste em aplicar suas idéias à distinção (ou analogia) entre o computador digital e o cérebro humano. Para Searle o funcionamento da mente humano não se resume a processos formais ou sintáticos (nossa "manipulação simbólica"), porque a mente humana possui um conteúdo semântico, que atribui um sentido preciso àquilo que é pensado. Já a manipulação simbólica é um ato que se efetua sem o entendimento de seu exato sentido, de forma inteiramente automática.

Para ilustrar seu ponto de vista, Searle propõe um *Gedankenexperiment*: uma experiência mental, conhecida como Sala Chinesa. Imaginemos uma pessoa fechada em um quarto com um conjunto de instruções de manipulação de símbolos - no caso um conjunto de caracteres chineses, idioma que o experimentador não domina. Esta pessoa recebe um conjunto de símbolos como entrada (propondo questões) e deve, a partir de sua manipulação segundo as instruções que recebeu, produzir um conjunto de símbolos como saída (a resposta às questões). O experimentador está, portanto, respondendo a questões formuladas em chinês, sem, contudo, lograr compreender o significado, quer das perguntas, quer das respostas.

Da mesma forma, conclui Searle, sistemas capazes de manipulação simbólica tal como os computadores somente são capazes de atuar sintaticamente, sem implicações semânticas. Nossa atividade mental não pode se limitar portanto somente à lógica simbólica, visto atribuir um sentido de acordo com as relações que estabelecemos com o mundo exterior.

Esta posição de Searle o coloca no centro de uma intensa polêmica, com argumentações de ambos os lados, quer corroborando seu ponto de vista, quer refutando-o. Um dos aspectos de nosso trabalho, por sua importância, consistirá justamente em levantar os pontos mais polêmicos, e principalmente acrescentar um elemento relevante à argumentação de Searle, que ele pressentiu mas não levou a cabo. De fato Searle reconhece que cada estado intencional supõe uma rede (network) de outros estados intencionais (por exemplo, desejar ingressar na Academia de Letras implica em acreditar que ela exista, que possui um valor social, que os escritos produzidos são credencial suficiente, etc). Nossa contribuição consiste em discutir como esta rede de intencionalidade se relaciona com a **inferência semântica**, manifestação de nosso entendimento, que emerge como principal componente da compreensão da linguagem natural, e quais as possibilidades de ser inteiramente reduzida a uma estrutura formal.

Propomo-nos a investigar igualmente em nosso trabalho a hipótese de redução, ou seja, a idéia segundo a qual o modelo de processamento adotado em um computador, pelo emprego de uma linguagem específica, reduz, necessariamente, a representação do conhecimento a um modelo lógico formal. E todo o esforço da representação do conhecimento- com maior ou menor sucesso- tem-se concentrado na busca do modelo lógico-formal a ser utilizado, por mais adequado ao problema em questão, não se levando em consideração os aspectos semânticos envolvidos. Um trabalho recente de Banerji toca neste nosso objeto de estudo, (ainda que não especificamente), ao dizer: " ... Nos últimos vinte anos, muitos programas foram escritos capazes de exibir

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Introdução

comportamento inteligente em instâncias específicas. Houve um programa que aperfeiçoou seu próprio jogo de damas a um nível notável. Houve programas capazes de jogar xadrez de muito bom nível. Programas foram escritos para auxiliar na análise e síntese em química orgânica; capazes de entender inglês rudimentar e até mesmo de descobrir estruturas matemáticas. **Nosso trabalho será apreender a base para a construção destes programas (e programas afins) que não dependem das estruturas das tarefas específicas envolvidas, mas são, de alguma forma, universais em sua natureza. Para fazer isto necessitamos de uma linguagem de discurso que será independente do domínio do problema e entretanto será suficientemente conveniente e precisa.** Escolhemos a linguagem da matemática discreta... (grifos nossos)" [Banerji, 1980].

Está aí, claramente identificada, embora não explicitada, a hipótese de redução a cujo estudo pretendemos dedicar espaço nesta dissertação. A importância da argumentação que iremos apresentar reside principalmente em produzir um discurso filosófico preciso, capaz de atuar como hipótese simplificadora (mais uma instância da navalha de Occam), ou seja identificar, descrever e conduzir a algumas previsões acerca do que podemos (e devemos) esperar dos sistemas de inteligência artificial, até que o enunciado de novas regras e outros modelos de processamento automático de informação conduzam a outras hipóteses, restritivas ou amplificadoras.

Nosso trabalho aponta ainda para uma questão mais abrangente, que apenas tangenciamos: existe subjacente a esta hipótese da apreensão do problema do conhecimento pela simples busca de um formalismo adequado uma alternativa que deve, igualmente, ser investigada. Parece admitir, como ponto de partida, que é possível reduzir todo o aparato semântico do conhecimento a um aparato algorítmico - ou seja: existe, subjacente a todo este esforço empreendido pelos cientistas de computação a crença na existência de um algoritmo geral do conhecimento, hipótese subjacente à concepção da Inteligência Artificial em sentido forte, conceito este derivado da *Hipótese dos Símbolos Físicos*, formulada por Newell [Newell, 1976]. A ficarmos com esta hipótese, devemos assumir igualmente que todo o conteúdo semântico do conhecimento pode ser reduzido a um procedimento formal, o que reduz a epistemologia à procura e descobrimento deste mecanismo. Trata-se de questão maiúscula, a qual merece detida investigação, e para a qual, segundo a análise levada a efeito por Searle, que apresentaremos em suas linhas essenciais, não podemos esperar uma conclusão otimista.

Embora, naturalmente, não possamos determinar *a priori* tudo o que podemos esperar resultar de nossas indagações, ou mesmo daquilo que se almeja alcançar a partir dos sistemas de IA, certamente estaremos apontando para algumas questões de fronteira que emergem da análise do estado da arte da IA, o que já é, de per si, um fato positivo e justifica o esforço que empreendemos na presente dissertação.

A importância desta reflexão implica em produzir, também ela, uma alteração de comportamento. Acreditamos que filosofia e informática se esforçam por alterar a realidade. Enquanto a informática opera sua alteração primariamente no real, ou seja no nosso ambiente, aquele " complexo de relações entre o mundo natural e o ser vivo "

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Introdução

(conforme a definição que podemos encontrar em ABBAGNANO), a filosofia busca a alteração do sujeito.

Lembramo-nos neste ponto de uma citação de Moles: "A evolução recente da ciência que a fez passar do certo ao provável e depois ao percebido tende a reaproximá-la da Filosofia, da qual se apartara desde a Renascença. A Filosofia, de seu lado, tende a depurar-se das ciências em gestação, para tornar-se uma ética do pensamento e assumir um caráter positivo, circunscrevendo o campo de validade das doutrinas variadas que a compõem, eliminando assim o paradoxo das contradições entre filósofos ..." [Moles, 1971].

É diante desta postura de ética do pensamento, onde a necessidade de estabelecer o "campo de validade" de uma dada abordagem teórica (em nosso caso a IA) emerge como discussão inevitável, que buscamos desenvolver nosso trabalho.

No primeiro capítulo, denominado **"Conceitualística da Inteligência Artificial"** tratamos de conceituar a IA para o propósito da análise que se seguirá, bem como procurarmos levantar os principais pressupostos e pretensões deste campo, estabelecendo ainda uma importante delimitação entre questões lógico-formais e semânticas, essencial para o desenvolvimento posterior da dissertação.

No segundo capítulo, denominado **"Manipulação Simbólica"**, pretendemos apresentar uma descrição crítica da **Máquina de TURING**, mostrando como se processa a manipulação simbólica segundo este modelo matemático e a discussão acerca da possível redução a um arcabouço lógico-formal que ocorre, para que seja possível a execução de um algoritmo. Deter-nos-emos igualmente a discutir acerca da problemática da formulação de um algoritmo, considerada como um processo de metaconhecimento, bem como a relação existente entre o algoritmo e o sujeito conhecedor.

No terceiro capítulo, denominado **"Intencionalidade"** pretendemos apresentar em linhas gerais o pensamento de Searle no que se refere à importante questão da intencionalidade, com o desdobramento que conduz ao problema central de nossa dissertação, qual seja a importante relação entre a manipulação simbólica e o entendimento. Iremos discutir igualmente a possibilidade aventada por Copeland, segundo a qual esta relação se constitui em uma questão empírica [Copeland, 1993]. Algumas consequências serão alcançadas acerca do escopo da IA. A intencionalidade deverá se confrontar ainda com uma visão puramente comportamentalista, de modo que devemos considerar a oposição entre esta vertente e um possível **"pensar cibernético"**.

No quarto capítulo, denominado **"Searle e seus Críticos"** pretendemos apresentar os principais argumentos que foram formulados contra o pensamento de Searle, bem como mostrar sua contra-argumentação. Neste ponto da dissertação deveremos examinar a importância dos conceitos de **base pré-intencional e rede (network) de estados intencionais**, adiantados por Searle e sua correlação com a

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Introdução

inferência semântica, componente essencial de nosso entendimento, e as possibilidades de sua emulação ao nível simbólico [Searle, 1983].¹¹

Finalmente pretendemos mostrar que a antinomia entre manipulação simbólica e intencionalidade conduz a limitações de escopo das pretensões da IA, fato este já reconhecido por cientistas de vanguarda da ciência da computação, que reconhecem estar ultrapassada uma abordagem dos problemas de IA baseada exclusivamente em um modelo lógico-formal. Alternativas baseadas na emulação do comportamento do cérebro humano a partir de redes neurais foram propostas, o que coloca toda a problemática da IA num patamar epistemológico inteiramente distinto de uma abordagem convencional, sendo estas alternativas, igualmente, contempladas pela discussão que empreenderemos.

Concluindo a presente introdução podemos mostrar que a metodologia adotada no desenvolvimento da dissertação corresponde a uma análise crítica dos paradigmas dos sistemas de inteligência artificial que se colocam ao nosso alcance e a partir daí, discutir suas possibilidades de redução a um mecanismo de manipulação simbólica.

Torna-se claro então que a abordagem inicial da IA foi uma tentativa de reproduzir, através de regras formais, as etapas de raciocínio que conduzem à resolução de problemas que se conformam com este paradigma. Neste esforço de "resolver problemas" julgou-se possível reduzir o significado semântico de nosso pensar consciente a uma fórmula algorítmica. Esta simplificação, conforme mostramos, necessita ser submetida ao crivo do pensar filosófico crítico, tal como o fez Searle.

Deixamos de lado propositalmente neste trabalho, um estudo mais aprofundado da epistemologia emergente, aquela que pretende desvendar o véu do entendimento humano através da decodificação genética e dos estudos de neurologia que apontam para uma simulação da atividade cerebral. Esta vertente compreende uma abordagem mais extensa das chamadas REDES NEURAIIS, várias vezes citadas na manualística, por representarem um paradigma holista, que não se enquadra em nosso modelo, por não terem ainda senão resultados em perspectiva a apresentar. Esta omissão, além de uma questão evidentemente metodológica, visto estar relacionada de forma mais íntima com a nascente *Ciência Cognitiva*, implica em uma limitação de escopo de nossa dissertação, para que os problema que enfrentamos se reduzissem a uma dimensão tratável.¹²

¹¹ Apresentaremos inclusive a análise de tentativas recentes de formulação de inferência semântica a partir de métodos lógico-formais, discutindo sua limitação.

¹² Outra linha de argumentação, igualmente forte, que vem em socorro de nossa escolha metodológica é apresentada por Penrose, para quem procedimentos computacionais alternativos, tais como **processamento paralelo** (que não segue o modelo de arquitetura de Von Neumann, já citado), **conecçãoismo** (redes neurais), **algoritmos heurísticos** (nos quais regras heurísticas são enunciadas), **algoritmos aleatórios** (onde ações "casuais" podem intervir, segundo regras estatísticas definidas) e outros recaem todos naquilo que é definido como **algoritmo**, sendo portanto executado, *in fine*, num computador digital, o que coloca tais abordagens na linha comum delimitada por nossa discussão [apud Penrose, 1994: 36-37]

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Introdução

Buscamos enfatizar que a inteligência artificial representa uma área multidisciplinar, por excelência. A contribuição da filosofia, até o presente, foi bastante pequena, no interrogar e no desvendar de suas limitações. Acreditamos que uma abordagem desde o ponto de vista privilegiado da filosofia da ciência seja capaz de circunscrever nossa fronteira de ignorância num ponto mais distante, através do exercício de uma crítica necessária, principalmente apontando de forma segura para uma delimitação nítida daquilo que devemos e podemos esperar desta tecnologia emergente. É neste sentido que o trabalho de Searle se torna extremamente relevante e esperamos ter, com a modesta contribuição que fizemos, ter ao menos chamado a atenção dos colegas para este importante problema.

Assim, procuramos em toda esta nossa dissertação adotar uma postura de interrogação do modelo lógico-formal da inteligência artificial, de modo a fazer emergir algumas linhas gerais de crítica.

Há momentos em que se impõe uma reflexão sobre aquilo que nos rodeia. Os métodos e técnicas da investigação filosóficas diferem, claramente, dos métodos de investigação matemática, os quais, até o presente, foram quase que os únicos a serem empregados neste campo. A visão alternativa e não comprometida que só a análise filosófica pode oferecer se impõe, não como exclusivo exercício acadêmico, mas sim como uma necessidade de observar e descrever uma atividade intelectual com independência. E é, certamente, uma tarefa que vale a pena empreender.

Capítulo 1- Conceitualística da Inteligência Artificial

1. 1 - Visão Conceitual da Inteligência Artificial

Iniciaremos nossa jornada estabelecendo o escopo do campo de pesquisa da ciência da computação denominado *Inteligência Artificial - (IA)*. Encontramos na manualística, em alguns casos, definições destituídas de significado mais preciso, das quais serve de exemplo a proposta que podemos ler no texto "Inteligência Artificial" de Rich e Knight: "Inteligência Artificial é o estudo de como fazer os computadores realizarem coisas que no momento as pessoas fazem melhor" [Rich/Knight, 1993: 3].

Aliás, dedicando a esta definição uma atenção maior, poderíamos classificá-la como uma **falácia semântica**,¹ defeito este no qual recaem novamente os citados autores, ao conceituar igualmente a filosofia como tendo sido sempre "o estudo das áreas do conhecimento que eram tão pouco compreendidas que não se tinham formado disciplinas distintas em si mesmas. À medida em que áreas como a matemática ou a física tornaram-se mais avançadas, elas se separaram da filosofia. Talvez, se a *IA* tiver sucesso, a filosofia poderá reduzir-se a um conjunto vazio" [Rich/Knight, op.cit.: 3]

À parte a gratuidade do ataque, que revela um desconhecimento total do objeto e do método do pensar e do agir filosófico, bem como, conforme procuraremos mostrar, denota uma visão romântica da *IA*, devemos ainda relevar igualmente a *Sancta Simplicitas* desta afirmativa, encontrada num texto que julgado sob um prisma exclusivamente técnico (computacional), pode ser julgado de muito bom nível.

Mas, distanciando-nos de tais querelas e reportando-nos a outro texto de visão crítica mais apurada, encontramos a formulação de um conceito mais esclarecedor, qual seja: "[A *IA*] é um campo multidisciplinar que envolve a Ciência da Computação, Neurociência, Filosofia, Psicologia, Robótica e Linguística, devotado à reprodução do método ou dos resultados do raciocínio humano e da atividade do cérebro. Processos intelectuais humanos de interesse incluem a manipulação simbólica, a acumulação, a representação e uso do conhecimento ou perícia; sintaxe (estrutura) e semântica (significado); solução de problemas; estabelecimento de metas e planejamento; aprendizagem, aquisição e tratamento de dados sensoriais, bem com a habilidade de operação em situações dinâmicas e inesperadas..." [Thro, 1991]. Representando embora mais uma meta a atingir do que uma realidade totalmente palpável, a pesquisa em *IA* envolve a construção de sistemas de computação capazes de executar tarefas como síntese da fala, jogar xadrez, analisar estruturas moleculares [apud Barr/Feigenbaum(eds), 1989, I: 143]. Podemos expandir este ponto de vista agrupando

¹ No dizer de Nolt e Rohatyn, uma falácia semântica ocorre quando "a linguagem na qual se expressa um argumento (ou uma conceituação, acrescentariamos nós) tem múltiplos significados ou é excessivamente vaga no modo em que interfere na avaliação da força lógica do argumento". Esta falácia é denominada por outros autores "falácia de ambigüidade". [Nolt/Rohatyn, 1991: 367 ss]

Manipulação Simbólica e Inteligência Artificial

Capítulo 1 - Conceitualística da Inteligência Artificial

na tabela a seguir algumas das tarefas envolvidas no desenvolvimento de sistemas de *IA*:²

Tabela 1. 1 - Tarefas de Inteligência Artificial

- **Sensoriamento / Percepção:**³
 - Percepção
 - Visão
 - Fala
- **Processamento de Linguagem Natural**
 - Compreensão (da linguagem)
 - Geração (de sentenças)
 - Tradução (de textos)
- **Apoio à Decisão**
- **Robótica**
- **Tarefas Formais**
 - Jogos: - Xadrez / - Damas / - Go - Gamão
 - Matemática
 - Geometria
 - Lógica
 - Manipulação Simbólica e Demonstração de Teoremas

² Cabe observar que que a *IA* é um campo de pesquisa em ciência da computação envolvido com a realização de "tarefas", habitualmente realizadas por humanos e que possuem interesse teórico (e.g. os jogos) ou prático (e.g. a robótica ou os sistemas de diagnóstico e apoio à decisão).

³ Este termo aparece aqui como uma tradução do equivalente inglês *sensing*, que significa a atuação dos dispositivos e sistemas capazes de pressentir, localizar ou reconhecer, remotamente (i. e. sem contato direto), objetos, não tendo nenhuma relação com o "sensorial" de nossas percepções, embora emule este comportamento para fins de identificação, nos sistemas cibernéticos.

- **Tarefas Especialistas (*Expert Systems*)** ⁴

- **Análise Científica**
- **Diagnósticos**
- **Análise Financeira**
- **Reparos e Manutenção**

Iremos em seguida mostrar, em linhas gerais e de maneira crítica, em que consiste cada um dos itens citados, na esperança de que esta análise venha a posicionar-nos com relação àquilo que se pode esperar deste ramo da ciência da computação, buscando, no estágio seguinte, conceituar a vertente "*forte*" da IA de forma a orientar nossa discussão posterior.

1. 1. 1. Sensoriamento / Percepção

É uma sub-área de pesquisa em IA que recai no problema geral do "reconhecimento de padrões". Em uma primeira aproximação diríamos que implica no emprego de propriedades gerais ("forma", "regularidade", "características"), na busca por padrões que permitem a identificação e a utilização do objeto (concreto ou abstrato) para uma finalidade definida, ou seja a "tarefa" que se deseja desempenhar.

Um exemplo clássico seria o emprego da identificação dos indivíduos através de suas impressões digitais. Uma vez determinado o "padrão" das impressões e sua unicidade (não há dois indivíduos com as mesmas digitais, o que é surpreendente), o problema seguinte seria, naturalmente, a comparação de uma amostra com uma base de dados previamente existente para a identificação de seu possuidor, ou a comparação de duas amostras (para verificar sua coincidência ou não), operações estas corriqueiras nos laboratórios criminais.

Entretanto a meta desejável ultrapassa o reino do objeto físico, podendo ser estendida ao reconhecimento de "padrões visuais" (na identificação de peças numa linha de montagem, por exemplo), de padrões sonoros (como ocorre na identificação dos fonemas emitidos por um determinado indivíduo) e em padrões simbólicos, como ocorre por exemplo em *robots* capazes de executar música a partir de uma partitura impressa.

Evidentemente nem todos estes aspectos foram (ou estão sendo) investigados por cientistas de IA, nem se obteve, nos casos em que a empreitada foi tentada, o mesmo sucesso. De qualquer forma os problemas a serem solucionados neste domínio recaem numa das categorias que citamos a seguir:

- **Classificação:** Dados um objeto e um conjunto de regras que descrevem um padrão, determinar quais regras são satisfeitas pelo objeto. É neste sentido, por

⁴ O estudo e o desenvolvimento de tarefas especialistas constitui, atualmente, uma das áreas de maior florescimento dos sistemas de IA. São assim denominadas porque emulam o comportamento de um especialista humano, por exemplo no diagnóstico médico auxiliado por computador, através da pesquisa sistemática de sintomas e causas, buscando identificar, com uma dada probabilidade estimável, os males do paciente.

Manipulação Simbólica e Inteligência Artificial

Capítulo 1 - Conceitualística da Inteligência Artificial

exemplo, que um naturalista, diante das características morfológicas de um espécimen vegetal ou animal é capaz de "classificá-lo", segundo um sistema previamente acordado.

- Descrição ou Articulação: Dado um objeto e um conjunto de regras de padronização, descrever o objeto em termos das regras que são satisfeitas por ele. Aqui, por exemplo, o mesmo naturalista anterior seria capaz de descrever um dado espécimen pelas suas características notáveis, que o identificam como membro de uma determinada categoria.

- Casamento: Dada uma regra de padronização e um conjunto de objetos, determinar quais os objetos se conformam à regra. Trata-se aqui da operação que permite, diante de uma coleção de objetos, separá-los em grupos afins, como por exemplo identificar as porcas, arruelas e parafusos contidas em um recipiente, colocando-os, agrupadamente, em outros recipientes, contendo, cada um deles, somente uma determinada categoria dos mesmos.

- Discriminação: Dado um conjunto de objetos de modo que alguns se conformam a um dado padrão e outros não, determinar um conjunto de regras que permitem a discriminação dos objetos. Retomando o exemplo acima, trata-se aqui de enunciar o conjunto de regras que permitem efetuar a distinção entre a porca, a arruela e o parafuso.

Um exemplo concreto que poderemos analisar é o assim denominado **"reconhecimento óptico de caracteres (ROC)"**. O objetivo pretendido é tornar o computador capaz de "ler" e identificar uma escrita (manual ou mecânica, sendo este último caso o mais comumente atacado, pela regularidade que apresenta).

Para a identificação dos caracteres escritos o computador inicialmente efetua um rastreamento óptico dos caracteres, transformando-os numa matriz de pontos claros e escuros, tecnicamente designada por "mapa de *bits*". ⁵

O segundo passo consiste no mapeamento das áreas claras e escuras obtidas na etapa anterior, de modo a separar o texto em linhas, colunas, espaços em branco, figuras, etc.

A seguir os caracteres (embora ainda não identificados como tais) são comparados, ponto a ponto ⁶ com uma biblioteca de caracteres armazenada na memória do computador ⁷ e eventualmente reconhecidos.

⁵ Um *bit* corresponde à unidade de informação, possibilitando o armazenamento do conteúdo "ligado/desligado". A representação de um caractere de um alfabeto padronizado é feita através de um conjunto de oito *bits*, ao qual denominamos *byte*. Esta é a unidade de especificação, por exemplo, da memória de um computador.

⁶ Estamos denominando "ponto" à unidade de exibição na tela do monitor, que pode estar ligado ou desligado (i.e. claro ou escuro) e que recebe o nome técnico de *pixel*.

Manipulação Simbólica e Inteligência Artificial

Capítulo 1 - Conceitualística da Inteligência Artificial

Os caracteres não reconhecidos por este procedimento passam então por algoritmos especiais, ditos de "**extração de recursos**" que irão efetuar uma análise da "forma" dos mesmos, buscando discernir regularidades de formato que permitam sua identificação positiva. Finalmente, os caracteres que não lograrem ser identificados por nenhuma destas abordagens serão assinalados, para uma verificação posterior pelo operador humano.

Não identificamos neste conjunto de procedimentos nada além de uma busca algorítmica (embora, em geral, de grande complexidade) e estamos aqui no domínio seguro de tarefas que são codificáveis e passíveis de formalização, ⁸ **não se enquadrando este tipo de tarefa no conceito que adiantaremos posteriormente de Inteligência Artificial em sentido forte.** ⁹

1. 1. 2. Processamento da Linguagem Natural

Esta investigação se configura como uma classe de problemas inteiramente diferente do reconhecimento de padrões, tratado no item anterior. Isto porque no processamento da linguagem natural encontra-se o problema da *informação semântica*, isto é a propriedade essencial das sentenças enunciadas em linguagem natural de conterem *um significado*, que se pressupõe inteligível quer para o emissor da sentença quer para o receptor, para que a comunicação entre eles seja possível.

Do ponto de vista da ciência da computação o processamento da linguagem natural é extremamente importante, por ser uma etapa decisiva na comunicação homem-máquina, que passaria a ser realizada numa linguagem mais próxima do ser humano, dado que no estágio atual vemo-nos obrigados a servir-nos de uma linguagem artificial de programação para levar a efeito esta comunicação.

Uma linguagem natural consta de um conjunto estruturado de *palavras*. Deixaremos de lado, por enquanto, a complicação adicional da utilização da linguagem *falada*, que envolve, além de todo o problema semântico a que aludimos, a difícil manipulação da questão do reconhecimento dos padrões fonéticos. A evolução desta comunicação por meio da voz, do ponto de vista computacional, se encontra ainda num estágio de desenvolvimento insatisfatório e conseqüentemente representaria para nós, neste ponto, uma digressão desnecessária à linha de argumentação que estamos pretendendo desenvolver. Iremos ater-nos apenas à linguagem escrita. Neste sentido

⁷ Esta biblioteca é expansível, na medida em que um novo caracter identificado pode ser agregado a ela, facilitando assim seu reconhecimento futuro.

⁸ Um exemplo interessante de *ROC* se encontra detalhadamente descrito no *Pianist Robot* onde a modelagem física e matemática necessária à construção de um autômato capaz de executar música impressa pode ser acompanhado de maneira ilustrativa e completa [Pedrosa, 1995].

⁹ O conceito de *Inteligência Artificial em sentido forte* se relaciona com a hipótese dos símbolos físicos, proposta por Newell, e será discutida no próximo capítulo [Newell / Simon, 1976].

Manipulação Simbólica e Inteligência Artificial

Capítulo 1 - Conceitualística da Inteligência Artificial

devemos entender a comunicação homem-máquina como processando-se através de um terminal de vídeo, por exemplo.

Podemos verificar que uma palavra é constituída por uma cadeia de letras, contidas no alfabeto da linguagem.¹⁰ Prosseguindo, toda sentença em uma linguagem será constituída por um conjunto de palavras, sendo cada uma destas uma cadeia de letras-símbolo. Evidentemente nem toda cadeia de símbolos será uma palavra reconhecível e nem todo conjunto de palavras será uma sentença provida de significado. Devemos definir um conjunto de **regras** na formação de palavras, ou seja aquilo que vem a constituir-se naquilo que é denominado pelos gramáticos de **morfologia** da linguagem, e outro conjunto de regras aplicável à formação de sentenças, ou seja a **sintaxe** da linguagem. Além do correto enunciado das sentenças, evidentementemente deve-se garantir seu significado (ou seja sua **informação semântica**), para que possamos falar em processamento da linguagem, **já que nem toda sentença corretamente enunciada possui significado.**

De acordo com as recentes pesquisas [Jackson, 1985: 294 ss] são identificáveis, no processamento da linguagem natural, quatro grandes problemas, fortemente interligados, a saber:

- O problema da Sintaxe;
- O problema da Semântica;
- O problema da Inferência;
- O problema da Geração.

O problema da sintaxe passa pela definição daquilo que virá a se constituir "numa boa gramática" para a linguagem considerada, bem como no estabelecimento das regras de depuração de palavras e sentenças, de modo a garantir sua perfeita enunciação. Não é, sem embargo, o mais complexo dos problemas a serem resolvidos neste domínio.

O problema da semântica é o problema da definição de um formalismo adequado à expressão de modelos de significado, o que levou um dos pesquisadores do mesmo a afirmar: "O problema de programar um computador para o uso da linguagem [natural] é realmente o desafio de produzir inteligência" [Winograd, 1971]. Esta colocação, de per si, justifica todo o raciocínio posterior que iremos desenvolver.

O problema da inferência¹¹ se coloca na forma de alguns desdobramentos importantes, a saber: como utilizar nosso modelo para a "situação" e os atributos

¹⁰ Podemos assumir aqui, sem perda de generalidade, o alfabeto conhecido como "American Standard Code for Information Interchange", abreviadamente ASCII, que se constitui na tabela de símbolos utilizada pelos computadores.

¹¹ O termo *inferência* se apresenta aqui revestido de um significado especial. Devemos distinguir entre a *inferência lógica ou imediata*, que é obtida a partir de um enunciado categórico para outro (cf. Nolt /

Manipulação Simbólica e Inteligência Artificial

Capítulo 1 - Conceitualística da Inteligência Artificial

constantes de uma sentença de modo a obter um modelo para seu significado? Como modificamos nosso modelo para a "situação" quando determinamos o significado de uma sentença que recebemos? Como fazemos para determinar os significados daquilo que pretendemos, dado que possuímos modelos determinados para a situação corrente e os significados das sentenças que recebemos? Enfim, poderíamos resumir esta problemática na resposta à pergunta: como faremos para transpor nossos mecanismos (humanos) de percepção e entendimento da linguagem para um dado formalismo?

O problema da geração consiste em encontrar e transmitir as sentenças que exprimem o significado que desejamos. A este respeito, vale lembrar aqui a conjectura de Chomsky, segundo a qual existe uma gramática universal que estaria subjacente a todas as linguagens humanas, e que estaria naturalmente refletida no processo de aprendizagem de cada pessoa, o que possibilitaria o aprendizado da linguagem natal por parte do indivíduo, bem como justificaria a possibilidade de aprendizagem de outras línguas estrangeiras e é capaz de explicar igualmente as semelhanças marcantes entre as várias gramáticas existentes [Chomsky, 1966].¹²

O problema da geração da linguagem está intimamente ligado ao da aprendizagem da mesma, extensamente analisado por Wittgenstein, que tece uma crítica ao ponto de vista de Santo Agostinho, o qual, intrigado com a mesma questão, descreve em suas "Confissões" o modo pelo qual aprendeu sua linguagem natal. Desnudando talvez a *naïveté* da abordagem do problema pelo doutor da Igreja, lemos na obra do filósofo austríaco: "Santo Agostinho descreve a aprendizagem de uma linguagem humana como se uma criança chegasse a um país estrangeiro e não fosse capaz de compreender a sua língua; isto é, como se já possuísse uma linguagem, mas não aquela" [Wittgenstein, 1975: I: 32, grifo nosso].

Rohatyn, op. cit. pp. 221 - 227) e que representa uma implicação estreita, e a *inferência semântica*. Segundo a inferência imediata, se tivermos a proposição $p \Rightarrow q$, dado p inferimos imediatamente q . Já com relação à inferência semântica, trata-se do processo mental operativo pelo qual, a partir de determinados dados, chega-se por implicação ou por indução a uma conclusão capaz de extrapolar os dados imediatos, ultrapassando-os. Tal é a ampliação do conceito de inferência, da qual encontramos eco no dizer de Stuart Mill: "Inferir uma proposição de uma ou mais proposições antecedentes; concordar ou crer nela como conclusão de qualquer outra coisa, isto é raciocinar no mais extenso significado do termo" (Logic, II, I, 1). Um exemplo retirado de Searle elucida nosso ponto de vista: um homem entrou em um restaurante e pediu um sanduíche. Quando este chegou, estava muito queimado, pelo que o homem saiu do restaurante furioso, sem pagar a conta ou dar gorjeta. Em uma outra situação, o mesmo homem entra em outro restaurante e pede um sanduíche, tal como anteriormente. Quando o sanduíche chegou, o cliente ficou muito satisfeito ao sair, deixando uma boa gorjeta, antes de pagar a conta. O tipo de *inferência semântica* a que aludimos permite-nos responder à seguinte pergunta: Em qual dos dois casos o homem comeu o sanduíche? [Searle, 1990. Vide também Penrose, 1991]. Tratamos aqui de inferência semântica e não inferência imediata porque a informação solicitada não se encontra explicitada na base de dados fornecida pelo enunciado das situações e pressupõe uma compreensão ou entendimento de seu conteúdo. Pela importância dos aspectos aqui introduzidos e pelos desdobramentos a que dá ensejo, voltaremos a detalhar este problema.

¹² As idéias seminais de Chomsky foram ulteriormente aproveitadas na formulação de modelos matemáticos para gramáticas formais, tais como as utilizadas no desenvolvimento de linguagens de computação. Voltaremos a este problema posteriormente. Uma boa referência inicial pode ser encontrada em um texto de métodos matemáticos da computação [Gersting, 1993].

Manipulação Simbólica e Inteligência Artificial

Capítulo 1 - Conceitualística da Inteligência Artificial

O processamento da linguagem natural não é, como se pode observar, um problema simples de resolver. Aqui, o pesquisador de ciência da computação, filósofo *malgré lui*, admite o grau de dificuldade, ao escrever: "Se [na descrição dos problemas que enunciamos] substituirmos 'o computador' por 'nós', obtemos os problemas básicos com os quais se defrontam os pesquisadores de *IA* que se propõem a elaborar programas capazes de processar a linguagem natural. Nenhum destes problemas foi ainda completamente solucionado, se fizermos uma comparação (honestamente, acrescentaríamos nós) com a habilidade humana de manipulação da linguagem, nem esta dificuldade é surpreendente" [Jackson, op. cit.: 295].

Os motivos pelos quais "as dificuldades não surpreendem" constituem, em síntese, o tema central da presente dissertação.

1. 1. 3. Apoio à Decisão

O problema a que se refere o presente item se fundamenta na idéia da simulação do comportamento de um mecanismo complexo (v. g. a Bolsa de Valores), através da análise de seu comportamento passado e possíveis tendências futuras, de modo a possibilitar uma tomada de decisão quanto a uma ação futura ou uma dada linha de conduta. É um exercício "educado" de futurologia, que se baseia em geral numa base de dados extensível, característica comum das linguagens de processamento de informação utilizados em sistemas de *IA*, e numa elaborada manipulação estatística.

Para ficarmos com um exemplo simples, é possível fazer-se um prognóstico acerca do resultado de um jogo esportivo através da tabulação de variáveis intervenientes, tais como os últimos resultados obtidos por cada equipe no confronto direto, a posição no *ranking* de cada uma delas, o local de disputa do jogo, a motivação de cada equipe, o estado físico e emocional dos jogadores, o horário da partida, as condições climáticas, etc, chegando-se, ao final, a uma expectativa probabilística do resultado.

A etapa crítica na construção deste tipo de sistema consiste no levantamento das variáveis a considerar (tarefa esta necessariamente feita por um perito humano) e na atribuição do peso estatístico de cada uma delas. Evidentemente o processamento automático deste tipo de cálculo facilita a obtenção rápida de vários estados futuros previsíveis do sistema, pela manipulação das condições iniciais e dos parâmetros fixados.

Esta abordagem da simulação de estados de sistemas complexos tem sido, na atualidade, bastante influenciada pela assim chamada **teoria matemática do caos**, que através de uma análise não-linear ¹³ das variáveis envolvidas, dedica-se à simulação de

¹³ Denominamos análise não-linear ao ramo da matemática que estuda a relação entre variáveis cujas variações não seguem padrões de proporcionalidade.

Manipulação Simbólica e Inteligência Artificial

Capítulo 1 - Conceitualística da Inteligência Artificial

comportamento de sistemas que apresentam hipersensibilidade às condições iniciais, possibilitando assim uma interpretação dos resultados obtidos mais próxima do real.¹⁴

Do nosso ponto de vista esta ramificação da IA não apresenta interesse especial, por se tratar, em última análise, da aplicação de um formalismo estatístico ou variacional a uma modelagem matemática de um dado sistema, daí prosseguindo por métodos inteiramente algorítmicos. A componente heurística surge ao se estabelecer o conjunto das variáveis intervenientes e em seu respectivo peso estatístico, tarefas estas que são inerentes à construção do sistema e não decorrentes de seu processamento. Assim, neste caso, a heurística é aplicada "antes" da execução do código pelo processador e os valores atribuídos podem ser alterados no curso da execução, seguindo porém regras previamente estabelecidas, ou introduzidas "*ad-hoc*", sem a intervenção do sistema face à sua execução e sim à vista dos resultados obtidos.

1. 1. 4. Robótica

O problema da construção de um robot¹⁵ autônomo se reporta ao problema da **percepção** e da **ação**, dado que o robot deve interagir com o mundo físico real. Se nos for dado propor o diagrama de blocos de um tal dispositivo, teríamos a figura que exibimos a seguir.¹⁶ Neste diagrama fica visível que os termos **percepção**, **cognição** e **ação** possuem significado estrito e devem ser entendidos tal como aplicados a um ser vivo que interage com o mundo físico, e é justamente este comportamento que se deseja emular.

Na análise que faremos o módulo de cognição representa a capacidade de receber o estímulo, decodificá-lo de maneira eficiente e correta e determinar o conjunto de ações que devem ser desencadeadas. No caso específico dos robots, sua capacidade perceptiva inclui a *visão*, a *audição*, bem como outros sensores mais específicos, para fins de telemetria, regulação térmica, etc.

Em sua essência já discutimos alguns dos problemas envolvidos com a percepção, no item 1.1.1. Tais problemas podem assumir condições especiais, caso o robot tenha que interagir num ambiente "controlado", ou aberto.

¹⁴ A hipersensibilidade às condições iniciais é característica dos sistemas que sofrem mudanças dramáticas em seu comportamento posterior quando os valores iniciais dos parâmetros que os descrevem são ligeiramente modificados.

¹⁵ O vocábulo deriva do tcheco "*robota*", que significa trabalhador braçal. Segundo Asimov afirma na introdução de sua obra *The Complete Robot*, o vocábulo *robótica* foi cunhado por ele, que o utilizou pela primeira vez num conto escrito em 1942 (ASIMOV, *The Complete Robot*, introd.).

¹⁶ O diagrama mostrado foi adaptado da obra de Rich já citada no texto [Rich/Knight, 1994].

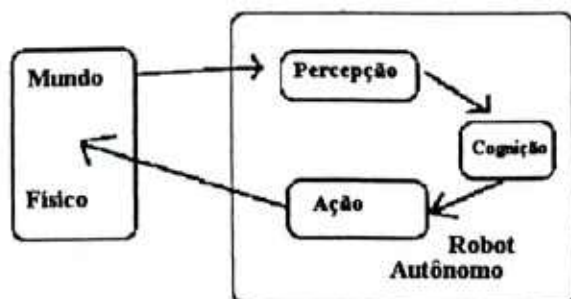


Fig. 1. 1. - Diagrama de Blocos de um robot autônomo

Evidentemente ressurgem aqui toda a problemática que já foi discutida, possibilitando que o robô possa interagir de maneira correta com o ambiente, realizando a tarefa que lhe foi consignada. Diante de um objeto de aparência circular, por exemplo, deve o mecanismo saber distinguir entre um disco, uma esfera ou uma cúpula hemisférica oca. Para exibir este discernimento apurado, será certamente necessário analisar a sombra produzida pelo objeto, a sua textura, etc. Até o presente a abordagem deste problema tem sido algorítmica, com os dados analógicos provenientes do sensor primário (câmera de TV, p. ex.) sendo digitalizados, para um processamento posterior. Reaparece então a sequência de **processamento, análise de medição, reconhecimento de padrões e a compreensão das imagens resultantes**. Este conjunto de atividades se divide em dois grupos, claramente distintos, sendo o primeiro de processamento e análise, que é inteiramente algorítmico, enquanto que o reconhecimento de padrões e a "**compreensão**" do resultado obtido são tarefas evidentemente cognitivas.

O próximo módulo nos coloca diante do problema do agir. O robô necessita manipular objetos, quando então supomos o problema de reconhecimento já resolvido,¹⁷ devendo então ser solucionado o problema de sua navegação e os movimentos que deve executar. O problema de navegação vem, em geral sendo atacado quer por *grafos de visibilidade*, no qual percursos possíveis são determinados na forma de um grafo, que pode ser percorrido por um algoritmo simples, quer pelo método do *deslocamento em espaço de configuração*, que é uma ampliação do método anterior para robôs cujas dimensões físicas não podem ser desprezadas em relação aos obstáculos que encontrará em seu caminho, quer por *road-tracking*, que consiste em manter o robô em movimento no centro de uma trilha livre de obstáculos, o que tem sido obtido até o momento apenas para baixas velocidades, devido à alta complexidade da computação em tempo real envolvida.

¹⁷ Em robôs industriais de uso corrente muitas vezes o problema do reconhecimento fica simplificado, simplesmente mantendo-se os objetos a serem manipulados em posições especificamente pré-determinadas, bastando portanto que o robô execute um conjunto de movimentos estabelecidos para alcançar os objetos.

Manipulação Simbólica e Inteligência Artificial

Capítulo 1 - Conceitualística da Inteligência Artificial

Juntamente com o problema da navegação surge o problema da manipulação de objetos, que pode ser resumido no problema do "*pegar e colocar*". Novamente aqui reaparece o problema do reconhecimento de padrões (para identificar o objeto e não aplicar, por exemplo, uma força excessiva sobre ele), igualmente identificar o alvo e inserir o objeto (ou, por exemplo, apertar um parafuso). Da mesma forma tais tarefas tem sido abordadas por métodos estritamente algorítmicos, pelo que a programação do robot é levada a efeito para a execução de uma tarefa ou grupo de tarefas perfeitamente especificadas e delimitadas, de modo a manter a complexidade do problema sob controle.

De tudo o que foi dito, ressalta a verificação que, por serem os métodos algorítmicos aqueles que experimentaram um maior crescimento, tem sido estes os mais empregados na solução dos problemas colocados pela robótica, devendo por isso mesmo as atribuições destes dispositivos serem limitadas, evidentemente, pelas tarefas que tais métodos conseguem resolver satisfatoriamente.

1. 1. 5. Tarefas Formais: Jogos e Matemática

Neste grupo encontramos, historicamente, o primeiro a receber a atenção dos teóricos da *IA*, constituindo-se em um corpo de conhecimento bastante desenvolvido e fundamentado. Iniciaremos nossa análise pela abordagem que se faz dos jogos. Uma importante obra que deu início a este tipo de investigação é "Teoria dos jogos e Comportamento Econômico", de Von Neumann e Morgenstern, escrita em 1944, que coloca a problemática dos jogos de estratégia numa sólida base.

Denomina-se "jogos de estratégia" a uma classe de jogos que é caracterizada por uma sequência de lances, cada um dos quais representando uma escolha entre certas alternativas possíveis, feitas por cada um dos jogadores, de modo a alcançar um dado objetivo. A esta classe de jogos pertencem, como citamos na tabela 1. 1, o xadrez, o jogo de damas, o Go, o gamão e outros. É curioso observar que, desde um ponto de vista epistemológico, a estratégia e a psicologia do jogador humano tem muito pouco a oferecer como subsídio ao traçado de uma estratégia para a performance cibernética dos jogos. Em outras palavras, não é uma tarefa simples retrair como um bom jogador de xadrez escolhe o lance a realizar, de modo a poder, baseado neste critério heurístico subjetivo adotado por ele, estabelecer uma base para a formulação da estratégia do jogo automático. A abordagem deve ser bem outra.

Uma técnica correntemente adotada, que vem recebendo sucessivos refinamentos e aperfeiçoamento contínuo consiste em considerar o jogo como um grafo de espaço-estado, onde os nodos representam um estado ou situação, com os enlaces representando lances possíveis. A figura a seguir ilustra nosso ponto de vista:

Manipulação Simbólica e Inteligência Artificial

Capítulo 1 - Conceitualística da Inteligência Artificial

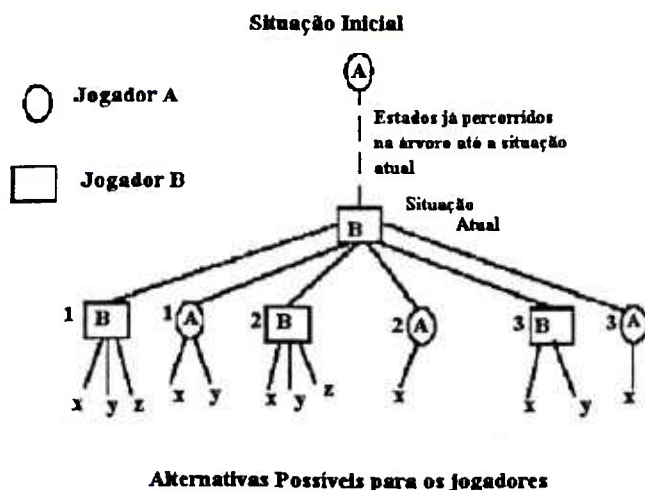


Fig. 1. 2 - Árvore de decisão para jogo de estratégia

Neste diagrama, a cada estado irá corresponder um certo número de alternativas possíveis para o lance a ser feito, até que o jogo termine, observadas determinadas condições.¹⁸ A avaliação do melhor lance é realizada a partir de um valor atribuído a cada estado, de modo que a estratégia global consiste em maximizar os pontos que o jogador pode obter num dado lance, enquanto minimiza os pontos obtidos por seu oponente.

Assim, na situação mostrada, o jogador A possui três jogadas possíveis, numeradas respectivamente como 1, 2, 3, o mesmo acontecendo, coincidentemente, com o jogador B. Cada uma das jogadas conduz o sistema a um novo estado $x, y, z \dots$. Se a jogada pertence ao jogador A e este escolhe a opção 3, o sistema será conduzido a um único estado possível x , prosseguindo daí. A escolha deverá ser feita a partir dos critérios já discutidos.

A principal dificuldade desta engenhosa abordagem do jogo de estratégia consiste na constatação que a árvore tende a crescer desmesuradamente, devido ao grande número de alternativas que se apresentam no decorrer do jogo, e que os cálculos correspondentes a cada alternativa crescem exponencialmente. Foi estimado que um jogo de damas conduz a um número possível de alternativas igual a 10^{78} , enquanto que o xadrez conduz a 10^{120} , apresentando o jogo de Go a cifra incomensurável de 10^{761} lances possíveis.¹⁹

¹⁸ Assim, por exemplo, no início de uma partida de xadrez, o jogador pode escolher entre movimentar um dos peões ou um dos cavalos, já que as demais peças estão imobilizadas. Tais são os estados possíveis, neste momento do jogo. Qual lance será efetivamente realizado dependerá da estratégia fixada pelo jogador. A situação descrita pelo diagrama é aqui inteiramente semelhante.

¹⁹ Apenas para fins de argumentação, num jogo de damas a a árvore completa terá cerca de 2×10^{78} estados possíveis. Se uma máquina é capaz de examinar 1 nodo a cada nanosegundo e efetuar o cálculo da posição respectiva em outro nanosegundo, o tempo necessário para percorrer toda a árvore será igual a 10^{60} séculos, aproximadamente.

Manipulação Simbólica e Inteligência Artificial

Capítulo 1 - Conceitualística da Inteligência Artificial

Dada a impossibilidade de levar-se a efeito uma análise completa da árvore, deve-se limitar a sua profundidade a um nível considerado razoável. Uma outra abordagem alternativa consiste em armazenar configurações recorrentes numa base de dados, de modo que diante daquela situação já se conheça antecipadamente o melhor lance a realizar,²⁰ bem como incluir regras heurísticas que possibilitem uma tomada de decisão simplificada diante de uma dada situação.²¹ De qualquer forma estamos diante de um método inteiramente algorítmico, que tem, não obstante, logrado resultados surpreendentes, de modo que programas de jogo de xadrez tem participado de torneios e surpreendido, não raro, seus oponentes humanos.

No outro grupo de tarefas formais está o ramo da resolução de problemas, que busca a investigação do campo da demonstração de teoremas, da resolução de quebra-cabeças, da manipulação de símbolos e outros ainda. Dedicaremos algumas linhas a mostrar como é a abordagem desta classe de sistemas.

O programa mais famoso foi desenvolvido no final da década de 50, por Newell, Shaw e Simon, denominado "*General Problem Solver - GPS*". Este programa é capaz de resolver problemas em campos tão diversos quanto integração formal, quebra-cabeças, demonstração de teoremas em cálculo de predicados e análise gramatical de sentenças, **não por procedimentos especificamente desenvolvidos**, mas sim por um procedimento unificado.

Todos os problemas apresentados ao GPS seguem a forma geral:

situação inicial → situação final (objetivo)

Devem ser declarados **objetos** e um **conjunto de operadores** que efetuam transformações sobre os objetos, de modo a aproximar-se sucessivamente do objetivo.

O programa possui um algoritmo geral que define os objetivos principais, que visam, justamente, aproximar a situação inicial do objetivo por sucessivas transformações. Na realidade, este algoritmo constrói uma **árvore de busca**, de modo que, partindo da situação inicial, diversas alternativas são tentadas, utilizando-se então de um critério de minimização da "diferença" entre a situação atual e o objetivo a alcançar. Se não tiver sucesso, formula-se um novo objetivo e reitera-se o procedimento.

Dentre os problemas que foram resolvidos por uma nova versão do GPS, num computador IBM 7090 na Universidade Carnegie Mellon (1967), citamos o cálculo da integral:

$$\int t e^{t^2} dt$$

²⁰ Os bons programas de xadrez atualmente possuem uma biblioteca de "aberturas" e "finais", de modo a abreviar a análise de uma dada posição.

²¹ Voltando ainda ao caso do jogo de xadrez, uma tal regra possível seria "não efetuar lances que conduzam a uma situação de peões dobrados", etc.

Manipulação Simbólica e Inteligência Artificial

Capítulo 1 - Conceitualística da Inteligência Artificial

cuja resposta correta foi encontrada depois de três minutos de processamento e com a definição de onze objetivos intermediários. Podemos lembrar igualmente a solução do clássico problema dos "missionários e dos canibais", no qual três missionários e três canibais estão todos de um mesmo lado de um rio, que desejam atravessar. Possuem uma canoa que só pode transportar duas pessoas. Em qualquer instante não pode haver, em qualquer das margens, um número de canibais superior ao dos missionários, que seriam comidos pelos primeiros. Como proceder à travessia? O GPS construiu 57 objetivos intermediários para chegar à solução correta do problema. Outra tentativa interessante ocorreu com o problema das "Pontes de Königsberg". Este célebre problema, proposto por Euler, consiste em duas ilhas, interligadas entre si e à terra firme por sete pontes. O problema consiste em verificar se é possível, partindo de um um dado ponto, retornar a ele, passando por cada ponte por uma única vez. Como Euler demonstrou (1736), este problema não tem solução. O GPS tentou uma solução capaz de investigar **todas** as possibilidades, mas a memória do computador em questão foi insuficiente quando ainda tinha sob investigação as diversas maneiras de cruzar apenas seis pontes.

Qual a conclusão que podemos tirar da descrição que foi feita da resolução automática de problemas? Uma afirmativa contundente, levantada por Laurière aponta que só foram apresentados ao GPS a classe de problemas que seria possível resolver mediante o método da árvore de busca, numa circunstância em que as "diferenças" poderiam ser reduzidas por englobarem um reduzido número de elementos e alternativas [apud Laurière, 1990: 263ss]. Segundo esta crítica, a classe de problemas que podem ser resolvidos pelo procedimento adotado pelo GPS é extremamente reduzida. A principal crítica, contudo, apontada igualmente por Laurière, consiste no fato que a formulação do problema a ser apresentado ao GPS é tarefa de alta complexidade, pela necessidade de estabelecer-se o conjunto apropriado de diferenças, a tabela de conexões e o conjunto de operadores. Desde este ponto de vista, o método adotado pelo GPS é bastante diferente daquele adotado por um ser humano diante de um problema "geral" (e previamente desconhecido), visto que o conjunto de operações que podem ser feitas e as possíveis conexões entre os estados intermediários são previamente conhecidos, de modo que o programa evolue dentro de um conjunto de alternativas altamente selecionado, constituindo-se cada uma delas numa quase-solução para o problema.

1. 1. 6. Tarefas Especialistas

Os chamados sistemas especialistas tem encontrado múltiplas aplicações, principalmente nas áreas de manutenção corretiva de equipamentos, apoio a diagnósticos médicos, prospecção de recursos naturais, etc.

Trata-se de sistemas que possuem uma grande base de dados extensível, que procura armazenar o conhecimento específico de um especialista (ou grupo de especialistas) de uma dada área de conhecimento, fazendo sobre esta base consultas que, apoiadas por um mecanismo de inferência lógica, possibilitam dar respostas a um dado problema, da mesma forma como o faria um perito humano.

Um dos principais problemas envolvidos no desenvolvimento de tais sistemas se encontra principalmente na "aquisição" do conhecimento, quando as informações

Manipulação Simbólica e Inteligência Artificial

Capítulo 1 - Conceitualística da Inteligência Artificial

provenientes do especialista humano devem ser coletadas pelo assim chamado "engenheiro de conhecimento", que entrevista o perito humano e traduz seu conhecimento, em geral num conjunto de regras. Nesta etapa deve-se garantir a inserção do conhecimento na base de dados, a manutenção da consistência desta base, de modo a conseguir, por exemplo, que informações contraditórias não sejam inseridas e, aprofundando a completeza desta base, demonstra então sua utilidade, visto que uma base de conhecimentos incompleta não seria capaz de lidar com alguns dos problemas aos quais se aplica.

Outro problema operacional de grande importância é a **representação do conhecimento** constante na base, de modo a garantir a utilização do conhecimento "**adquirido**" pelo sistema, isto é aquele conjunto de informações que constitui a base de dados, pelo mecanismo lógico-inferencial do programa. Vários esquemas de representação do conhecimento foram propostos e trata-se de uma área de pesquisa intensiva, quer dos cientistas de computação, quer da filosofia, através de uma análise da teoria do conhecimento.

Algumas dificuldades de ordem estritamente epistemológica aparecem aqui. Por um lado os especialistas humanos não dispõem de descrições precisas, num nível fundamental, do modo pelo qual solucionam os problemas que lhes são propostos, e neste sentido as informações que podem fornecer ao engenheiro de conhecimento são vagas e necessitam de ampla "filtragem" e refinamento, para terem utilidade na construção da base de conhecimento.

A outra dificuldade, já citada, é da ordem da representação do conhecimento. A maneira correta de representar o conhecimento, para que tenha utilidade lógico-formal é problema de grande complexidade, já que o especialista humano utiliza muito "conhecimento lateral", ou seja informações não-diretamente relacionadas com o problema em questão, na busca por sua solução, e faz amplo uso de sua vivência de problemas afins, algo difícil de ser formalizado.

Tais dificuldades situam o desenvolvimento de sistemas de inteligência artificial (que podemos considerar, depois de nossa extensa introdução como um conjunto de técnicas de formalização do conhecimento) na esfera específica do **metaconhecimento**. O metaconhecimento deve ser entendido aqui em dois sentidos distintos. O primeiro consiste em verificar que só seremos capazes de formalizar (e a formalização é a única via de acesso ao processamento automático da informação, já que não dispomos de processamento semântico) os problemas cuja solução já dominamos. O segundo consiste em verificar que a incapacidade, ao nível atual de desenvolvimento, de tais sistemas exercerem uma atividade de introspecção, detendo-se acerca de seu próprio escopo, de sua fraqueza e potencialidade, bem como do próprio modo como operam torna sua fragilidade ainda maior.

Estas e outras questões conduzem o problema à esfera da análise filosófica, para a qual apontaremos, na secção seguinte, algumas vertentes possíveis.

1. 2. Aspectos Filosóficos da Conceitualística da Inteligência Artificial

Artificial Intelligence cannot avoid philosophy. If a computer program is to behave intelligently in the real world, it must be provided with some kind of framework into which to fit particular facts it is told or discovers. This amounts to at least a fragment of some kind of philosophy, however naive. Here I agree with philosophers who advocate the study of philosophy and claim that one who purports to ignore it is merely condemning himself to a naive philosophy.

John McCarthy (1988) ²²

1. 2. 1. Preliminares

Tentaremos estabelecer inicialmente uma diferença *operacional* entre as categorias de problemas cujo perfil delineamos nas páginas anteriores. Podemos observar claramente que as tarefas se dividem em dois grandes grupos: a um deles denominariamos "tarefas cognitivas" e ao outro "tarefas algorítmicas". No segundo grupo se enquadram todas as tarefas que apenas "emulam" um dado comportamento (tal como o caso do *robot musical* que executa as partituras à sua vista) através de métodos determinísticos. É o grupo que engendrou um grande volume de trabalhos científicos e grande parafernália de automação, tendo sido bem sucedido comercialmente. Mas não pretende ensinar-nos nada acerca dos mecanismos de pensamento que utilizamos, nem foi este seu propósito.

Esta mesma visão é compartilhada por cientistas da ciência da computação, tal como lemos em Marr, que se expressa, contudo, em uma linguagem muito mais formalística: "... um *resultado* em Inteligência Artificial consiste no isolamento de um problema particular de processamento de informação, a formulação de uma teoria computacional para ele, a construção de uma algoritmo que o implementa, e uma demonstração prática que o algoritmo é bem sucedido [na solução do problema em tela] ... Quando um problema se decompõe desta forma [admitindo uma solução através de um algoritmo], referir-me-ei a ele como um problema que possui teoria do Tipo 1 (diríamos nós: é um problema *tipo-1 computável*) ..." [Marr, 1990: 134]. Aqui o autor está, indubitavelmente, referendo-se à classe de problemas "algorítmicos", segundo a classificação que adotamos.

Nossa outra categoria de problemas de interesse para a IA - aquela que envolve aspectos cognitivos - é identificada pelo mesmo autor de uma maneira alternativa, mas igualmente passível de ser conhecida e enquadrada na descrição que deles fizemos em nosso trabalho: "... Quando um problema é solucionado pela ação simultânea de um considerável número de processos, *cuja interação é sua própria descrição mais simples*

²² A citação acima não provem de um texto filosófico. Trata-se da obra "Mathematical Logic in Artificial Intelligence", p. 305.

Manipulação Simbólica e Inteligência Artificial

Capítulo 1 - Conceitualística da Inteligência Artificial

, ... , irei referir-me a eles como uma teoria de tipo-2” (ou, conforme preferimos, serão do *tipo-2computável*) [id., p. 134, grifado no original]. E Marr está, igualmente, bastante consciente da crescente dificuldade envolvida na solução desta classe de problemas.

Neste grupo encontra-se a pesquisa acerca de tarefas que envolvem *resolução de problemas e raciocínio* - tal como o paradigmático caso do processamento da linguagem natural, onde considerável esforço de pesquisa foi (e está) sendo dispendido. Para esta investigação, como aponta Gelernter, a base de argumentação disponível sugere que grande parte desta pesquisa está equivocada. Para ele, o primeiro passo para a formulação de um **modelo computacional da mente** deveria ser um modelo computacional do espectro cognitivo. Se não formos capazes de construir um tal modelo, prossegue ele, não fazemos ideia de como emular de forma convincente o comportamento da mente [Gelernter, 1994]. Alguns modelos possíveis serão descritos a seguir.

1. 2. 2. O computacionismo

A existência do computador digital é um fato contemporâneo. Nascido dos estudos pioneiros de Babbage, juntamente com Augusta Ada Byron Lovelace, filha do célebre poeta Lorde Byron, no século XIX, os quais projetaram uma "máquina analítica", que possuía muito em comum com os modernos computadores, tal como a introdução de dados na forma de cartões perfurados, um depósito de dados, uma unidade aritmética e uma impressora, capaz de produzir um relatório de saída, os primeiros modelos eletrônicos foram construídos nos anos quarenta de nosso século.

Neste período, em prosseguimento às idéias seminais de seus precursores, o matemático de Harvard, Aiken, (1900-73) construiu aquele que seria considerado o primeiro computador digital, embora mecânico. Em seguida os estudos do matemático Von Neumann (1903-57) estabeleceram a base conceitual do moderno computador digital, no qual as instruções são armazenadas na memória, para execução posterior, evitando que fossem lidas de uma fita perfurada, durante sua própria execução, fator limitante de sua performance.

O primeiro computador digital eletrônico foi construído em 1946 na universidade de Pennsylvania, pelo engenheiro americano Eckert (1919 -) e o físico, também americano, Mauchly (1907-1980). Denominado *ENIAC*, acrônimo para *Electronic Numerical Integrator And Computer*, continha cerca de 18.000 válvulas e era capaz de realizar algumas centenas de multiplicações por minuto.

Embora os primeiros computadores, tais como os citados, não dispusessem de uma "linguagem" de programação, sendo as instruções conectadas diretamente no "hardware", o surgimento das primeiras linguagens de programação na década de 50 marcou o nascimento da inteligência artificial, levantando, logo em seguida, as questões das quais ora nos ocupamos.

Ora, conquanto contemporâneo enquanto ramo de pesquisa da ciência da computação, a inteligência artificial coloca-nos diante de venerandas questões filosóficas.

Manipulação Simbólica e Inteligência Artificial

Capítulo 1 - Conceitualística da Inteligência Artificial

Assim, à pergunta *pode um computador ser inteligente?* devemos contrapor a questão mais geral *o que é a inteligência?* Da mesma forma, indagando se *pode um computador compreender a linguagem?* estamos perguntando-nos igualmente *o que é a linguagem?*

Caberia ainda indagar se pode um computador *possuir crenças, desejos, intenções, cometer erros, etc*, o que nos colocaria diante da problemática de uma emergente *ética cibernética*.²³

De qualquer maneira, estamos diante de uma constatação: a existência do computador digital e dos esforços no sentido de desenvolver uma *inteligência artificial*, ressaltada, conforme vimos, a amplitude do termo, obriga-nos a assumir a necessidade de analisar as implicações filosóficas daí resultantes.

Devemos inclusive observar que a ciência da computação adota, em sua abordagem dos problemas cognitivos, um modelo teórico, que conduz a um tratamento lógico-formal dos diversos problemas que pretende resolver. Nesta hipótese reducionista e simplificadora reside concomitantemente toda a força e toda a fragilidade que permeiam a pesquisa em *IA* desde a óptica da ciência da computação.

Uma característica marcante deste modelo consiste em partir da suposição que os fenômenos mentais e o comportamento inteligente - aspectos que, exacerbados, conduzem à formulação de uma vertente de *inteligência artificial em sentido forte* - podem ser reduzidos a um complexo de processos inteiramente computacional.²⁴

Um tal modelo, já apropriadamente denominado **computacionismo**, deixa de lado, por desnecessários, os aspectos semânticos, a crença, ou o conhecimento, do comportamento inteligente que busca emular, reduzindo-o inteiramente ao conjunto de estados internos do processador, sendo portanto inteiramente mecanicista e reducionista.²⁵

É interessante observar que esta redução já foi objeto de preocupação de Leibniz, no qual lemos: "Ademais, devemos estar cientes que a percepção e o mais que dela depende não pode, possivelmente, ser explicada por razões mecânicas, ou seja por figurações e movimentos. Suponha que exista uma máquina(!) cuja estrutura produza

²³ Mais de uma obra de ficção científica foi escrita segundo esta trilha. Um exemplo notável é, sem dúvida, o romance "2001 - Uma Odisseia no Espaço", de Arthur C. Clark, no qual um supercomputador, em comando de uma nave espacial, elimina os membros da tripulação, em função de uma ética própria.

²⁴ Estamos aqui mostrando que um tal modelo pressupõe a possibilidade de uma formulação lógico-formal executável para todo e qualquer processo cognitivo, o que reduz, em última análise, à execução de um algoritmo qualquer atividade inteligente, ou pelo menos busca atingir este objetivo. Esta é uma questão central da análise filosófica da inteligência artificial.

²⁵ Entretanto, conforme nos esforçaremos para mostrar, este modelo está, no seu presente estado de desenvolvimento, inteiramente num campo especulativo de possibilidades.

Manipulação Simbólica e Inteligência Artificial

Capítulo 1 - Conceitualística da Inteligência Artificial

pensamento, sentimento e percepção; imagine que esta máquina seja suficientemente ampliada, embora mantendo as mesmas proporções, de modo a podermos penetrar seu interior, tal qual num moinho. Com tal suposição, poderíamos adentrá-la; mas o que observaríamos? Nada além de componentes mecânicos, que puxam e empurram uns aos outros, e nunca nada que poderia explicar a percepção" [Leibniz, Monadologia, Sec. 17, tradução e grifo nossos].²⁶

Desde este ponto de vista o computador digital serve-nos de laboratório; um campo de provas, no qual podemos dirimir uma indagação filosófica antiga: *pode a mente, em algum nível, ser descrita apenas e tão somente como um dispositivo de computação, que opera formalmente, traduzindo resultados em termos de seus estados internos, ou, por outro lado, como quer Leibniz, possui ela algo que "não haverá nunca algo que as explique (as 'faculdades' mentais)"?*

Ora, o computacionismo sustém, em última análise, que o comportamento inteligente decorre de um sistema computacional, e, à guisa de corolário, afirma que sistemas computacionais adequadamente construídos são **mentes**, em seu próprio direito.

Esta afirmação possui uma implicação de grande importância. Reduzindo-se o comportamento inteligente a um algoritmo, ou seja um processo ou conjunto de processos lógico-formais, estamos, *ipso facto*, afirmando que a semântica (ou seja o significado do símbolo, ou sua compreensão) é irrelevante, bem como a pragmática (ou seja como o símbolo deve ser intencionalmente empregado ou interpretado).²⁷

E vamos encontrar justamente na afirmativa acima a justificativa da hipótese de trabalho que apresentaremos, qual seja: **tudo parece indicar que a pesquisa em IA se constitui num exercício de METACONHECIMENTO**: envolve o conhecimento acerca

²⁶ Devemos assinalar que esta observação de Leibniz antecipa notavelmente a teoria da intencionalidade de Searle, que pretendemos desenvolver no terceiro capítulo.

²⁷ Perseguindo sempre esta linha de argumentação, vemos que o esforço principal consiste em reduzir todos os níveis de compreensão e percepção a um dado formalismo. Já assinalamos antes (cf. nota 9) que um problema específico é a inferência semântica. Estamos cientes de uma contra-argumentação possível: a inferência semântica pode ser formalizada segundo um número bem definido de **regras de inferência**. Assim, num exemplo simples, dada a informação: Mário foi visitar um amigo, se perguntarmos: Mário saiu de casa? Descartada a solução trivial, segundo a qual Mário poderia, por exemplo, morar em uma mesma casa com seu amigo, sendo assim a visita uma mera formalidade, é um exercício de inferência semântica concluir que deverá ter saído. Neste caso é possível formular a regra de inferência, através da sentença lógica: $\forall x (\text{visita}(\text{Mário}, x) \Rightarrow \text{Sair}(\text{Mário}))$, que possibilitaria encontrar a resposta certa. Entretanto podemos contrapor a esta argumentação uma objeção fundamental. Inicialmente, verificamos que a formulação destas regras de inferência é um exercício de metaconhecimento, no sentido em que é necessário percorrer o processo para certificarmos-nos das regras necessárias à inferência desejada, não sendo portando tais regras auto-evidentes. Derivam elas empiricamente de nosso conhecimento acerca da situação em questão, sendo portanto deduzidas a partir de uma experiência anterior. Desde modo, se falharmos em estabelecer inteiramente o conjunto de regras necessárias a uma dada inferência, não se poderá chegar, com as informações disponíveis, à informação desejada. Confrontado com uma condição idêntica, a mente humana improvisa, enveredando por métodos heurísticos, chegando a uma previsão "educada" acerca da possível conclusão.

Manipulação Simbólica e Inteligência Artificial

Capítulo 1 - Conceitualística da Inteligência Artificial

daquilo **que se deve conhecer** para realizar uma dada tarefa (seja ela complexa ou simples) e neste ponto estabelecemos uma interface decisiva **para com a investigação filosófica do problema**.

Vejamos um problema específico, para exemplificarmos nossa posição. Se um oponente joga xadrez com um computador, ele obviamente não está enfrentando um ente inanimado dotado de uma estrutura cognoscente, mas sim **um algoritmo**, que prevê um conjunto de operações que são executadas pela máquina. Ao programá-la (i.e. estabelecer o algoritmo), **estamos utilizando um conhecimento de segunda ordem, (ou metaconhecimento)**, ou seja: aquilo que devemos conhecer acerca da estratégia e tática do jogo de xadrez (bem como o competente mecanismo de tradução) para que este conhecimento seja expresso **em uma linguagem lógica formal**, que será posteriormente codificada em **instruções de máquina**, que serão *in fine* executadas pelo processador em questão.

Atribuímos portanto **inteligência** (a palavra está aqui utilizada em senso lato, sem nenhuma conotação filosófica específica) **à manifestação de um comportamento observado**, enquanto que rigorosamente falando estamos postados diante de um equipamento cuja finalidade última consiste em materializar nosso metaconhecimento acerca da tarefa que está sendo levada a cabo.

Nossa posição aqui conforma-se com o pensamento de Dretske, segundo o qual "as máquinas não fazem aquilo que fazemos - pelo menos nenhuma das coisas que, quando as fazemos, exibem inteligência. E não é só porque elas não as fazem da maneira como as fazemos, ou tão bem quanto as fazemos. Elas não as fazem, absolutamente. Não resolvem problemas, jogam, demonstram teoremas, reconhecem padrões, quanto mais pensar, ver e lembrar-se...". Neste sentido, conforme comenta Cole, os computadores são artefatos que são utilizados por nós, para fazer coisas: eles não fazem coisas, nós as fazemos com eles [Cole/Fetzer/Rankin, 1990: 15, *passim*].

Trata-se de uma atitude revolucionária. Para que seja possível então utilizar a máquina, de alguma forma processa-se uma **transmutação** daquilo **"que se faz"** para **"aquilo que se deve fazer para fazer-se"**. É a diferença fundamental e transcendente entre aquele que é capaz de criar uma obra de arquitetura e aquele que meramente executa os planos, daí resultando, ao fim e ao cabo, a obra pronta, i. e. o projeto materializado.

Até o presente, o principal modelo teórico da *praxis* da Inteligência Artificial foi o computacionismo, o que nos coloca diante de uma problemática muito específica. Analisaremos a seguir outras vias alternativas, que se apresentam no âmbito da ciência da cognição.

Recorremos novamente a Marr, que efetua esta mesma observação, no contexto próprio no qual seu trabalho se desenvolve, apontando-nos que: "... no estudo dos problemas de processamento de informação, dois tipos de solução são passíveis de emergir. No primeiro, existe claramente uma teoria subjacente, no sentido tradicional ... Uma característica destes resultados é que eles frequentemente permanecem num nível

Manipulação Simbólica e Inteligência Artificial

Capítulo 1 - Conceitualística da Inteligência Artificial

relativamente baixo no conjunto geral das funções intelectuais, um nível quase sempre desprezado por aqueles que almejam estudar 'problemas mais elevados e relevantes' da inteligência" [ib., p. 136]. Para Marr, o envolvimento com estes problemas "mais simples" e o domínio obtido na sua solução representa um treinamento relevante na pesquisa pela solução da outra classe de problemas, reconhecidamente mais difíceis de serem abordados e resolvidos.

1. 2. 3.- O modelo Conexionista

O conexionismo é um novo paradigma de pesquisa da ciência cognitiva,²⁸ nascido de projetos de pesquisa em sistemas de processamento de informação paralelos.²⁹ Conforme nos aponta Cole, subjacente à adoção deste modelo há um aspecto metafísico: "o programa [de pesquisa em conexionismo, na prática conhecido como de "redes neurais"] é tipicamente baseado em suposições acerca do carácter real das mentes, animal e do homem..." [Cole/Fetzer/Rankin, 1990: 19]. Segundo os adeptos desta vertente, os estudos de percepção e memória associativa demonstram que a estrutura nodal das redes de processadores (que busca emular os neurônios e suas sinapses, no cérebro do ser vivo) é um aspecto decisivo na emulação do comportamento da mente, de modo que, conforme aponta Ramsey e seus colaboradores, se o conexionismo representa uma correta descrição dos organismos reais, os modelos clássicos atuais (entre eles o computacionismo, acrescentamos) estariam ultrapassados e estaríamos diante de uma revolução conceitual semelhante àquela engendrada por Copernico.³⁰

O conexionismo representa pois uma alternativa ao modelo de redução lógico-formal já apresentado no item anterior, buscando aproximar-se da Inteligência Artificial por uma via alternativa, ou seja aquela da emulação do comportamento da mente. Como obter resultados concretos, entretanto, devido à complexidade da tarefa, quer do ponto de vista conceitual, quer do ponto de vista material, é uma tarefa cujo futuro imediato ainda não está claro.

A idéia subjacente ao conexionismo, do ponto de interesse da Inteligência Artificial consiste em conceber um sistema suficientemente "plástico", de modo a adquirir conceitos pelo treinamento, ou, dito de outra forma, pela aquisição incremental do conhecimento.

Embora não se utilize desta terminologia, parece-nos que Marr está, também neste ponto, de acordo com nossa proposta, inicialmente pelo reconhecimento da existência de uma classe de problemas cuja solução não pode ser obtida pela

²⁸ Estamos denominando "ciência cognitiva" (cognitive science) a uma área multidisciplinar, que envolve, entre outras áreas, a psicologia, a linguística, a filosofia, a ciência da computação.

²⁹ Este modelo adota o processamento distribuído entre um conjunto de processadores, que trabalham paralelamente. Neste modelo mais de um processo está ocorrendo ao mesmo tempo, lidando com diferentes aspectos de uma dada tarefa. Opõe-se assim ao processamento centralizado de um computador convencional, onde as tarefas são sequenciadas, modelo este dito "de Von Neumann".

³⁰ Apud Cole et alii, op. cit., p.21

Manipulação Simbólica e Inteligência Artificial

Capítulo 1 - Conceitualística da Inteligência Artificial

metodologia associada ao modelo computacionista, e posteriormente pela proposta da adoção de um modelo segundo o qual os problemas do tipo-2 computável envolvem na realidade não um problema único, mas constituem uma composição de sub-problemas, deixando portanto antever que um paradigma alternativo deve ser adotado na sua solução [apud Marr, op. cit., p. 136 ss].³¹

Acreditamos que os problemas filosóficos que se colocam quando da análise deste modelo, de emulação "anímica" da mente por uma matriz de processadores, deverão ser postergados, até que resultados práticos desta abordagem estejam mais disseminados, de modo a ensejar uma visão mais clara e isenta de suas hipóteses subjacentes e o modelo teórico cristalizado.

1. 2. 4. Alternativas de Investigação Filosófica da *Praxis* da Inteligência Artificial

Desde um ponto de vista estritamente filosófico, vemos que a análise da problemática da IA nos coloca diante de duas alternativas possíveis: a primeira delas empírica, a segunda transcendental. A questão empírica pode ser visualizada através da observação que anteriormente fizemos acerca do metaconhecimento. Dissecando a taxonomia das áreas de interesse da IA que foi feita na primeira parte, vemos que as tarefas ali contidas recaem, para fins de uma análise estritamente filosófica, claramente em três grupos. O primeiro grupo é puramente algorítmico, podendo neste caso ser considerado como um problema estritamente computacional, solucionável mediante refinamentos matemáticos convencionais, acrescidos de formulações heurísticas adequadas. Podemos colocar neste grupo as tarefas de sensoriamento e percepção, os jogos e a manipulação simbólica. Pode-se considerar que são problemas puramente formais, que são atacados através de extensões da lógica clássica, notadamente a lógica modal, a lógica difusa e a lógica não-monotônica. Desde o ponto de vista filosófico este primeiro grupo levanta importantes questões acerca das limitações dos formalismos, bem como nos obriga a uma discussão do modelo do computador *per se*, tal como a proposta de Turing, bem como as limitações a abordagem algorítmica em si mesma.³² Faremos uma abordagem mais extensa desta problemática em nosso próximo capítulo, dedicado aos fundamentos da manipulação simbólica.

O segundo grupo, de extrema importância para a crítica filosófica é o grupo de problemas que envolve a compreensão da linguagem natural. Este não é, do ponto de vista prático, um problema isolado, mas um componente vital da interface homem-máquina, visando lograr uma utilização mais natural do computador. Base do famoso

³¹ Queremos enfatizar que Marr não adota, em seu trabalho, a terminologia que estamos empregando, nem tampouco alude a esta oposição computacionismo/conexionismo. Julgamos entretanto vislumbrar suficientes subsídios, na leitura de seu texto, para as propostas que adiantamos, ao ponto de julgar oportuno apresentá-las a nosso leitor neste ponto.

³² Lembramos aqui de passagem aspectos relevantes como a tese de Church/Turing e o *Entscheidungsproblem*, ou seja o décimo problema de Hilbert, proposto em Paris no ano de 1900 e revisto posteriormente em Bolonha, em 1928, em congressos de matemática. Nosso próximo capítulo desenvolve esta importante limitação à abordagem algorítmica.

Manipulação Simbólica e Inteligência Artificial

Capítulo 1 - Conceitualística da Inteligência Artificial

"teste de Turing", que busca avaliar o "quociente de inteligência" de um sistema computacional, envolve a questão crítica da análise semântica, sendo uma importante via de investigação da filosofia da linguagem. Insere-se aqui a importante crítica de Searle, que polemiza acerca da validade da manipulação simbólica e da compreensão semântica, adiantando seu interessante argumento da "sala chinesa" [Searle, 1980].³³

É no contexto desta discussão que pretendemos introduzir as idéias de Searle e a importante questão da intencionalidade.

O terceiro grupo, aquele que engloba os chamados "sistemas especialistas" oferece uma gama diversificada de alternativas para a análise filosófica. Possui forte implicação com a epistemologia e a teoria do conhecimento, seja no problema da aquisição do conhecimento como de sua representação. Estudos recentes apontam para a necessidade de definição de uma "ontologia", que deu origem a uma obra projetada por Lenat: o "The Ontological Engineer's Handbook", que investiga os problemas de classificação ontológica para fins de manipulação da base de conhecimento, nos sistemas especialistas [Lenat, 1990].

Encontramos aqui um problema crucial, que tem desafiado os pesquisadores em IA, a saber: a programação de uma base de conhecimentos que traduza nossa visão de senso comum do real. A dificuldade aqui parece ser a transposição da capacidade humana de lidar com as trivialidades do dia a dia para uma base de informações. Assim, todos sabemos que para tomar o conteúdo de uma garrafa de refrigerante esta deverá ser destampada primeiro; que podemos puxar um objeto com uma corda, mas não empurrá-lo com ela; que a água flui naturalmente de um ponto mais alto para outro mais baixo, e assim mil outras pequenas informações que nos passam despercebidas em nosso dia a dia, mas que necessitam cuidadosa transposição para uma base de conhecimentos, se desejamos que uma máquina exiba "comportamento inteligente". Aponta-nos Copeland um exemplo, a partir da análise semântica de uma sentença, que bem ilustra o tipo de dificuldade a que estamos aludindo:

Pergunta: O que significa a palavra "eles" em cada uma das sentenças abaixo?

- A polícia negou aos estudantes permissão para uma passeata porque eles temiam violência.

- A polícia negou aos estudantes permissão para uma passeata porque eles defendiam uma rebelião.

Conforme acentua Copeland, não há nenhum indício a partir de uma análise puramente sintática da frase que permita verificar que no primeiro caso estamos nos

³³ Segundo este argumento, uma pessoa manipulando símbolos cujo significado desconhece (no exemplo de Searle um conjunto de ideogramas chineses, sobre cuja leitura a pessoa em questão não tem conhecimento) pode, eventualmente, mediante a execução de um conjunto de instruções (ou seja um algoritmo), chegar a um resultado esperado (por exemplo responder sim ou não a uma pergunta), sem contudo ter nenhuma compreensão contextual do que está fazendo. Toda a análise de intencionalidade que empreenderemos no terceiro capítulo tem sua origem nesta experiência mental.

Manipulação Simbólica e Inteligência Artificial

Capítulo 1 - Conceitualística da Inteligência Artificial

referindo aos policiais e no segundo aos estudantes. Só se chega a esta conclusão, segundo ele, mercê de uma grande quantidade de conhecimento sofisticado que o leitor carrega consigo. Tais dificuldades são parte do problema de programação de conhecimentos de senso comum pertencente à classe da aquisição e representação do conhecimento.

Encerra-se assim a investigação dos aspectos empíricos da filosofia da inteligência artificial. Na investigação dos aspectos transcendentais podemos citar o problema da consciência e o problema da liberdade. Ambos tem recebido recentemente grande atenção. Tal como encontramos em Copeland: "... [As] investigações filosóficas acerca da possibilidade de liberdade e consciência existentes em máquinas são, no fundo, parte do esforço de compreensão de nossa própria natureza. Fixamos nosso olhar no espelho, mas nossa verdadeira preocupação é conosco mesmos..."[Copeland, 1993: 140].

Ainda segundo o mesmo autor, pertencem a este ramo de investigação o problema da liberdade de vontade, o libertarismo, o preditivismo, o problema do inevitável, etc. Para a questão da consciência, segundo Copeland a dificuldade inicial consiste justamente em chegar-se a uma definição de consenso do termo. Abre-se então a possibilidade de, a partir do estabelecimento de uma taxonomia básica do "*genus*" consciência, verificar se é possível, pelo menos em princípio, alcançar-se uma "consciência cibernética".

Não pretendemos, na presente dissertação, estender esta linha de investigação, que pertence a outro domínio da análise filosófica.

Capítulo 2: Manipulação Simbólica

*Se a única ferramenta que você possui é um martelo,
trate tudo como prego.*

Provérbio Tradicional Inglês

No presente capítulo pretendemos apresentar os mecanismos básicos da manipulação simbólica, tal como ocorre nos computadores digitais. Para tanto discutiremos o modelo formal no qual se baseia o processamento automático da informação e ilustraremos a redução da linguagem algorítmica para o aparato lógico formal *Booleano* que torna tal execução possível.¹ Enunciaremos a seguir as questões filosóficas que surgem como fatores de limitação do objeto da manipulação simbólica, preparando portanto o terreno para a introdução do importante problema da intencionalidade, para que possamos dar conta das aporias resultantes da abordagem dos problemas cognitivos através da manipulação simbólica como único método a ser utilizado.

2. 1 - A Máquina de Turing como paradigma de manipulação simbólica

O moderno computador digital como máquina de manipulação simbólica deve sua existência a um conceito matemático abstrato, a chamada *Máquina de Turing*, concebida pelo matemático inglês Alan Turing. Sua formulação veio no intuito de criar um modelo matemático capaz de executar um conjunto de instruções codificadas, representando um dado algoritmo (conceito ao qual devotaremos maior atenção no decorrer do capítulo) desenvolvido para computar funções numerico-teóricas, na busca por uma solução para o “*décimo problema de Hilbert*” [Turing, 1937].²

De acordo com sua proposta, uma *máquina de Turing* é uma máquina de *estado finito* dotada da propriedade de ler suas entradas reiteradas vezes e de alterar os valores respectivos. Possui também uma memória auxiliar *ilimitada*.³ Para o raciocínio que

¹ Os modernos computadores digitais são construídos a partir de circuitos eletrônicos que implementam as operações lógicas definidas pelo matemático inglês George Boole [Boole, 1847].

² Trata-se do famoso “*Entscheidungsproblem*”, ao qual já aludimos e que nos trará importantes implicações epistemológicas, que serão discutidas ao longo do presente capítulo. O problema consiste em determinar se existe um algoritmo para decidir se qualquer polinômio $P(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0$ com coeficientes inteiros tem ou não soluções inteiras.

³ Uma máquina de estado finito é uma idealização. Trata-se de um dispositivo síncrono (i. e. suas operações são sincronizadas por ciclos discretos de um circuito temporizador denominado *relógio*), determinístico (i. e. suas ações em resposta a uma dada sequência de entrada são completamente conhecidas) que responde a entradas (instruções codificadas, por exemplo em uma fita, que a máquina consegue ler) e que só pode alcançar *um número finito de estados de saída*. Um dado estado da máquina é função de seu estado anterior e da entrada atual, pelo que cada estado pode ser encarado como uma memória dos estados anteriores. Esta máquina é capaz de produzir saídas, que dependem do estado atual (e consequentemente dos anteriores).

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 2 - Manipulação Simbólica

pretendemos desenvolver podemos visualizar a *máquina de Turing* como um dispositivo capaz de ler uma fita, potencialmente infinita, dividida em células. Cada uma das células contem um dado símbolo, pertencente a um conjunto finito, denominado *alfabeto da fita*, e o dispositivo é capaz de ler um símbolo a cada ciclo de operação. No ciclo seguinte, dependendo do estado corrente da unidade e do símbolo lido, a máquina levará a cabo uma dentre as possíveis ações: parar (não executar nada); imprimir um símbolo na fita na célula lida (pode ser o mesmo já existente); passar para o estado seguinte (pode ser o mesmo corrente); ou acessar a célula anterior ou posterior à lida, avançando ou retrocedendo a fita. ⁴ Esta tem portanto a função de servir como meio de armazenar informações (memória) que irão alimentar a máquina, contendo a um só tempo a cadeia de símbolos que será utilizada como entrada de dados e outra cadeia, impressa pela máquina, que representa a saída dos resultados, expressas ambas, naturalmente, no mesmo alfabeto.

O computador digital é capaz de emular uma máquina de Turing (à parte algumas limitações que não são relevantes para a discussão que se seguirá) na medida em que a fita é o equivalente de sua memória, na qual estão armazenados quer os dados de entrada, quer as instruções, quer o resultado obtido com a execução do algoritmo.

As instruções que o computador é capaz de executar permitem escrever em endereços determinados de memória (cada endereço é uma “célula” da fita de Turing), ler os valores armazenados em um dado endereço, efetuar saltos condicionais entre endereços estabelecidos e efetuar, sobre o conteúdo dos endereços, operações lógico-aritméticas, definidas todas em uma base numérica binária ⁵. Evidentemente as operações que apenas acessam a informação contida em um endereço são *não-destrutivas*, possibilitando o acesso reiterado às mesmas.

Tais operações primitivas são determinadas pela arquitetura do processador utilizado, não podendo pois o programador que o utiliza ultrapassá-las; limitam portanto, de um modo definitivo a manipulação simbólica efetiva que o mesmo é capaz de levar a efeito. Equivalem ao alfabeto da fita de Turing, tal como já aludimos.

A utilização que faremos da *máquina de Turing* será a de processar os algoritmos, que serão apresentados à máquina como um conjunto de símbolos gravados numa fita. Já neste ponto percebe o leitor que, limitações à parte, no computador digital a fita corresponde a um *programa*, e emular o comportamento funcional de uma *máquina de Turing* corresponde à execução do mesmo, tendo em mente sempre que esta é uma generalização daquele. Entretanto os resultados que pretendemos analisar serão

⁴ Formalmente podemos definir uma *máquina de Turing* como se segue: Seja S um conjunto finito de estados e I um conjunto finito de símbolos (o alfabeto da fita, que inclui um símbolo nulo). A *máquina de Turing* é representada por um conjunto de quintuplas da forma (s, i, i', s', d) , s e $s' \in S$, i e $i' \in I$ onde s e s' são, respectivamente os estados atual e futuro; i o símbolo lido, i' o símbolo impresso, d a direção de movimentação da fita (avançando ou recuando). Para garantir a determinação do estado, não pode haver mais de uma quintupla começando pelos mesmos símbolos s e i .

⁵ A descrição do computador digital e o detalhamento de tais operações poderá ser encontrado pelo leitor em um texto de arquitetura de computadores [Tanenbaum, 1984].

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 2 - Manipulação Simbólica

conduzidos a partir do modelo de *Turing*, por se tratar de uma formulação matemática mais rigorosa do computador digital. Mostraremos, com um exemplo simples, como se completam estas etapas.

2. 2. - Construção de um algoritmo e obtenção de uma “fita de *Turing*”

A palavra algoritmo derivou do nome do matemático persa do século IX *Abu Ja'far Mohammed ibn Musa al Khowarizm*, autor de importante obra no campo da álgebra. Designa um procedimento sistemático, através do qual um dado problema pode ser resolvido. Exemplos de algoritmos aritméticos nos vem da antiguidade, tais como o chamado “crivo de Eratóstenes”, para determinar uma seqüência de números primos, e o famoso “algoritmo de Euclides”, que determina o *máximo divisor comum* de dois números e que utilizaremos como exemplo.

O algoritmo é construído sempre a partir da análise de um dado problema e representa portanto uma instância abstrata do mesmo. Se está eventualmente destinado a ser executado por um computador digital real, deve passar necessariamente por diversos mecanismos de redução, sendo inicialmente mapeado para uma linguagem de programação e posteriormente transformado no conjunto de instruções lógicas, expressas no alfabeto da máquina, que o computador é capaz de executar, correspondendo cada uma a um determinado estado de seu processador. Ilustraremos todos estes passos, de modo a obter o equivalente de uma *fita de Turing*, para um dado processador real.⁶

Seja o problema da determinação do *máximo divisor comum* de dois números.⁷ O procedimento de Euclides consiste em tomar os dois números dados e dividir inicialmente o maior pelo menor, obtendo-se assim um resto. O divisor será então dividido pelo resto encontrado, sucessivamente, até que o resto seja igual a 0. O último divisor (aquele que produz o resto 0) é o *máximo divisor comum procurado*. Se os números são, por exemplo, 1875 e 240, e a função *resto(x/y)* retorna o resto da divisão de *x* por *y*, teremos:

resto(1875/240)= 195
resto(240/195)= 45
resto(195/45)= 15
resto(45/15)= 3
resto(15/3)= 0

resultando portanto um *máximo divisor comum* igual a 3.

⁶ A expressão *fita de Turing* está sendo utilizada aqui em sentido amplo, representando a seqüência de instruções em *linguagem de máquina*, passível de ser executada por um microprocessador real, em nosso caso um *MOTOROLA 60xxx*.

⁷ Lembramos ao leitor que o *máximo divisor comum* de dois números dados é o maior inteiro capaz de dividir exatamente estes números.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 2 - Manipulação Simbólica

Para que o algoritmo acima descrito se transforme em um programa de computador, o passo seguinte consiste em traduzi-lo da linguagem coloquial (e imprecisa) na qual se encontra para um *fluxograma*, que irá facilitar seu mapeamento em uma dada linguagem de programação, escolhida, em geral, por critérios de conveniência do problema e do sistema computacional utilizado ⁸. O resultado se encontra reproduzido a seguir.

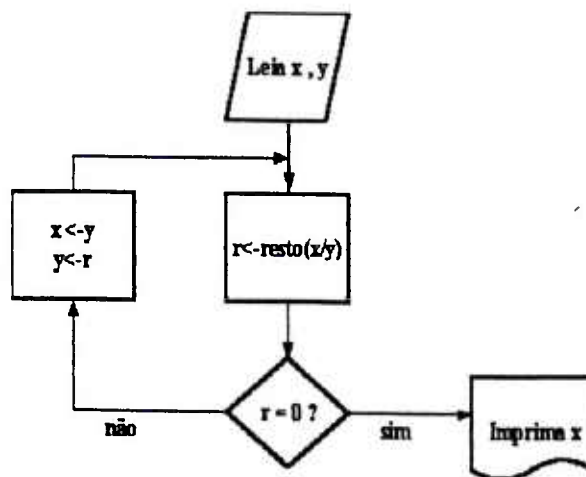


Figura 2. 1 - Fluxograma para o algoritmo de Euclides

A partir do fluxograma acima, destinado ao mapeamento em linguagem computacional, produzimos um código em linguagem "C" [Kernighan/Ritchie, 1978]. ⁹

```
/*  
 * funcao mdc  
 * calcula o maximo divisor comum  
 * atraves do algoritmo de Euclides  
 * Entrada: dividendo, divisor  
 * Saida: mdc  
 */
```

⁸ Devemos observar que para o processador a linguagem de programação utilizada pelo programador humano é irrelevante, já que tudo se transformará na "fita de Turing" à qual já aludimos, tornando portanto indistinguível para o mesmo a linguagem inicialmente utilizada pelo programador.

⁹ Conforme assinalamos na nota anterior, a escolha da linguagem é incidental.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 2 - Manipulação Simbólica

```
mdc (int x, int y)
{
    int resto;
    do {
        resto = x % y;      /* operação modulo */
        x = y;
        y = resto;
    } while ( resto != 0);
    return(x);              /* mdc calculado */
}
```

Listagem 2. 1 - Algoritmo de Euclides em linguagem de programação "C"

O algoritmo codificado em linguagem computacional, no jargão técnico denominado "*programa fonte*", será transformado, mediante uma operação de compilação, inicialmente num conjunto de operações lógicas, resultando na listagem que reproduziremos a seguir:

```
.data
.text
.globl _mdc
_mdcc:
    link    a6,$-F1
    btst d0,    a7*(-F1-A1-32)

L15:
;    linha 6, arquivo "mdc.c"
    movel a6*(12),sp*-
    movel a6*(8),sp*-
    jsr    lrem
    addql $8,sp
    movel d0,a6*(-8)
;    linha 7, arquivo "mdc.c"
    movel a6*(12),a6*(8)
;    linha 8, arquivo "mdc.c"
    movel a6*(-8),a6*(12)

L14:
;    linha 9, arquivo "mdc.c"
    tstl    a6*(-8)
    jne     L15
```

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 2 - Manipulação Simbólica

L13:
; linha 10, arquivo "mdc.c"
movel a6*(8),d0
jra L12
jra L12

L12:
unlk a6
rts
A1 = 8
F1 = 8
S1 = 0x0
.data

Listagem 2. 2 - Algoritmo de Euclides em linguagem de montagem

As instruções mostradas correspondem, conforme já assinalamos, ao conjunto de estados internos do processador, expressas em linguagem de montagem, ainda acessível ao programador humano (que poderia ter produzido esta mesma lista diretamente) e não representam ainda a *fita de Turing* em uma forma inteligível para o processador (instruções que este é capaz de ler e executar). Nova operação de compilação será necessária, gerando, finalmente, a codificação desejada, ou seja a *fita de Turing* de nosso processador.¹⁰

```
0107 0000 0000 0038 0000 0000 0000 0000 0000 001c 0000 0008 0000 0000 0000 0000 4e56 fff8 012f  
ffd0 2f2e 000c 2f2e 0008 4eb9 0000 0000 508f 2d40 fff8 2d6e 000c 0008 2d6e fff8 000c 4aac fff8  
66da 202e 0008 4e5e 4c75 0000 e000 0001 0000 0012 5f6d 6463 0000 0000 2200 0000 0000 6c72  
656d 0000 0000 2000 0000 0000
```

Listagem 2. 3 - “Fita de Turing” do Algoritmo de Euclides

¹⁰ A presente “*fita de Turing*” corresponde ao conjunto de instruções mostradas na listagem 2.1, expressa em linguagem de montagem. Chamamos linguagem de montagem ao conjunto de instruções (expressas em mnemônicos adequados) reconhecidas por um dado processador. Esta linguagem é a mais próxima do processador a que o programador humano tem acesso. Já o conjunto de instruções mostrado na listagem 2.3 se encontra expresso em “palavras” de 4 *bytes* e no alfabeto hexadecimal do processador. Lembramos ao leitor que um *byte* corresponde a oito *bits*, sendo o *bit* a unidade de processamento, capaz de assumir valores binários 0 ou 1. O alfabeto de nossa *máquina de Turing* é o conjunto de dígitos hexadecimais (de base 16), constando dos dígitos [0 ... 9] e os caracteres alfabéticos [a ... f], correspondendo cada um deles a um *byte*. Todas as instruções contidas na fita estão escritas neste alfabeto e serão designadas por cadeias. Uma instrução válida corresponde pois a uma cadeia válida. Assim como nem toda cadeia de caracteres latinos representa uma palavra válida em nosso idioma, nem toda cadeia codificada no alfabeto do processador representa um estado do mesmo. Esta dificuldade corresponde ao problema da executabilidade do algoritmo contido na fita: as ações descritas na fita devem corresponder a estados possíveis do processador (cf. secções 2.3 e o item 2.4.3). Um programador humano suficientemente masoquista poderia, igualmente, produzir esta fita diretamente. Entretanto esta tarefa é executada na totalidade dos casos por programas especiais, denominados *compiladores*.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 2 - Manipulação Simbólica

Podemos então recapitular a linha de raciocínio que perseguimos até este momento: um dado problema, passível de ser resolvido através de uma abordagem algorítmica foi atacado, produzindo então um conjunto de instruções para uma *máquina de Turing*. Assim, podemos simplificar todo o aparato da manipulação simbólica necessário à solução de um dado problema a um cômputo automático de funções lógico-numéricas. Pode assim a *máquina de Turing* ser considerada como um caixa preta que, alimentada com as informações contida numa fita produz as saídas correspondentes ao resultado procurado.¹¹

De acordo com este modelo o algoritmo se reduz a uma função $\Phi(x, y, z, \dots) = \alpha$, contida numa fita de Turing, onde $x, y, z, \dots$ são parâmetros de entrada e a função nos retorna um dada cadeia de símbolos α de saída. Esta cadeia pode representar um conjunto de estados, assumido por dado mecanismo capaz de interpretá-la e interagir com o ambiente, em correspondência com execução do algoritmo, exibindo assim um comportamento observável. Ainda de conformidade com nossa abordagem pode-se considerar a máquina de Turing como um dispositivo automático de computação de funções, ou seja, de execução de algoritmos. Esta constatação nos conduzirá, nas próximas secções, a importantes limitações de escopo da manipulação simbólica como mecanismo de resolução de problemas cognitivos.¹²

2. 3. - Epistemologia da Manipulação Simbólica

Levantaremos, ao longo desta secção, algumas considerações epistemológicas acerca da resolução de problemas através da manipulação simbólica. Dissemos anteriormente que a problemática da inteligência artificial envolve uma camada de metaconhecimento (cf. cap. 1, secção 1.2.2). Explicitaremos aqui este ponto, de forma mais extensa.

O metaconhecimento surge na questão mesma da formulação de um algoritmo. É necessária a intervenção de um *sujeito cognoscente* na redução de um problema a um algoritmo, antes que possamos aventar a hipótese de sua execução. No caso específico dos sistemas de *IA* o algoritmo deverá sempre ser materializado na forma de uma fita de *Turing*, que não tem existência autônoma, necessitando ser originada e que resulta sempre de uma interação do sujeito com o mundo, na forma de um esquema como mostraremos adiante. Isto implica na redução dos passos contidos no algoritmo ao conjunto de estados possíveis na máquina, para que esta possa interpretá-lo e executá-lo corretamente. Queremos com isto observar que o algoritmo não poderá conter instruções que não possam ser mapeadas para os estados da máquina, implicando este

¹¹ Devemos contudo estarmos atento às limitações da manipulação simbólica que serão formuladas mais adiante.

¹² Sem embargo, à vista da análise que faremos, a proposta computacionista de reduzir todo o aparato cognitivo à simples manipulação simbólica parecerá ao leitor, ao fim e ao cabo, extremamente ingênua.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 2 - Manipulação Simbólica

fato no importante problema da computabilidade, ao qual retornaremos mais tarde (cf. nota 10).

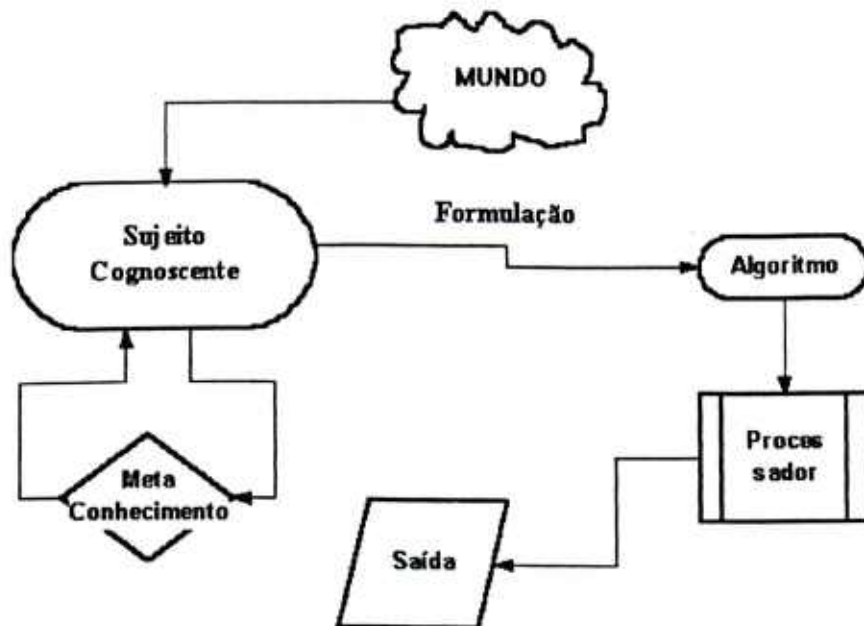


Figura 2. 2 - Representação do Sujeito como gerador de Metaconhecimento

Assim, o sujeito cognoscente, mediante o emprego de ferramentas formais adequadas, deverá ser capaz de gerar um algoritmo, ou, se este algoritmo se destina a uma execução automática, tal como ocorre nos sistemas de *IA*, produzir uma função *Turing*-computável.¹³ Podemos então dizer que o problema a ser resolvido, razão última da existência do algoritmo, representa uma dada instância do mundo e que esta instância deverá ser reduzida a uma dada função, para que possamos ter o resultado esperado, qual seja uma solução possível para o problema em análise, obtida através de um meio automático de processamento. A intervenção do sujeito se dá pois em diferentes níveis: no reconhecimento e caracterização do problema (de *per se* uma abstração do real), na formulação da função e no controle da solução obtida (etapa não representada no diagrama).

Neste ponto de nossa proposição podemos nos valer das teorias clássicas do conhecimento, para que seja possível avançar em nossa discussão. No pensamento moderno, desde Descartes até o Neo-Positivismo, as teorias do conhecimento são

¹³ Esta condição é extremamente importante e será retomada na secção seguinte, onde discutiremos as limitações da manipulação simbólica.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 2 - Manipulação Simbólica

bivalentes, supondo dois modos de saber e verdade. Tais modos são o *saber empírico e a verdade*, por um lado, e *saber racional e razão*, por outro. No dizer de Heinemann, tais teorias bivalentes do conhecimento “distinguem dois modos qualitativamente diferentes de saber, dos quais um repousa na observação e na experiência e o outro no entendimento, que opera por cálculo e no raciocínio lógico, sendo por isso a verdade de cada um deles formada diferentemente” [Hanemann, 1983: 291] .

No capítulo anterior estabelecemos uma delimitação de escopo entre os sistemas de *IA*, entre aqueles que se prestam a uma abordagem algoritmico-formal e outros, que envolvem dificuldades adicionais. A principal causa desta delimitação reside justamente no carácter meta-gnosiológico de tais sistemas, ou seja as diferentes verdades a que alude Hanemann. Para nos servirmos neste ponto da terminologia Kantiana, constatamos que só podemos traduzir em *conhecimento operante* o conhecimento que repousa no entendimento, *i. e.* aquele que decorre do cálculo e do raciocínio lógico: limitamo-nos aqui às *proposições analíticas*.

A mesma inquietação pode ser observada, expressa em outro jargão, por Newell e Simon, na formulação de sua *hipótese do sistema de símbolos físicos*. Vejamos seu raciocínio: “Um sistema de símbolos físicos consiste em um grupo de entidades, chamados símbolos, que são padrões físicos que podem ocorrer como componentes de um outro tipo de entidade chamada expressão (ou estrutura de símbolos). Assim, uma estrutura de símbolos é composta de um número de instâncias (ou marcas) de símbolos relacionados de alguma forma física (como, por exemplo, uma marca ao lado da outra). Em um determinado momento qualquer, o sistema conterá uma coleção destas estruturas de símbolos. Além destas estruturas, o sistema também contém uma coleção de processos que operam nas expressões para produzir outras expressões: processos de criação, modificação, reprodução e destruição. Um sistema de símbolos físicos é uma máquina que produz ao longo do tempo uma coleção progressiva de estruturas de símbolos. Tal sistema existe em um mundo de objetos mais amplo do que apenas estas estruturas simbólicas” [Newell/Simon, 1976] . E isto posto, estabelecem os autores a sua *hipótese dos símbolos físicos: o sistema de símbolos físicos tem os meios necessários e suficientes para a ação inteligente em geral*. Tal é o conceito de *Inteligência Artificial em Sentido Forte*, ao qual já fizemos alusão anteriormente.

Esta citação contém a formulação da hipótese de manipulação simbólica que analisaremos a seguir. Devemos esclarecer, contudo, que nossa leitura da citação acima ultrapassa seu sentido direto, concordando com a limitação que impussemos, relativa à circunscrição às proposições analíticas para o conhecimento de segunda ordem exigido na correta formulação dos sistemas de *IA*. Neste sentido apenas o que é passível de uma representação simbólica formal será um objeto tratável pela manipulação simbólica. Esta restrição opera em dois sentidos, seja limitando o escopo dos sistemas de *IA* ao lógico-formal, seja inviabilizando a redução de toda a atividade cognitiva à manipulação simbólica.

Uma tal formulação encontra novamente eco e apoio em Hanemann, que propõe uma visão polivalente do conhecimento, quando afirma que “não há o conhecimento,

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 2 - Manipulação Simbólica

nem a teoria do conhecimento, mas conhecimentos e teorias do conhecimento”. Se, como querem os clássicos ingleses, de Locke a Prichard e Price, a percepção se encontra na base de todo o saber, esta mão única não poderia produzir o tipo de metaconhecimento capaz de exibir o conhecimento operante, que passaria a ser exibido pelos sistemas de *IA*. Acreditamos que este metaconhecimento poderá ser originado em consequência da recomendação de Kant, para quem o saber deve ser contruído a partir de conceitos.

Podemos desenvolver esta idéia, propondo um mecanismo possível para a formulação do metaconhecimento que permeia a obtenção do objeto de manipulação simbólica. Este metaconhecimento é engendrado por construção e acumulação de conceitos, através de nosso juízo analítico. A terminologia Kantiana não é introduzida aqui de modo fortuito. Um juízo analítico é tal que seu predicado *B* pode ser (por estar contido em) inteiramente extraído mediante análise do sujeito *A*. Um tal juízo é *a priori*, sendo, a rigor, uma maneira modificada de expressão do conceito que encontramos no sujeito. É universal e necessário (uma espécie de pré-condição para sua formulação simbólica), mas não amplifica o saber. Esta hipótese básica, segundo a qual o objeto de manipulação simbólica só pode ser obtido pelo exercício do juízo analítico impõe outra restrição ao mesmo: ele é tal que não possibilita um exercício de criação pura, cristalizando, por assim dizer, um conhecimento prévio.

É portanto possível sumariar o que dissemos anteriormente observando a cadeia de raciocínio que percorremos: a manipulação simbólica, capaz de produzir um dado comportamento observável depende da existência de um algoritmo, e este pressupõe um conhecimento de segunda ordem, sendo formulado pela intervenção intencional do sujeito cognoscente. Destarte a mera manipulação simbólica não pode ser confundida com a inteligência, por representar justamente a manifestação da mesma, na formulação que a antecede.¹⁴

2. 4 - A Hipótese da Manipulação Simbólica e sua Crítica

2. 4. 1 - Hipótese de Manipulação Simbólica

Tentaremos apresentar ao leitor neste ponto a hipótese da manipulação simbólica para a organização de um sistema maciçamente adaptável, portanto capaz de exibir um comportamento inteligente. Esclarecemos que esta hipótese equivale à afirmativa que é possível reduzir a atividade cognoscente do sujeito à manipulação simbólica, visto que seu objetivo é a construção de um mecanismo inteligente, cujo comportamento é tal que se torna capaz de interagir com o mundo “com a mesma plasticidade, engenho e

¹⁴ O leitor interessado em cotejar a utilização que fizemos das idéias de Kant deverá reportar-se, para a conceituação das proposições analíticas, à *Crítica da Razão Pura* (Introdução, IV) [Kant, 1952] e para o conceito de sujeito enquanto o “eu penso” na mesma obra, à *Dialética Transcendental*, II, cap. I [Kant, *idem*].

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 2 - Manipulação Simbólica

propósito de um ser humano”, definição esta que devemos aceitar para o *sistema maciçamente adaptável* (Copeland).

A hipótese, formulada pela vertente principal da *AI forte*, inclui um conjunto de características que devem ser incorporadas ao assim chamado *sistema maciçamente adaptável* (*massively adaptable system*) (*SMA*), que citamos segundo a relação devida a Copeland:

- Usar um código [para a formulação do algoritmo] convenientemente rico, recursivo, composicional, para a representação de objetos, eventos, ações e relações do mundo real;
- Construir uma representação adequada do mundo e suas inter-relações (incluindo criações humanas como a linguagem e o comércio) contido em um sistema universal de símbolos. Esta ‘base de conhecimentos’ irá consistir de estruturas vastas, interconectadas, de símbolos. Deverá incluir uma representação da própria máquina e de suas finalidades e necessidades. As opiniões divergem, quanto ao fato que programadores deverão construir “à mão” esta estrutura gigantesca ou se a máquina poderia ser programada para aprender o necessário por si mesma.
- Usar dispositivos de entrada adequados para formar representações simbólicas do fluxo de estímulos ambientais que atingem a máquina
- Arranjar para que seqüências complexas de operações fundamentais do sistema universal de símbolos sejam aplicadas às estruturas de símbolos produzidas pelos dispositivos de entrada e às estruturas simbólicas contidas na base de conhecimento. Daí resultarão novos símbolos. Alguns serão designados como saídas.
- Esta saída será uma representação simbólica de respostas comportamentais adequadas (incluindo algumas verbais) aos estímulos de entrada. Um corpo de *robot* adequado será utilizado para “traduzir” os símbolos em comportamento real [Copeland, 1993: 80].

Segundo a linha principal da *IA forte*, esta receita está intrinsecamente correta. Sua formulação implica em dizer que qualquer sistema universal de símbolos com memória suficiente poderá, mediante ulterior organização interna, tornar-se *maciçamente adaptável*.¹⁵

¹⁵ Podemos entender a expressão “*sistema universal de símbolos*” como um algoritmo capaz de ser executado numa máquina de Turing, ou então devemos ter, como equipamento, uma formulação abstrata alternativa.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 2 - Manipulação Simbólica

Analisando esta problemática verificamos que duas linhas de crítica se evidenciam. De acordo com a primeira visão do problema, podemos mostrar que a hipótese da manipulação simbólica, formalizada, por exemplo, através da teoria dos sistemas físicos de Newell e Simon, por paradigmática, pode ser refutada pela arguição do argumento da intencionalidade, que se opõe a esta visão puramente funcionalista da hipótese em questão e da qual trataremos especificamente no próximo capítulo.

A outra linha de crítica, que adiantaremos a seguir, *aponta para a impossibilidade da construção de um tal sistema* mediante a explicitação de algumas aporias emergentes. Segundo a primeira, de origem epistemológica, parece ser improvável que um sistema dotado das características contidas nesta lista possa vir, eventualmente a ser codificado (*i. e.* transformado em um algoritmo), por englobar aspectos cognitivos lógicos, semânticos, inferenciais, intencionais e ontológicos, alguns destes positivamente não formalizáveis ¹⁶. A título de exemplificação, discutiremos, com alguns detalhes, certas dificuldades que surgem no tratamento do problema da inferência, que é intimamente relacionado com o processamento da linguagem natural e portanto de vital importância no contexto dos sistemas citados.

A segunda se deve à existência de algumas limitações metodológicas inerentes ao aparato da manipulação simbólica em si. Foram levantadas importantes limitações formais da manipulação simbólica, corporificadas em teoremas matemáticos conhecidos, que podem inviabilizar a possibilidade de codificação de algumas das propriedades exigidas para a construção de um mecanismo maciçamente adaptável, tal como proposto. Investigaremos estas dificuldades analisando quer os teoremas matemáticos envolvidos quer as suas consequências para uma formalização de conceitos matemáticos e físicos, na esteira do trabalho de Penrose [Penrose, 1991, 1994]. ¹⁷

2. 4. 2 - Manipulação Simbólica e o Problema da Inferência

Buscamos mostrar, nas linhas que se seguem, como é tratado o problema da inferência nos sistemas de inteligência artificial, bem como apontaremos para algumas dificuldades que surgem na solução do problema da inferência semântica, ao qual já aludimos anteriormente.

¹⁶ Citamos neste ponto a ontologia porque, na filosofia contemporânea, acreditamos estar a mesma envolvida com o problema das relações entre as diversas ciências e de suas intersecções, o que é justamente o caso da investigação acerca da inteligência artificial. Esta é uma tarefa de análise filosófica que consiste em problematizar, de acordo com as diversas fases da pesquisa científica, as relações entre as várias disciplinas envolvidas, seja em vantagem de cada uma, seja em vantagem do uso que delas pretendemos fazer.

¹⁷ Tal como nos aponta Copeland, não podemos, no atual estágio de conhecimento das diversas facetas do problema, demonstrar, de forma cabal a verdade ou o erro da hipótese da manipulação simbólica, que permanecerá ainda por algum tempo como indecível. A presente dissertação busca mostrar, com base no aparato formal disponível, que há dificuldades operacionais e filosóficas que tornam a hipótese improvável [cf. Copeland, op. cit., p. 81].

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 2 - Manipulação Simbólica

O cálculo de predicados tem sido utilizado como mecanismo de representação do conhecimento e de inferência lógica porque é passível de automatização mediante o emprego de linguagens de programação *não-procedimentais*, dentre elas uma específica de programação em lógica denominada *PROLOG*.¹⁸ Prosseguiremos apresentando um exemplo de inferência lógica, através do qual verificamos ser possível a automatização da demonstração de teoremas de cálculo de predicados, bem com a resolução de problemas lógicos. Para tanto será mister deter-nos na análise da linguagem de programação em lógica na qual formularemos nosso exemplo.

A linguagem *PROLOG* permite a manipulação de proposições formuladas como *cláusulas de Horn*. Uma *cláusula de Horn* é uma proposição causal que possui **no máximo um componente atômico não-negado**. Definimos uma proposição causal como uma *fórmula bem formada (fbf)* que está expressa em forma conjuntiva, sem nenhuma instância do conectivo $\wedge$ (**e**). Além disto a implicação $p \rightarrow q$ deve ser substituída por seu equivalente $\sim p \vee q$. Devemos considerar que há um processo algorítmico para a conversão de uma *fbf* para a forma clausal; além disto, os dialetos correntes de *PROLOG* admitem implicações de **conseqüente único**, bem como os conectivos $\wedge$ e $\vee$ [Rich/Knight, 1994: 171 ss].

Levando-se em conta este formalismo é possível mostrar que toda *cláusula de Horn* é **decidível** (i. e. tem um valor verdade definido, sendo excludentemente falsa ou verdadeira), o que contrasta com a lógica de predicados completa, que permite a formulação de cláusulas *indecidíveis*. Tal é o arcabouço lógico de processamento em *PROLOG*.

Para que nosso exemplo fique bem entendido, será necessário explicitar as diversas secções de um programa em *PROLOG*, com o qual pretendemos efetuar uma computação de inferência lógica. Estamos utilizando a sintaxe definida numa implementação popular da linguagem [Borland, 1986]. As partes constituintes serão citadas a seguir:

- **Variáveis:** Serão denotadas por uma letra inicial Maiúscula. Assim são designadores corretos X, Y, Z, Pessoa, Cidade, etc.
- **Domínios:** Definem o **tipo de variável** que será utilizado. Assim, por exemplo, uma palavra (cadeia de caracteres) será declarada como *symbol*.
- **Predicados:** São as relações entre objetos, declarados de forma genérica. Se **Nome** e **Sobrenome** são variáveis do tipo *symbol*, associadas a uma relação

¹⁸ Uma linguagem de programação é dita *não-procedimental* ou *declarativa* quando não há necessidade de especificação dos passos mediante os quais uma determinada informação será obtida. A linguagem *PROLOG*, proposta por Colmerauer [Colmerauer et alii, 1973] e seu *Grupo de Inteligência Artificial* da Universidade de Marseille é capaz de pesquisar uma dada base de dados e verificar se uma dada proposição é verdadeira ou falsa. Nosso exemplo irá demonstrar esta capacidade da linguagem. Uma boa referência para o leitor é o texto *Programming in Prolog* [Clocksin/Mellish, 1984].

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 2 - Manipulação Simbólica

denominada **pessoa** (as relações são grafadas em minúsculas), o predicado será corretamente declarado como **pessoa(Nome,Sobrenome)**.

- **Cláusulas:** São instâncias dos predicados, ou seja proposições clausais que envolvem predicados. Deste modo, com relação ao predicado **pessoa** declarado acima, **pessoa(jose,silva)** constitui uma instância daquele predicado e por consequência uma cláusula.
- **Variáveis quantificadas e condicionais:** Ilustraremos este tópico através de um exemplo. Se quisermos codificar a figura clássica do silogismo:

todo homem é mortal;
Sócrates é homem;
∴ Sócrates é mortal

devemos introduzir o quantificador universal $\forall$ e a premissa maior será expressa logicamente como: $\forall x (x \text{ é homem}) \rightarrow (x \text{ é mortal})$, resultando no equivalente *PROLOG*:

homem(socrates).
mortal(X):- homem(X)

Estas cláusulas permitem estabelecer as seguintes pesquisas : *Quem é mortal?* formulada em *PROLOG* como **mortal(Quem)**, que conduzirá à resposta **socrates**, e *Sócrates é mortal?* em *PROLOG* **mortal(socrates)** cuja resposta será **verdadeiro**.

Com relação à codificação mostrada valem algumas considerações. Devido a restrições impostas pelo uso exclusivo de *cláusulas de Horn*, o consequente é atômico, devendo conter exatamente **uma cláusula**. O antecedente, contudo, pode conter um número arbitrário de conjunções ($\wedge$) ou disjunções ($\vee$) Além disto, há uma convenção respeitante aos quantificadores $\forall$ (quantificador universal) e $\exists$ (quantificador existencial), a saber: se uma variável ocorre apenas no antecedente de uma sentença condicional, devemos considerá-la como **afetada pelo quantificador universal**, cujo escopo é restrito a este antecedente. Podemos resumir dizendo que toda variável tem a incidência tácita do quantificador universal, bem como não há variáveis livres em *PROLOG*.

- **Metas:** São as inferências lógicas que desejamos fazer acerca dos fatos codificados nas cláusulas e predicados. Pode ser constituída do **valor verdade** do predicado, de uma **falha (não-existência)** ou de uma **relação de instâncias**. Ao estabelecermos uma meta estamos colocando em ação o mecanismo automático de inferência da linguagem de programação, de modo que nossa base de conhecimento passará a fornecer implicações logicamente deduzidas, emulando assim corretamente o raciocínio, obtendo as mesmas

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 2 - Manipulação Simbólica

conclusões que o sujeito cognoscente, de posse das regras da *techne* da lógica chegaria, ao analisar os mesmos fatos.¹⁹

Feitas estas considerações, passaremos a expor nosso exemplo de inferência lógica. Trata-se da codificação de um programa em *PROLOG*, capaz de analisar teoremas do cálculo de predicados de primeira ordem e determinar seu valor verdade. Será capaz, outrossim, de resolver problemas lógicos, se corretamente formulados, tomando como ponto de partida tão somente as definições das operações lógicas fundamentais (**E**, **OU**, **NÃO**, **OU-EXCLUSIVO**, etc). Nosso exemplo é importante, na medida em que demonstra o poder de efetuar inferências que um sistema, simples como o mostrado, é capaz de exibir. Vejamos o código e um problema exemplo.

```
/* programa de simulação do cálculo proposicional  
   escrito por M.G. Brunetta  
   FAFICH/UFGM - 1996  
*/
```

```
/* declaração de domínio da variável */
```

```
domains  
D = integer
```

```
/* declaração das operações lógicas */
```

```
predicates
```

```
/* operador de negação */  
not_(D, D)
```

```
/* operador de conjunção */  
and_(D, D, D)
```

```
/* operador de disjunção */  
or_(D, D, D)
```

```
/* implicação */  
imp_(D, D, D)
```

```
/* implicação bicondicional */  
impp_(D, D, D)
```

¹⁹ Isto deve ser entendido *cum grano salis*, porque não há um mecanismo de inferência inversa. Exemplifiquemos: se definirmos uma relação *casados(joao,maria)* o sistema responde corretamente às perguntas *quem é casado com joão?* ou *quem é casado com maria?* mas não é capaz de produzir resposta (diretamente) à pergunta *qual a relação entre joão e maria?*, à qual a mente humana chega imediatamente, pela inspecção da relação mostrada.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 2 - Manipulação Simbólica

/* alguns exemplos de aplicação */

/* 1. ou exclusivo - xor */

xor(D, D, D)

/* 2. contradição */

cont(D, D, D)

/* 3. tautologia */

taut(D, D, D)

/* teorema qualquer */

teorema(D, D, D)

/* problema do fazendeiro */

problema(D, D, D, D, D)

/* saídas */

resposta

goal

**writedevice(printer),
resposta.**

/* tabelas-verdade */

clauses

/* negação

p $\sim$ p

0 1

1 0

***/**

not_(1, 0).

not_(0, 1).

/* conjunção

p q $p \wedge q$

0 0 0

0 1 0

1 0 0

1 1 1

***/**

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 2 - Manipulação Simbólica

```
and_(0, 0, 0).  
and_(0, 1, 0).  
and_(1, 0, 0).  
and_(1, 1, 1).
```

/* disjunção

p	q	$p \vee q$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

*/

```
or_(0, 0, 0).  
or_(0, 1, 1).  
or_(1, 0, 1).  
or_(1, 1, 1).
```

/* implicação

p	q	$p \rightarrow q$
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

*/

```
imp_(0, 0, 1).  
imp_(0, 1, 1).  
imp_(1, 0, 0).  
imp_(1, 1, 1).
```

/* implicação bicondicional

p	q	$p \leftrightarrow q$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

*/

```
impp_(0, 0, 1).  
impp_(0, 1, 0).  
impp_(1, 0, 0).  
impp_(1, 1, 1).
```

cont(P, Q, Saida):-

```
    not_(Q, S1), not_(P, S2),  
    and_(P, S1, S3),  
    and_(S2, S3, Saida).
```

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 2 - Manipulação Simbólica

```
xor(P, Q, Saida):-  
    not_(P, NP), not_(Q, NQ),  
    and_(P, NQ, S1), and_(NP, Q, S2),  
    or_(S1, S2, Saida).
```

```
taut(P, Q, Saida):-  
    impp_(P, Q, S1),  
    and_(P, Q, S2),  
    imp_(S2, S1, Saida).
```

Listagem 2. 4 - Programa *PROLOG* para o cálculo de predicados contendo um teorema genérico e um problema-exemplo

O programa que desenvolvemos será capaz de produzir a tabela verdade de qualquer operação do cálculo de predicados (*predicate calculus*), conforme sua definição, mediante a inclusão de uma cláusula adequada. Assim, se desejarmos visualizar a tabela verdade da operação *ou-exclusivo* (*xor*) podemos incluir a cláusula:

```
resposta:-  
    write("disjuncao exclusiva (xor)\n"),  
    write("P Q P xor Q \n"),  
    xor(X,Y,S),  
    write(X," ",Y," ",S,"\n"),  
    fail.
```

que irá produzir a saída (impressa) :

<i>disjunção exclusiva (xor)</i>		
<i>P</i>	<i>Q</i>	<i>P xor Q</i>
1	1	0
1	0	1
0	1	1
0	0	0

Da mesma forma incluímos um teorema-exemplo: $P \wedge Q \rightarrow P \vee Q$, que será demonstrado mediante a inclusão das cláusulas (**em negrito no código**):

```
teorema(P,Q,Saida):-  
    and_(P,Q,S1),  
    or_(P,Q,S2),  
    imp_(S1,S2,Saida).
```

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 2 - Manipulação Simbólica

resposta:-

```
write("Teorema\n"),
write("P Q T:P & Q -> P | Q\n"),
teorema(X,Y,S),
write(X," ",Y," ",S,"\n"),
fail.
```

que irão produzir a seguinte saída:

<i>Teorema</i>		
<i>P</i>	<i>Q</i>	<i>T: P & Q -> P Q</i>
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	1

E, para finalizar, incluímos um problema cujo enunciado é o seguinte: Um fazendeiro possui um grande cachorro, uma cabra e um cesto de verduras. Em sua fazenda existem dois celeiros, um ao norte e outro ao sul. O fazendeiro possui afazeres em ambos os celeiros. Entretanto, se deixa o cachorro sozinho em companhia da cabra, este irá mordê-la; se a cabra fica sozinha com o cesto de verduras, estas serão comidas pela cabra. Solicitou então a assistência de um estudante de lógica, de modo a fazer uma previsão das situações onde o desastre é possível. O estudante propôs a seguinte sistematização do problema:

O desastre ocorre se :

1. O fazendeiro está no celeiro Norte e o cão e a cabra estão no celeiro Sul (o cão irá atacar a cabra);

OU

2. O fazendeiro está no celeiro Norte e a cabra e as verduras estão no celeiro Sul (a cabra comerá as verduras);

OU

3. O fazendeiro está no celeiro Sul e o cão e a cabra estão no celeiro Norte (o cão atacará a cabra);

OU

4. O fazendeiro está no celeiro Sul e a cabra e as verduras estão no celeiro Norte (a cabra irá comer as verduras).

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 2 - Manipulação Simbólica

Se representamos o fazendeiro por **A**, o cão por **B**, a cabra por **C** e as verduras por **D** podemos ter as seguintes instâncias:

- A** : Fazendeiro no celeiro Norte
- ~ A** : Fazendeiro no celeiro Sul
- B** : Cão no no celeiro Norte
- ~ B** : Cão no celeiro Sul
- C** : Cabra no celeiro Norte
- ~ C** : Cabra no celeiro Sul
- D** : Verduras no celeiro Norte
- ~ D** : Verduras no celeiro Sul

Assim, simbolicamente, o desastre irá ocorrer nas condições que tornarem verdadeira a sentença :

$$S = (A \wedge \sim B \wedge \sim C) \vee (A \wedge \sim C \wedge \sim D) \vee (\sim A \wedge B \wedge C) \vee (\sim A \wedge C \wedge D).$$

A expressão lógica correspondente ao problema deverá ser codificada, resultando nas cláusulas que reproduzimos abaixo. Para maior compreensão, esclarecemos que em nosso código as negações **~A**, **~B**, **~C** e **~D** serão denotadas respectivamente por **NA**, **NB**, **NC**, **ND**:

```
problema(A,B,C,D,Saida):-  
    not_(A,NA),not_(B,NB),not_(C,NC),not_(D,ND),  
    and_(A,NB,S1),and_(S1,NC,Caso1),  
    and_(A,NC,S2),and_(S2,ND,Caso2),  
    and_(NA,B,S3),and_(S3,C,Caso3),  
    and_(NA,C,S4),and_(S4,D,Caso4),  
    or_(Caso1,Caso2,SS1),  
    or_(SS1,Caso3,SS2),  
    or_(SS2,Caso4,Saida).
```

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 2 - Manipulação Simbólica

resposta:-

```
write("Problema do Fazendeiro\n"),
write("Convencoes:\n"),
write("A : Fazendeiro\n"),
write("B : Cachorro\n"),
write("C : Cabra\n"),
write("D : Verduras\n"),
write("S : Estado\n"),
write("Valores das Variaveis :\n"),
write("0 : Celeiro Norte\n"),
write("1 : Celeiro Sul\n"),
write("Valores de Estado :\n"),
write("0 : Situacao segura\n"),
write("1 : Situacao perigosa\n\n"),
write("Situacoes Possiveis:\n"),
write("A      B      C      D      S\n"),
problema(A,B,C,D,Saida),
write(A,"      ",B,"      ",C,"      ",D,"      ",Saida,""),
fail.
```

resposta:-

```
write("Situacoes Seguras (S=0): \n"),
write("A      B      C      D\n"),
problema(A,B,C,D,0),
write(A,"      ",B,"      ",C,"      ",D,""),
fail.
```

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 2 - Manipulação Simbólica

resposta:-

```
write("Situacoes de Risco (S=1): \n"),
write("A      B      C      D\n"),
problema(A,B,C,D,1),
write(A,"      ",B,"      ",C,"      ",D," \n"),
fail.
```

Tais cláusulas produzirão, tal como anteriormente, a tabela-verdade correspondente ao problema, bem como as situações “seguras” e as situações “perigosas”, correspondendo aos valores *VERDADEIRO* ou *FALSO* da variável de controle *S*. A resposta impressa está reproduzida abaixo:

Problema do Fazendeiro

Convenções:

A: Fazendeiro

B: Cachorro

C: Cabra

D: Verduras

S: Estado

Valores das Variáveis:

0: Celeiro Norte

1: Celeiro Sul

Valores de Estado:

0: Situação Segura

1: Situação Perigosa

Situações Possíveis:

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>S</i>
<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>
<i>1</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>1</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>
<i>0</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
<i>0</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>1</i>
<i>0</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
<i>0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 2 - Manipulação Simbólica

Situações Seguras: (S=0)

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
1	1	1	1
1	1	1	0
1	1	0	1
1	0	1	1
1	0	1	0
0	1	0	1
0	1	0	0
0	0	1	0
0	0	0	1
0	0	0	0

Situações Perigosas: (S=1)

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
1	1	0	0
1	0	0	1
1	0	0	0
0	1	1	1
0	1	1	0
0	0	1	1

Do exemplo proposto podemos verificar que a inferência lógica, desde o ponto de vista do emprego de linguagens declarativas como o *PROLOG* fica inteiramente resolvido se considerarmos que este se resume na determinação do *valor verdade* de uma cláusula de Horn, cuja forma geral pode ser expressa como uma dada sentença, incluindo predicados ou suas negações, unidos por disjunções, onde no máximo um predicado não é negado. Se tal cláusula constitui uma **fbf**, então ela é um teorema, e reciprocamente. Seu valor verdade será obtido pela aplicação das regras de inferência embutidas na linguagem.²⁰ Em resumo observamos que a inferência lógica, se o problema está codificado numa linguagem como *PROLOG* se reduz ao problema da verificação de um teorema da lógica de predicados, expresso segundo uma cláusula de Horn. Veremos a seguir que o problema da inferência semântica não pode ser tão facilmente resolvido, principalmente por não ser redutível a este modelo formal de tratamento.

O principal problema da assim chamada *inferência semântica*, de fundamental importância para compreensão da linguagem natural consiste na capacidade de efetuar *conjecturas*, que demonstram o entendimento de uma sentença além de seu nível de

²⁰ A linguagem *PROLOG* se utiliza de regras de inferência para obter o valor verdade da cláusula proposta. Estas regras incluem axiomas da lógica de predicados, bem como o *modus ponens* e sua generalização [Gersting, 1993: 27 ss].

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 2 - Manipulação Simbólica

superfície, conduzindo portanto a inferências acerca de circunstâncias afins e à obtenção de conclusões plausíveis sobre os fatos narrados.

Há um consenso entre os pesquisadores de *LA* que o principal objetivo de um sistema capaz de compreensão da linguagem natural é produzir uma representação em profundidade do material a ser processado (*i. e.* um texto em linguagem natural), mas os métodos pelos quais tal objetivo será alcançado não estão determinados, de forma clara, no atual estado da arte. Foram feitas tentativas baseadas na *gramática gerativa*, fundamentada nas idéias de Chomsky (já citado em nossa dissertação), atualmente ultrapassada, e duas aproximações tem merecido atenção.

Tratam-se de métodos de *representação do conhecimento*, tais como as *molduras (frames)* e *simbolizações (scripts)* propostos por Minsky [Minsky, 1979]. Aqui procura-se codificar elementos da base de conhecimentos necessária para um sistema de raciocínio de senso comum, de modo estruturado. Entretanto a teoria não foi ainda totalmente desenvolvida e há dificuldades de implementação deste esquema. Outro caminho nos é apresentado pelos *roteiros (scripts)* propostos por Schank, que são algoritmos bastante elaborados e ao qual voltaremos mais tarde, com relação ao problema da intencionalidade em Searle.²¹

Outros esquemas, que poderíamos denominar de analíticos, não separam a compreensão imediata da compreensão profunda de um texto, mas dificuldades emergem quando a informação relevante não pode ser obtida da análise semântica de uma ou mais palavras do texto, mas sim de toda a sentença [Dalhgreen/McDowell, 1987: 446-448].

Uma tentativa recente, que diríamos afinada com o método de inferência lógica (porque inclusive está implementado em um dialeto *PROLOG*) procura fazer com que questões formuladas acerca do significado não evidente de um texto possam ser respondidas a partir da aplicação de regras de inferência especialmente desenvolvidas. Espera-se que com um refinamento do método seja possível atingir uma profundidade adequada na interpretação do texto. Esta é a abordagem proposta por um grupo de pesquisadores italianos da IBM, ao montar o chamado *Sistema N*, cujos fundamentos elucidaremos brevemente em seguida [Antonacci/Calamani, 1992: 333-345].

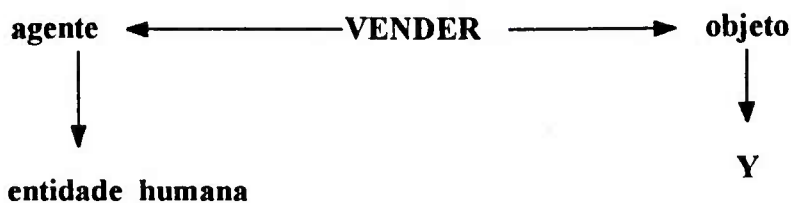
Para a compreensão não-superficial de um texto, o sistema proposto pelos pesquisadores citados efetua uma análise em três fases. Na análise *morfológica* busca-se extrair de cada termo características tais como o *gênero, número, tempo* (de verbo), etc, identificando os morfemas, a partir de uma base de dados (expansível) constituída de *lemmata (radicais sem prefixos ou sufixos)*. Na fase seguinte é levada a efeito uma análise sintática, através de um conjunto de regras gramaticais, daí resultando uma *árvore sintática*, onde se encontram classificadas as pertinências dos termos às diferentes

²¹ O termo *simbolização*, que estamos propondo enquanto tradução do original *script* que aparecem nos textos de Minsky e Schank foi tomado de empréstimo à *Semiótica*, dado que, embora tendo, para ambos, conotações bastante distintas, representam uma codificação de uma dada instância do real, na forma de um conjunto de instruções. No caso de Schank optamos por tradução diferente, por se tratar de um programa formal e não um esquema de representação, como em Minsky [Shank, 1977]

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 2 - Manipulação Simbólica

categorias sintáticas. A terceira e última fase é a de maior complexidade e procura resolver as ambiguidades semânticas, reduzindo a sentença dada a um formalismo de *grafos conceituais*. O grafo resultante será utilizado na formulação de questões (*queries*) para uma base de dados especial, que contem padrões semânticos aplicáveis à situação em questão. Uma representação da relação *VENDER*, na qual *entidade humana VENDE objeto para Y* dentro deste esquema seria: ²²



Assim, mediante este procedimento, é possível criar uma base de inferência que irá permitir, por exemplo, que para uma sentença tal como: “*Em 1987 o grupo ENI vendeu ao grupo Marzotto a Lanerossi, por 168 bilhões (de liras)*” seja possível inferir que a empresa Lanerossi pertence desde então à Marzotto, que a Marzotto adquiriu a Lanerossi do grupo ENI em 1987 e que a Lanerossi tem pertencido à Marzotto por mais de 8 anos, etc.

Este método é, conforme podemos ver, sistemático, não possibilitando por conseguinte que sua capacidade de interpretação ultrapasse o nível estabelecido pelos grafos conceituais contruídos e pelas análises feitas. A conclusão final, de seus próprios formuladores, é que a tarefa de inferência semântica é, mesmo com os recursos da ferramenta por eles desenvolvida, tanto tediosa quanto difícil. A capacidade inferencial do sistema permanece limitada a um dado contexto, possuindo embora alguma flexibilidade.

Queremos enfatizar, contudo, que todo o mecanismo inferencial proposto, mesmo num esquema promissor e atual como o mostrado, é determinístico, não logrando remover nem ultrapassar as dificuldades decorrentes das limitações impostas a esta metodologia, que consiste na adoção de um mecanismo (embora complexo e sofisticado) de inferência lógica estendido à tarefa de inferência semântica.

Além desta crítica formal, a importante questão da inferência deverá enfrentar, tal como em nosso próximo capítulo, ainda outra, situada num patamar exclusivamente filosófico, qual seja aquela que emerge da análise da intencionalidade. Deter-nos-emos a seguir numa discussão, ainda que breve, das questões relacionadas com as limitações da manipulação simbólica enquanto descrição da realidade.

²² Um grafo é na verdade uma tripla ordenada (N, A, g) onde N é um conjunto não vazio de vértices (nós ou nodos), A é um conjunto de arestas e g uma função que associa a cada aresta a um par não ordenado (x, y) de vértices, que são denominados *extremos* de a . Irão representar relações entre as entidades, que são, no contexto desta aplicação, categorias sintáticas.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 2 - Manipulação Simbólica

2. 4. 3. - Limitações Formais da Manipulação Simbólica e o Problema da Não-Computabilidade

Iremos expor a seguir os fatores que limitam a manipulação simbólica à execução de um classe bem definida de algoritmos, mostrando que surgem dificuldades intransponíveis quando desejamos adotar a mesma como metodologia única de resolução de problemas. Para tanto basta apontar, como nos fez Penrose, que há problemas rebeldes ao tratamento computacional (*i. e.* algorítmico) e que portanto não podem ser reduzidos à manipulação simbólica. Em suas próprias palavras, “a ação apropriada do cérebro evoca a nossa percepção (*awareness*), mas esta ação física não pode nem mesmo ser apropriadamente simulada computacionalmente [Penrose, 1994: 35].²³ Ora, tal linha de argumentação é indubitavelmente forte, porque ao mostrar que um dado problema não pode ser solucionado através de um procedimento sistemático, então devemos concluir, *a fortiori*, que nosso entendimento não pode ser reduzido à manipulação simbólica.

As limitações decorrem de alguns fatos matemáticos bem estabelecidos. O primeiro é o problema da *aceitação*. Esta limitação decorre do fato que uma fita de *Turing* só pode conter cadeias de símbolos cuja interpretação pertença ao conjunto de estados assumíveis pela máquina. Explicitando melhor, diríamos que recaímos num problema de executabilidade, segundo o qual um dado algoritmo (*i. e.* a correspondente fita de *Turing*) só poderá conter instruções que representem estados internos válidos do processador no qual se pretende executá-lo. Instruções inválidas provocarão uma dentre as alternativas de comportamento para a máquina: quando receber uma fita inválida uma máquina de *Turing* poderá parar em um estado não final (terminação anormal) ou poderá não parar (prossequindo indefinidamente no processamento, sem produzir qualquer saída). Lembremos ao leitor que não se trata aqui (no caso real de execução) do erro trivial de sintaxe que consiste no emprego de símbolos não pertencentes ao alfabeto da máquina, mas sim de cadeias contendo combinações inválidas deste mesmo alfabeto, de modo que, ainda sintaticamente corretas, não conduzem a algo executável.²⁴ Ocorrendo esta hipótese diremos que ocorreu um erro de codificação do algoritmo.

O segundo fator de limitação é a computabilidade. É o problema da validação de um algoritmo correto (fazendo uma analogia com a lógica, um algoritmo correto é o equivalente lógico de uma proposição bem formada). Este fato estabelece (trata-se da *conjectura de Church-Turing*) que uma dada função número-teórica é computável por um algoritmo se e somente se existir uma máquina de Turing capaz de executá-lo. Este

²³ Penrose parece ter, propositadamente, evitado o emprego do termo filosófico *consciência*. Acredito contudo (é uma opinião pessoal) que o termo aqui parece próximo da designação da natureza do conjunto de experiências vividas, sendo portanto afim ao sentido da intencionalidade tal como encontramos em Husserl, no seu conceito de *percepção imanente* [Cf. Husserl, 1950].

²⁴ A formulação matemática rigorosa pode ser feita como se segue: Uma máquina de Turing *T* com alfabeto de fita *I* reconhece um subconjunto *S* de *I* se *T*, começando em alguma configuração inicial em uma fita contendo uma cadeia α de símbolos de entrada, pára em um estado final se e somente se $\alpha \in S$. Uma discussão detalhada para este e os demais fatos de limitação que citaremos pode ser encontrado no livro texto de Gersting [Gersting, 1993].

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 2 - Manipulação Simbólica

fato estabelece que há funções intratáveis, ou seja que não são passíveis de serem transformadas em algoritmos e conseqüentemente computadas. Veremos a seguir alguns dos problemas intratáveis por algoritmos.

A principal classe de problemas intratáveis são os denominados *problemas de decisão*. Esta classe de problemas busca saber se existe um algoritmo capaz de estabelecer se determinadas proposições de uma classe são ou não verdadeiras. Já aludimos ao décimo problema de Hilbert (cf. nota 2), que exemplifica bem o tipo de problema citado. Demonstrou-se nos anos 70 que *este problema é insolúvel*.

Outro problema de decisão importante diz respeito aos sistemas de lógica formal. Nestes sistemas algumas proposições bem formadas (cadeias de símbolos corretamente expressas) são consideradas axiomas e são invocadas *regras de inferência* para que se possa obter novas cadeias a partir das primeiras. Qualquer cadeia obtida por estas regras é denominada um *teorema*. O problema de decisão associado à lógica formal consiste em determinar se há um algoritmo para, dada uma determinada cadeia obtida na teoria, estabelecer se a mesma corresponde a um teorema válido ou não. Este problema é indecidível (ou seja não se pode afirmar se existe ou não tal algoritmo).

Ainda outro problema de decisão é o *problema da parada*. Este problema consiste em determinar se existe um algoritmo para decidir, dada uma máquina de Turing e uma cadeia válida, se a máquina de Turing, ao executar a cadeia, pára em algum momento de sua execução (parar significa executar corretamente o algoritmo, atingindo um estado final coerente). Este problema é insolúvel.²⁵

Prosseguindo na trilha do pensamento de Penrose, devemos, admite ele, ser compelidos a admitir que a mente consciente é capaz de alguma espécie de atividade *não-computacional*. Assim, a compreensão matemática consciente é “algo que não pode ser simulado computacionalmente” [Penrose, op. cit.: 36 ss]. Para demonstrar sua assertiva, Penrose nos mostra, no texto citado, um exemplo possível, no qual é feito um cálculo referente a uma proposição que conduz a uma situação de não-parada, que é reconhecida como tal por uma análise “semântica” do problema, embora não se possa encontrar, no procedimento de cálculo, nenhuma inferência direta deste fato. Em outras palavras, *o procedimento computacional seguido não é capaz de nos informar acerca da parada (ou não), sendo uma solução para o problema obtida por uma atividade cognoscente não-computacional*.

Devemos concluir então que a percepção matemática consciente do problema, que permite concluir pela sua não terminação é um tipo de conhecimento diferente daquele envolvido na simples computação e não pode ser emulado. O nosso conhecimento, em consonância com as teorias clássicas, parece conter (pelo menos) duas dimensões. Uma delas de manipulação simbólica, portanto computacional, e outra *heurística*, que conduz a outra natureza de juízo e que não é redutível à primeira.

²⁵ O leitor interessado poderá encontrar a demonstração do mesmo no texto de Gersting, já citado [Gersting, 1993].

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 2 - Manipulação Simbólica

Devemos encerrar o presente capítulo acreditando ter mostrado a irredutibilidade de pelo menos algum estado do pensamento cognitivo a um processo de manipulação simbólica. Isto ocorre por força de suas limitações, e por via de consequência vemo-nos compelidos a considerá-la tão somente uma *abordagem metodológica da resolução de problemas*, devendo ser empregada como ferramenta capaz de conduzir ao processamento automático, por ser passível de formalização. O corolário inevitável é que os sistemas de manipulação simbólica ficarão, *ipso facto*, limitados àquilo que são capazes de fazer pelo emprego dos métodos e técnicas dela derivados. Outras formas de abordagem da cognição devem ser cogitadas, ultrapassando com isto o escopo dos sistemas de inteligência artificial. Discutiremos um modelo alternativo, que envolve a questão da intencionalidade a seguir.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 3 - Intencionalidade

Capítulo 3: Intencionalidade

*I said it in Hebrew - I said it in Dutch
I said it in German and Greek:
But I wholly forgot (and it vexes me much)
That English is what you speak!*

Lewis Carroll: The Hunting of the Snark

Neste capítulo procuraremos introduzir a teoria da intencionalidade de Searle e estender (visto que este passo não foi dado explicitamente pelo autor no qual nos apoiamos) este aporte teórico à problemática da *IA*, notadamente naquilo que concerne ao problema da compreensão da linguagem natural, representada pelas dificuldades que apontamos relativamente à questão da inferência semântica. Conforme discutimos no capítulo anterior, a manipulação simbólica não é capaz, *per se*, de responder às muitas dúvidas que emergem. Introduzimos assim a intencionalidade, no sentido que lhe empresta Searle, como componente indispensável da cognição humana para a linguagem, ultrapassando assim os limites impostos pela manipulação simbólica.

Vale observar que no texto onde introduz sua teoria de Intencionalidade [Searle, 1983] Searle não discute a Inteligência Artificial. Entretanto, num texto posterior, este sim inteiramente dedicado à *IA* [Searle, 1990], o filósofo se utiliza, de maneira quase casual, dos conceitos que introduzira acerca da Intencionalidade. Coube ao nosso trabalho, na presente dissertação, efetuar a aplicação da teoria de intencionalidade de Searle na discussão do problema da compreensão da linguagem natural. Tal é, acreditamos, a principal contribuição que fazemos a esta importante discussão.

3. 1- Intencionalidade em Searle

Desde o ponto de vista da filosofia, o termo *intencionalidade* possui um histórico de significados que vale a pena repassar. O significado geral é o de “*referência* de um qualquer ato humano a um objeto diferente dele: por exemplo, de uma idéia ou representação à coisa pensada ou representada, de um ato de vontade ou de amor à coisa querida ou amada, etc...” [Abagnano, 1982: 548]. O termo penetra a teoria do conhecimento pela via do neoplatonismo árabe, quando tem por sentido aquilo que designa a relação entre o conhecimento e seu objeto. Na escolástica, com São Tomás, a intenção é “a semelhança da coisa pensada”, conforme encontramos na *Summa contra Gentiles*. Quando perde força a doutrina da espécie, que servia como intermediária entre o objeto e a cognição humana, combatida por Ockham, para quem se a espécie fosse o objeto imediato do conhecer, o conhecimento não seria conhecimento do objeto, mas da sua imagem, o conceito se torna, para este filósofo, uma *intentio* no sentido que o ato de conhecer se remete diretamente à coisa significada. Brentano empresta ao termo, no século XIX, novo significado, passando a considerá-lo como característica dos fenômenos psíquicos, que podem então ser classificados segundo a sua intencionalidade,

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 3 - Intencionalidade

ou seja, de sua referência ao objeto: na representação o objeto está simplesmente presente (ou seja trata-se de *por diante*, no sentido etimológico do termo); no juízo o objeto é afirmado ou negado, e no sentimento é amado ou odiado. Ainda segundo o filósofo, todos estes três atos se referem a um *objeto imanente*, mas sua intencionalidade, ou seja sua referência ao objeto é diferente para cada um deles [Brentano, 1874]. Encontramos outro filósofo de interesse que serviu-se do termo, inspirando-se em Brentano (de quem foi discípulo) em Husserl, que define a intencionalidade como a própria relação entre o sujeito e o objeto da consciência em geral. Citemos o filósofo da fenomenologia: “A característica das experiências vividas (*Erlebnisse*) que pode ser indicada deveras como o tema geral da fenomenologia orientada subjetivamente é a intencionalidade. Ela representa uma característica essencial da esfera das experiências vividas porquanto todas as experiências têm, de uma forma ou de outra, intencionalidade... A Intencionalidade é aquilo que caracteriza a consciência em sentido grave e concordante em indicar a corrente da experiência vivida como corrente de consciência e como unidade de consciência” [Husserl, 1950: I: 84].

Em todo o discorrer que se seguirá estaremos, contudo, seguindo as pegadas de Searle, conforme encontramos na sua obra “*Intentionality: An Essay in the Philosophy of Mind*” [Searle, 1983]. Vejamos a conceituação de intencionalidade que nos traz Searle. Para o filósofo de Berkeley, uma “formulação preliminar” do conceito de intencionalidade seria: “[A] Intencionalidade é aquela propriedade de muitos estados mentais e eventos pelos quais eles são direcionados para ou acerca dos objetos e estado de coisas no mundo” [Searle, 1983: 1]. Searle nos oferece, assim, um significado de direcionalidade para o conceito.¹ Está ciente da “longa tradição filosófica” que persegue o vocábulo, apontando para uma certa confusão nos significados estabelecidos pela tradição e deseja clarificar, o quanto possível, sua intenção do uso do termo.²

Inicia apontando uma característica importante da Intencionalidade: esta pode ser associada a somente alguns, e não todos, os estados mentais e eventos. Dentre estes, cita as crenças, temores, esperanças, desejos como possuidores de intencionalidade, enquanto que alguns estados de ansiedade, nervosismo e júbilo são não-intencionais. Um critério de distinção proposto implica sempre na existência de um “objeto de intenção” (o termo é nosso) para o estado intencional, do qual os estados não intencionais são desprovidos. Assim, crenças e desejos devem ser dirigidos a algo. Portanto, se um dado estado S é intencional deve ser possível formular (e responder) às questões: Acerca de que é S ? Em que consiste S ? De que trata S ?

¹ O leitor encontrará, segundo nossa leitura, uma inspiração clara de Searle em Meinong, na discussão que se seguirá acerca daquilo que denominamos *base pré-intencional (background)*, na análise da compreensão da linguagem natural. Este fato decorre, a nosso ver, da definição, no âmbito da importante *teoria do objeto* do filósofo austriaco, do objeto como *aquilo a que o ato mental se dirige* [Meinong, 1907]. Decorre daí a conceituação de intencionalidade, em Searle, como direcionalidade do ato intencional a um objeto. Um interessante estudo acerca das idéias do filósofo austriaco pode ser encontrado em Lenoci [Lenoci, 1972].

² O trocadilho fortuito (sentí-me compelido a dizer “não-intencional”!) é do próprio Searle, em seu texto original.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 3 - Intencionalidade

Contrariando a acepção Husserliana do termo (enfaticamente neste estágio), estabelece uma diferenciação entre intencionalidade e consciência. Para Searle, muitos estados conscientes não são intencionais (v. g. um sentimento súbito de júbilo), enquanto que muitos estados intencionais não são conscientes (v.g. posso possuir muitas crenças acerca das quais não estou pensando no momento e que podem passar despercebidas para sempre).

Ainda, intencionar e intenções são apenas instâncias da intencionalidade, sem nenhuma importância especial. A intencionalidade é uma *direcionalidade*: a intenção de fazer algo é apenas uma instância, entre outras possíveis.

Uma importante questão surge, no presente ponto da discussão: dado que a intencionalidade é uma direcionalidade a um dado objeto, qual a conexão entre um estado intencional e o objeto ou estado de coisas ao qual, num certo sentido, se dirige? Searle se socorre, neste ponto, de uma metáfora filosófica, à guisa de resposta. Um estado intencional *representa* um objeto ou um estado de coisas no mesmo sentido em que um ato de fala *representa* objetos ou estados de coisas. Chama-nos a atenção, contudo, para o fato que sua explicação não deve ser conduzida ao extremo de afirmar que a intencionalidade seja essencialmente e necessariamente linguística em sua natureza. Aliás, adianta uma afirmativa que é crucial para o racínio que desejamos empreender no restante do capítulo: *a linguagem é derivada da Intencionalidade e não vice-versa* [Searle, op. cit.: 5]. Destarte, para Searle é “didático” explicar a intencionalidade em termos da linguagem, mas a direção da análise lógica é inversa. É interessante excursionar pelo modelo proposto pelo filósofo, dos atos de fala para a intencionalidade, buscando elucidar os quatro pontos de similaridade/conexão entre os estados intencionais e os atos de fala, prosseguindo posteriormente para as possíveis aplicações da teoria, para que possamos prosseguir na linha de raciocínio que estamos pretendendo desenvolver.

Sempre segundo Searle, a distinção entre *conteúdo proposicional* e *força ilocucionária* pode ser estendida para os *estados intencionais*. Costumeiramente representamos a força ilocucionária de um enunciado como $F(p)$, onde F é a força e p o conteúdo proposicional. Analogamente podemos representar como $S(r)$ a intensidade de um estado intencional, sendo S o “modo” psicológico e r o conteúdo. Como exemplo, a expressão “*você sairá da sala*” pode ser enunciada como uma ordem, ou um pedido, ou uma previsão (se a pessoa se encontrar, por qualquer motivo, presa nela, por exemplo), ou um temor (quando se trata de uma pessoa violenta/perigosa) e podemos associar esta força com os respectivos estados intencionais de desejo (do acatamento), crença (no atendimento), esperança ou medo.

Prossegue Searle apontando que a distinção entre *diferentes direções de ajuste* (*directions of fit*), familiar na teoria dos atos de fala, pode igualmente ser estendida aos *estados intencionais*³. Devemos distinguir entre uma classe assertiva de atos de fala -

³ A expressão é de Searle, que indica para o leitor interessado numa discussão ampliada o texto “A taxonomy of illocutionary acts”, incluído no livro *Expression and Meaning* (Cambridge: Cambridge University Press, 1979 pp. 1-27).

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 3 - Intencionalidade

declarações, descrições, asserções, etc - e uma classe diretiva e comissiva que compreende as ordens, comandos, requisições, etc. A classe assertiva possui uma direção de ajuste *palavra* → *mundo*, enquanto que a outra possui uma direção de ajuste inversa *mundo* → *palavra*. Assim, se uma afirmação (classe assertiva) é verdadeira ou falsa, a falha se encontra nela, e não no mundo, enquanto que se uma ordem for desobedecida (classe diretiva) for desobedecida, em um certo sentido não há falha na ordem, mas sim nas circunstâncias do mundo que não se acomodaram a ela. Algo semelhante, aponta-nos Searle, ocorre com os estados intencionais. Se minhas crenças falham, são elas, e não o mundo, que estão em falta (e a situação pode ser remediada pela correção de minhas crenças). Mas se falho na consecução de minhas intenções ou se meus desejos não são satisfeitos, não posso remediar a situação pela modificação destes estados intencionais e a falha é do mundo em preenchê-los. Há neste caso uma direção de ajuste *mundo* → *mente*.

Uma terceira conexão apontada por Searle entre estados intencionais e atos de fala pode ser encontrada na constatação que, ao realizar um dado ato ilocucionário dotado de um conteúdo proposicional estamos ao mesmo tempo adicionando-lhe um dado estado intencional. Se faço a declaração que *p*, expresso uma expectativa que *p*. Se prometo que *A*, então exprimo minha intenção de perfazer *A*. Afirma o filósofo portanto que a enunciação de cada ato de fala é, para servir-nos de suas próprias palavras, *eo ipso* uma expressão do estado intencional correspondente.

Outra importante similitude apontada por Searle entre atos de fala e estados intencionais diz respeito à noção daquilo que ele denomina *condições de satisfação*, que se aplicam igualmente aos dois conceitos. A condição de satisfação aplicada aos atos de fala é tal que uma dada afirmação é satisfeita se e somente se for verdadeira; uma ordem é satisfeita se e somente se for cumprida, etc. Encontramos a mesma idéia aplicada aos estados intencionais como se segue: minhas intenções, para ficarmos com um único exemplo, serão satisfeitas se e somente se forem materializadas. Há assim um perfeito paralelismo entre os dois conceitos, que parecem ser sempre aplicáveis quando existir uma direção de ajuste. Conclui portanto Searle afirmando que “*para cada ato de fala que possui uma direcionalidade [de ajuste] este será satisfeito se e somente se o estado psicológico expresso for satisfeito, e as condições de satisfação do ato de fala e do estado psicológico correspondente são idênticas*” [Searle, op. cit.: 10-11, em itálico no texto].

Toda a discussão acima tem o propósito de, através de um modelo familiar, qual seja o dos atos de fala, fundamentar a definição de intencionalidade que Searle nos oferece. Para ele é possível, após a formulação do modelo, esclarecer o conceito. Assim, um dado estado intencional consiste de um conteúdo representativo num certo modo psicológico. Searle está consciente da dificuldade do emprego preciso do termo *representação* (carregado, também ele, de uma tradição filosófica anterior bastante extensa) e quer deixar claro que seu emprego difere “quer de seu uso na filosofia tradicional, quer de seu uso na psicologia cognitiva contemporânea e da inteligência

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 3 - Intencionalidade

artificial” [Searle, op. cit.: 11] ⁴. O significado de “representação” se esgota, para o filósofo, inteiramente na analogia do estado intencional com o ato de fala, tal como já assinalamos anteriormente (e também ele).

Vemo-nos agora na necessidade de apresentar uma extensão da teoria da intencionalidade de Searle que nos aproxime de nosso objetivo. Inicialmente gostaríamos de acentuar que a principal idéia que ancora o conceito de intencionalidade em Searle consiste na direcionalidade: o estado intencional sempre remete a algo. Esta conceituação de um estado psicológico intencional permite efetuar uma importante analogia entre a percepção e a ação, que pode ser exposta por meio de um exemplo simples. Como podemos distinguir entre uma alucinação e a realidade? Numa miragem, por exemplo, tenho a percepção visual de um objeto (por exemplo um oásis), mas esta percepção não é causada pela presença real do objeto e portanto uma direcionalidade efetiva (que poderá conduzir à necessidade de satisfazer uma intenção materializada, por exemplo “beber da água da fonte do oásis”) com este objeto de sonho não será possível. Existe pois entre a percepção de um objeto real e uma alucinação a mesma relação que permeia um ato intencional bem sucedido e outro que falha.

Por outro lado (e este fio condutor nos levará às secções seguintes) um estado intencional apenas determina suas condições de satisfação, prossegue Searle, levando-se em conta sua posição numa rede (*network*) de outros estados intencionais e contra um fundo (*background* → *base pré-intencional*) de experiências e pressuposições de caráter não-intencional que não são em si próprias nem estados intencionais nem partes das condições mesmas de satisfação destes estados. Suponha - diz Searle - que Jimmy Carter consignou, num dado momento, o desejo de concorrer à presidência dos EUA. E raciocinando segundo as teorias “prediletas” da ontologia do mental, suponhamos que quando ele tomou esta decisão, configurando assim um estado intencional decorrente, seu cérebro assumiu uma dada configuração neuronal. Prosseguindo com nosso raciocínio, imaginemos que esta mesma configuração neuronal se instalasse no cérebro de um homem das cavernas, de milhares de anos atrás. Embora as configurações cerebrais sejam idênticas para os dois, o desejo do homem pré-histórico não poderia ser o mesmo de Carter, porque, evidentemente as circunstâncias são inteiramente diversas. O que se pode concluir desta constatação? O desejo de Carter foi elaborado com base em uma rede de outros estados intencionais que tornam plausíveis o(s) estado(s) intencional(is) decorrente(s), que não se encontravam presentes, sem embargo, no homem das cavernas. É portanto - conclui Searle - esta rede de estados (à qual chamaremos posteriormente de rede intencional, retornando a ela na secção 3.3), relacionada com um conjunto de informações que formam um contexto pré-intencional, ou não-intencional (o *background*, ao qual denominamos *base pré-intencional* e ao qual voltaremos, igualmente, mais adiante) que conduz ao reconhecimento de um conjunto de condições de satisfação do estado intencional construído que podem produzir sua finalização (possível) no caso de Carter e totalmente impossível no caso de nosso homem

⁴ Searle faz questão de frizar que não emprega o termo no sentido de “imagem”, “como quer a filosofia clássica, nem de “significado” como no *Tractatus* de Wittgenstein. Já no ponto de vista da inteligência artificial, *representação* é usualmente empregado para indicar uma dada estrutura formal capaz de conter um dado conteúdo informacional.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 3 - Intencionalidade

primitivo. Searle está, deste modo, a fazer duas afirmações importantes. A primeira delas consiste em dizer que estados intencionais particulares são em geral partes constituintes de uma *rede de estados intencionais* e que somente podem ter suas condições de satisfação explicitadas com base na posição destes estados relativamente à rede da qual são integrantes. A segunda consiste em constatar que em adição a esta rede de estados intencionais, as representações que fazemos apenas operam e os estados intencionais possuem as condições de satisfação que possuem senão quando confrontados com um fundo de capacidades mentais não-representacionais, às quais Searle denomina *base pré-intencional (background)*.

Prosseguiremos efetuando uma discussão, à luz das idéias de Searle, cujo objetivo é refutar as concepções reducionistas à respeito das relações entre cérebro e mente, atualmente em voga, que constituem, a nosso ver, o embasamento filosófico da hipótese de manipulação simbólica.

3. 2- O problema Cérebro-Mente e a teoria de Intencionalidade de Searle

A posição de Searle, que ele admite ser denominada de “naturalismo biológico” consiste em reconhecer que há fenômenos “intrinsecamente mentais”, que não são redutíveis a qualquer outra atividade ou mesmo redefiníveis em outros termos [Searle, op. cit.: 262]. O naturalismo biológico irá pois caracterizar-se pelo reconhecimento que os estados mentais são tão reais quanto quaisquer outros fenômenos biológicos, sendo causados por fenômenos biológicos e dando origem, de sua parte, a outros fenômenos biológicos. Assim, escreve o filósofo, “os estados mentais são *causados* por operações no cérebro e *realizados* (*i. e. tornados reais*) na estrutura do cérebro (e no sistema nervoso central)” [Searle, op. cit.: 265].

Quando dizemos aqui “realizados”, devemos, sem embargo, conceder que um dado estado mental, caracterizado por uma *intenção em ação* (por exemplo, pegar um dado objeto) exige uma relação *causal* entre o estado mental (o ato intencional) e sua operacionalização, através dos necessários movimentos da mão. Esta dificuldade - ou seja a causalidade entre o ato físico e o ato intencional - deve ser explicada pela teoria avançada por Searle.

Para o filósofo, admitindo-se o dualismo entre cérebro e mente, permanecemos com uma descrição ininteligível da causalidade, tal como apontada no parágrafo anterior, ou seja aquilo que poderíamos denominar “aporia Cartesiana”. Devemos pois abandonar a idéia de uma eficácia causal para o mental e adotar uma “tese de identidade” para os aspectos mentais dos eventos psico-físicos. De acordo com esta proposta, os fenômenos psico-físicos podem ser explicados enquanto causa e realização de estados mentais pelo reconhecimento que se trata de diferentes níveis de descrição de uma mesma coisa.

Searle nos oferece neste ponto um interessante exemplo, o qual julgamos oportuno reproduzir, para melhor esclarecer sua proposta. Considere, aponta-nos ele, a relação das propriedades líquidas da água com relação ao comportamento individual das

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 3 - Intencionalidade

moléculas. Não se pode dizer de nenhuma molécula individual que está “molhada”, mas podemos dizer tanto que as propriedades líquidas da água são causadas pelo comportamento molecular e são realizadas na coleção de moléculas. A causa pode ser encontrada, por exemplo, no estado de agitação térmica das moléculas, que irá determinar o estado macroscópico da amostra. A realização das propriedades pode ser verificada pelo fato que, quando descrevemos a amostra como um “líquido”, estamos efetuando uma descrição a um nível que ultrapassa aquele do comportamento de uma molécula individual. São portanto, níveis diferentes de descrição de um mesmo objeto.⁵

Resta ainda uma dificuldade adicional, porque, conforme já apontamos, a intencionalidade deve materializar-se, ou seja funcionar com causalidade. A pergunta que Searle deve responder é: admitindo-se que os estados intencionais podem, eles mesmos, ser causados e realizados na estrutura do cérebro, como pode a Intencionalidade ter eficácia causal? Tal como anteriormente, aponta-nos o filósofo para diferentes níveis de descrição, onde os fenômenos, em cada um dos níveis, operem casualmente. Apresentamos então a resposta na forma de um diagrama, que reproduziremos a seguir.

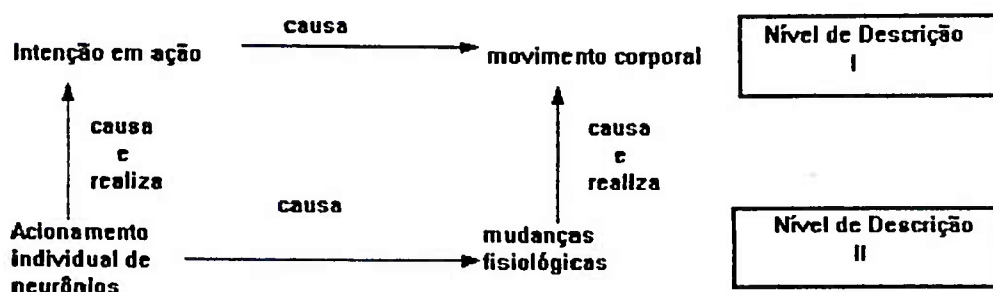


Fig. 3. 1 - Diagrama de Searle para a causalidade da Intencionalidade

Segundo o filósofo, é necessário observar que no micronível a intencionalidade em ação é causada e realizada através de processos neuronais, sendo o resultante

⁵ A idéia de Searle é extremamente interessante e frutífera, podendo ser estendida a outras propriedades físicas da matéria. A resistência elétrica, por exemplo, é uma propriedade *macroscópica*, dependente da rede cristalina do metal em questão, (cujas configurações dependem, sobretudo da temperatura termodinâmica da amostra), não sendo definida ao nível atômico. Obtemos assim diferentes descrições para um mesmo objeto, dependendo do enfoque desejado. Se bem interpretamos Searle, devemos distinguir, para o cérebro, o nível “molecular”, que é por exemplo o domínio da neurociência, e o nível macroscópico, onde prevalece a filosofia da mente. Tais domínios conduzem a descrições diferentes e muitos dos conflitos de interpretação que emergem decorrem do não reconhecimento destes níveis distintos de descrição fenomênica.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 3 - Intencionalidade

movimento do corpo causado e realizado pelos processos fisiológicos resultantes. É mais evidente a proposta, se pensarmos no sentido inverso das percepções, onde o resultado da interação material com objetos exteriores é inteiramente processado no cérebro, daí advindo, eventualmente, outras ações psico-físicas.

Analisando o modelo proposto, Lacoste nos assinala, com bastante propriedade, que não devemos, no caso do exemplo das moléculas, considerar serem elas próprias líquidas, nem que “o estado líquido, enquanto tal, em sua escala, seja uma ilusão”. Do mesmo modo, prossegue, “os estados intencionais conscientes explicam-se pelos mecanismos químicos e elétricos do cérebro, em nível microscópico, sem cessar de existir enquanto tal em seu nível” (o nível da percepção e da cognição, diríamos) [Lacoste, 1992: 106-107].

Ora, aspectos filosóficos à parte, poderíamos dizer que em uma grande medida a prática corrente da pesquisa em IA manteve a dualidade cartesiana como um pressuposto, atacando os problemas decorrentes desde uma postura funcionalista. Diríamos que a pesquisa clássica na IA decidiu-se por abordar os problemas cognitivos a partir de uma visão macroscópica do cérebro, preocupando-se assim com os aspectos formais do pensamento e de nossa capacidade de resolução de problemas, enquanto que a nova vertente, que lida apropriadamente com o conceito de “ciência cognitiva” e adota um paradigma baseado no processamento paralelo de informações e a simulação baseada em “redes neurais” adota uma visão microscópica, inspirada em grande parte pela neurociência, buscando desvendar os segredos de nossa cognição a partir de suas entidades constituintes mais fundamentais.

Podemos encontrar pois, neste mesmo dualismo, a origem das dificuldades interpostas no caminho da pesquisa em IA, visto podermos concluir, dado um modelo tal como o apresentado por Searle, que a resposta se encontra, com muito maior probabilidade de acerto (embora seja, no atual estado da arte, uma questão indecível) na direção apontada por uma abordagem holística, para nos servirmos de um termo que foi utilizado pelo próprio filósofo [Searle, 1983, p. 21, 55, 65, 200]. O dualismo cartesiano conduziu a uma visão, muito arraigada, de uma possível analogia estreita entre o cérebro e o computador digital, com resultados práticos até o momento que não permitem visualizar um desfecho conclusivo.

Iremos apresentar na próxima seção a interessante argumentação de Searle contra a idéia que o espírito humano se reduz simplesmente a processos formais ou sintáticos, que acrescentaremos aos argumentos já desenvolvidos no capítulo anterior contra a hipótese do sistema de manipulação simbólica como modelo cognitivo. É interessante, de qualquer modo, lembrar, tal como fizemos no capítulo 1, que encontramos já em Leibniz o cerne da linha de argumentação que pretendemos desenvolver. Interpretando o pensamento do filósofo de Hamburgo, diríamos que a “substância” a qual alude é o conteúdo semântico do pensamento humano, fruto, conforme pretendemos mostrar, de nossa intencionalidade e que portanto é uma propriedade inerente ao nosso aparato cognitivo, não sendo passível de identificação pela simples “dissecação” de seus constituintes materiais [cf. cap 1, p. 29].

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 3 - Intencionalidade

3. 3- Intencionalidade e Inferência Semântica

A hipótese de um sistema de manipulação simbólica, tal como será entendida e criticada por Searle, consiste em afirmar que “um computador apropriadamente programado possui literalmente estados cognitivos e que os programas explicam, por via de consequência, a cognição humana” [Searle, 1990: 67].

Conforme já explicitamos em várias outras passagens, pretendemos ultrapassar esta crítica, demonstrando que a manipulação simbólica, tal como ocorre num computador digital, não é capaz de emular todos os nossos estados cognitivos. Para tanto mostraremos, no tópico seguinte, que há importantes componentes da teoria da intencionalidade segundo Searle, quais sejam a rede e a base pré-intencional, que são parte integrante de nosso aparato de cognição e que surgem como elementos não-simbólicos, a compor o complexo quadro do entendimento.

A crítica de Searle, embora dirigida especificamente à pretensão expressa em sua citação, pode, sem qualquer dúvida, ser estendida à nossa afirmativa e sua argumentação é do maior interesse, justificando plenamente sua inclusão no presente ponto de nossa dissertação.

Conforme aponta Searle, sua crítica se dirige especificamente a determinados programas da inteligência artificial clássica, tais como o desenvolvido por Roger Schank e colaboradores, na Universidade de Yale [Schank/Abelson 1977], ou o programa denominado *SHRDLU* desenvolvido por Winograd [Winograd, 1973], e o famoso programa de diálogo psicanalista *ELISA*, desenvolvido por Weizenbaum [Weizenbaum, 1965] e pode ser estendido, conforme assinala, a “qualquer simulação em Máquina de Turing dos fenômenos mentais humanos” [Searle, op. cit.: 67].

Interessa-nos aqui mais de perto (e também a Searle) examinar com maior vagar o trabalho de Roger Schank, que visa emular a compreensão de uma estória e demonstrar a compreensão obtida, respondendo, de forma coerente, à perguntas de interpretação da mesma. Tecnicamente este programa se enquadra na relação daqueles que procuram emular a capacidade humana de inferir, de um texto dado, informações que não estão diretamente contidas em sua formulação, assunto do qual já tratamos no capítulo anterior e ao qual denominamos, para fins de nosso presente estudo, de **inferência semântica**, estando, por via de consequência, inteiramente vinculado ao problema do processamento da linguagem natural.

A estória que Searle usa como exemplo já foi citada por nós (veja-se a nota 9 do capítulo 1) e trata de um homem que vai a um restaurante, comer um hambúrguer. Os quesitos de interpretação que são formulados para o programa responder ultrapassam o escopo direto do mesmo, conduzindo então à cristalização das seguintes premissas, que vão além de simplesmente simular um comportamento [Searle, op. cit.: 68]:

- **Pode-se atribuir ao sistema, literalmente, a capacidade de *compreensão* da estória e o provimento das respostas às perguntas feitas; (1)**

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 3 - Intencionalidade

- A máquina e seu programa *explicam* a habilidade humana de compreender a estória e responder a perguntas sobre ela. (2)

Para Searle, as premissas citadas podem ser contestadas pela proposta de um *Gedankenexperiment* (*experiência mental*), atualmente já famoso, conhecido como “sala chinesa” e que passaremos a detalhar, citando Seale *in extenso*, de modo a evitar quaisquer ambigüidades (exceção feita a eventuais deslizes na tradução do texto, que é de nossa responsabilidade). Diz o filósofo: “Suponha que eu esteja trancado em uma sala e de posse de uma certa quantidade de material escrito em chinês. Suponha ainda mais (e é na verdade o caso) que eu não saiba chinês, quer escrito quer falado, e que não confie nem mesmo na minha capacidade de reconhecer como tal a escrita chinesa, em oposição a caracteres japoneses ou rabiscos sem significado. Para mim esta escrita é totalmente destituída de significado. Suponha ademais que em acréscimo a este primeiro lote de escrita chinesa eu receba um segundo, também versado em caracteres chineses, juntamente com um conjunto de regras para correlacionar este segundo lote com o primeiro. Tais regras estão na minha língua natal e sou perfeitamente capaz de compreendê-las, tão bem quanto qualquer outro nativo. Elas me permitem correlacionar um conjunto de símbolos formais com o outro conjunto de símbolos formais, e tudo o que “formal” quer dizer aqui é que sou capaz de identificar os símbolos inteiramente por sua constituição. Suponha então agora que me seja entregue um terceiro lote de escrita chinesa juntamente com novas instruções, novamente em Inglês, que permitam-me correlacionar elementos deste terceiro lote com os dois primeiros, e que estas regras me instruem acerca de como retornar certos caracteres chineses, com formatos determinados, em resposta a alguns outros formatos contidos no terceiro lote. De uma modo desconhecido para mim, as pessoas que estão me entregando o material denominam o primeiro lote um “roteiro”⁶, o segundo “estória” e o terceiro “perguntas”. Ademais denominam ao símbolos que lhes forneço como resposta ao terceiro lote “respostas às questões”, e ao conjunto de instruções em Inglês que me é fornecido “programa”.⁷ Agora, para complicar a coisa um pouco mais, imagine que estas pessoas

⁶ Estamos adotando o termo “roteiro” como tradução de *script*, que aparece entre aspas no texto. É de notar que algumas linguagens de programação denominam seus programas *scripts*. Entretanto, é no contexto do trabalho de Schank que este termo deve ser entendido, e significa aqui portanto uma representação, num dado esquema formal, de uma base de conhecimentos adicional necessária para um posterior tratamento dos dados de entrada recebidos. Trata-se portanto de um **mecanismo inferencial**, que deve ser acionado para obter as respostas pretendidas. No capítulo anterior mostramos esquematicamente a construção de um tal mecanismo [Antonacci/Calamani, 1992: 333-345]. No caso do problema do sanduíche (estamos fazendo uma simplificação, apenas para ilustração do leitor) esta base de conhecimentos (que deverá ser instanciada para cada estória em particular) poderia incluir uma cláusula *PROLOG* do tipo **recebe**(Garção, gorjeta) :- **satisfeito**(Cliente). Para casos mais complexos, a lógica modal ou a lógica difusa (*fuzzy logic*) poderia vir a ser empregada. Remetemos o leitor ao trabalho de Schank para um detalhamento específico do problema.

⁷ A analogia proposta por Searle se reporta exatamente ao *modus operandi* do programa proposto por Schank. Assim, vemos que a pessoa trancada na sala deverá, com base nas instruções recebidas em Inglês (o “programa”), correlacionar a base de informações adicional fornecida (cumprindo o “*script*”) com a estória, visando responder às questões formuladas. Teríamos assim um esquema de processamento, configurado no diagrama a seguir:

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 3 - Intencionalidade

me entregam histórias versadas em Inglês, que sou capaz de entender, e fazem-me perguntas acerca destas histórias, às quais respondo, igualmente, em Inglês. Suponha ainda que depois de algum tempo torno-me tão hábil em seguir as instruções de manipulação dos caracteres chineses que do ponto de vista externo - isto é, do ponto de vista de alguém fora da sala na qual me encontro trancado - minhas respostas para as questões são absolutamente indistinguíveis daquelas enunciadas por falantes chineses. Ninguém, à simples vista de minhas respostas, poderá dizer que não falo uma única palavra de Chinês. Suponha igualmente que minhas respostas às perguntas em Inglês são, como não poderia deixar de ser, indistinguíveis daquelas produzidas por outros falantes nativos de Inglês, pelo motivo que sou um deles. Para um observador externo, as respostas às questões em Chinês e àquelas em Inglês que forneço são igualmente boas. Mas, no caso do Chinês, meu comportamento é semelhante ao do computador - perfaço operações computacionais sobre elementos formalmente especificados. Para os propósitos do Chinês, represento simplesmente uma instância do programa de computador” [Searle, op. cit.: 68-69]. Searle retorna agora às premissas (1) e (2), contra-argumentando como se segue: com relação à primeira, a manipulação simbólica que produziu as respostas em chinês não implica em nenhum entendimento. A única ação que podemos identificar consiste no cumprimento das instruções contidas no programa, e no funcionamento de seu mecanismo inferencial na obtenção das respostas. Evidentemente não houve compreensão, no sentido da internalização do verdadeiro significado quer do conteúdo, quer das perguntas, quer das respostas.⁸ Observa-se aqui a ocorrência de algo semelhante à disciplina militar: cabe obedecer às ordens, e não “interpretá-las”. Para a execução das instruções basta apenas compreender seu enunciado, e não o seu significado interno, que foi atribuído no momento de sua formulação (novamente recorremos aqui à figura do metaconhecimento, já citado). A



Fig. 3.2 - Diagrama da Sala Chinesa de Searle

⁸ Um exemplo mais simples pode confirmar a linha de argumentação de Searle. Um estudante do primeiro grau, capaz de dominar as quatro operações aritméticas, poderá ser conduzido, mediante instruções adequadas, a resolver, por exemplo, pelo emprego de métodos numéricos, equações diferenciais parciais que descrevem fenômenos físicos abstratos, obtendo o resultado correto (que só depende de operações aritméticas), sem contextualizar quer o problema, quer o significado das respostas obtidas.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 3 - Intencionalidade

grande conclusão que podemos tirar desta argumentação é o fato que *manipulação simbólica não implica em entendimento*.

Com relação à segunda premissa, aquela que afirma ser a máquina e seu programa uma explicação da compreensão humana, premissa esta derivada do argumento que quando eu demonstro ter entendido uma história faço exatamente aquilo que o computador está fazendo - em outras palavras, executo um algoritmo interno em tudo semelhante àquele entregue ao computador, obtendo, *en passant*, as mesmas respostas - , a argumentação de Searle consiste em mostrar que o computador está simplesmente *operacionalizando* - i. e. operando segundo um conjunto de instruções, não havendo portanto nenhum entendimento envolvido. Este fato é irretorquível, baseando-se no argumento que, no caso dos caracteres chineses, uma história foi (teria ?) sido contada, perguntas foram feitas, respostas (corretas) foram obtidas, e Searle em pessoa, que se encontrava preso na sala, continua no mais completo desconhecimento do teor quer da história, quer das perguntas, quer das respostas, não tendo para ele trazido qualquer benefício o fato de ter manipulado corretamente os dados recebidos.

Escapou a Searle (ao menos neste contexto) uma constatação, que pretendemos adiantar: reciprocamente, o entendimento não se reduz, também ele, à manipulação simbólica. A explicação que nos ocorre, utilizando-nos da sua teoria de intencionalidade, consiste em mostrar que o entendimento se dá através da manipulação simbólica (nosso raciocínio lógico-formal) e por atos intencionais, permeados da influência da rede na qual se engendram e são fundamentados num cenário não-intencional pré existente, que consiste da soma de nossa experiência vivencial e ao qual Searle denominou background, assunto de nossa próxima seção.

3. 4- Rede e Base Pré-Intencional ⁹

Já tivemos oportunidade de salientar que a principal característica do conceito de Intencionalidade em Searle consiste em sua *direcionalidade*, ou seja o estado intencional, para ser reconhecido como tal, deve possuir uma direção de ajuste que determina suas condições de satisfação.

Procuraremos a seguir mostrar como dois importantes conceitos introduzidos pelo filósofo, que vêm a constituir-se em pré-condições de existência de um estado intencional, a saber: a *rede de estados intencionais (network)* e a *base pré-intencional (background)*, que representam importante papel na compreensão da linguagem natural, ultrapassando inteiramente o nível da manipulação simbólica e possuem, por via de consequência, grande força argumentativa na refutação da hipótese do sistema de símbolos em inteligência artificial. ¹⁰

⁹ O termo empregado pelo autor no original é *network*. Tal como no caso seguinte (*background*) procuramos obter uma tradução para o vernáculo capaz de capturar o sentido que se deseja, desde uma visão filosófica do problema.

¹⁰ Devemos assinalar, em benefício da verdade e visando preservar a originalidade de nosso trabalho, que esta extensão dos conceitos de *rede* e base pré-intencional à refutação da hipótese do sistema de

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 3 - Intencionalidade

Para Searle, um dado estado intencional ¹¹ não opera em modo “independente ou atomístico”, porque um dado estado intencional possui seu conteúdo e determina suas condições de satisfação “apenas em relação com outros numerosos estados intencionais” [Searle, op. cit.: 141].

Sempre segundo sua linha de argumentação, se me disponho, por exemplo, a elaborar (como no caso presente) uma dissertação de mestrado, é necessário acreditar na sua importância no contexto de uma carreira universitária, na sua repercussão para minha formação pessoal, na contribuição cultural que tal fato pode trazer para minha comunidade intelectual, etc, que formam um tecido de estados intencionais que justificam minha intenção, a qual, por certo, não se materializaria na ausência dos mesmos.

Portanto, um dado estado intencional sempre se refere a um conjunto de outros estados, de modo que encontra sua “*raison d’être*” e se caracteriza como tal somente como parte integrante e em relação a um conjunto, ao qual Searle denomina “rede de estados intencionais”, ou *network*, que vem a constituir-se em um contexto holístico, que confere ao estado em questão seu estatuto ontológico.

Searle assinala, em prosseguimento de sua exposição, a impossibilidade de seguirmos literalmente todos os “fios” da teia que forma a interconexão associada a um dado estado intencional, e isto ocorre, conforme nos mostra, por uma diversidade de fatores.

Inicialmente devemos reconhecer a dificuldade de elencar, de forma completa, todos os constituintes de um dado estado; por outro lado alguns destes estados não se individualizam; e ainda, grande parte da rede está submersa em nosso inconsciente e não sabemos exatamente como fazê-la emergir apropriadamente.

Chegados a este estágio da argumentação, queremos crer que identificar a importância da rede como parte integrante do mecanismo humano de inferência semântica é tarefa fácil.

A interconexão dos estados intencionais (rede) pode ser apresentada, a esta altura, como a contextualização específica de um dado estado intencional e vem a constituir-se na “base de dados” na qual baseamos nossas inferências.

Esta colocação pode explicar, em grande parte, a dificuldade da formulação simbólica de uma base de dados capaz de apoiar, de forma eficiente, um mecanismo

símbolos como único mecanismo de cognição não foi explicitada por Searle, tendo sido vislumbrada por nós sua força argumentativa nos moldes que apresentaremos no desenrolar do tópico.

¹¹ Conforme ele próprio assinala, são considerados como tais as percepções, crenças, desejos, e intenções. Searle adianta ainda (prevendo talvez uma possível linha de contra-argumentação) que deverá haver estados intencionais biologicamente primitivos (os assim chamados “instintos”, diríamos nós) que podem prescindir quer do mecanismo de rede, quer da base pré-intencional (cf. Searle, op. cit.: 141)

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 3 - Intencionalidade

inferencial artificial, justamente pela impossibilidade, apontada por Searle, de percorrer de todos os fios que são partes constituintes do tecido interconectado que se relaciona com o estado intencional sob análise.

Devemos reportar-nos aqui novamente à hipótese de *metaconhecimento*, à qual já aludimos anteriormente. Não sabemos reconhecer e elencar, ao certo, todos os elementos constituintes de uma dada rede de estados intencionais que se associa a um dado contexto - em outras palavras, não sabemos como formular, com precisão, uma teoria da inferência semântica do intelecto humano, o que dificulta sua transposição para o nível simbólico.

Tendo apresentado o conceito de rede e sua relação com a refutação da hipótese do sistema de símbolos, prosseguiremos apresentando a base pré-intencional, sua relevância na compreensão da linguagem natural e sua inserção na linha de argumentação que estamos perseguindo.

Searle conceitua a *base pré-intencional* como “o conjunto de capacidades mentais não-representacionais que tornam possível a representação” [Searle, op. cit.: 143]. Portanto esta base é condição de possibilidade de existência de um dado estado intencional, já que “os estados intencionais apenas possuem as condições de satisfação que apresentam, e portanto se caracterizam como tais, em presença de uma base pré-intencional de habilidades, que não são, eles mesmos, estados intencionais” [Searle, id.: 143].

A base pré-intencional, tal como seu nome nos sugere em sua fundamentação filosófica, é o conjunto de informações e capacidades mentais que precedem a elaboração de um estado intencional, tornando-o possível. Reciprocamente, não poderíamos formular um dado estado intencional acerca do qual nos faltasse, como pré-requisito indispensável, a necessária *base pré-intencional*.

Searle nos mostra que possuímos alguns níveis diversificados, nos quais se estratifica esta *base pré-intencional*. O primeiro deles, ao qual denomina “profundo” (*deep background*) é um conjunto de habilidades que se encontra em modo inerente à nossa própria constituição biológica, decorrente, diríamos, de nossa interação direta com o real, e que inclui itens tais como o locomover-se, o comer, segurar objetos, reconhecê-los, e algumas instâncias pré-intencionais que nos permitem fazer, por exemplo, avaliações acerca da solidez de alguns objetos, da existência independente de outros objetos e seres, etc.¹² Este nível seria uma espécie de herança comum ao nosso

¹² O leitor pode sentir-se compelido aqui a mostrar que uma possível origem desta idéia se encontra em Hume. De fato, para o filósofo empirista escocês, o pensar seria um “copiar compondo”, no dizer poético de Labruno [Labruno, 1994:216 ss]. Assim, nosso pensamento opera através de conexões, a partir de nossa percepção sensorial. Segundo Hume, os mecanismos que estabelecem as ligações são a semelhança, a contigüidade e a relação de causa e efeito: viste ouro; subiste uma montanha; logo sabeis porque sonhastes com uma montanha de ouro, ensina o filósofo. A contigüidade em Hume, contudo, é discreta ou “atomística”, no sentido em que os objetos são percebidos e associados sem causalidade. Diferentemente, para Searle (e neste ponto permitimo-nos aproximá-lo de Meinong, conforme já observamos), a causalidade se encontra “embutida” em seu conceito de intencionalidade, devido à sua

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 3 - Intencionalidade

aparato cognitivo, ou seja uma visão do real composta pelas múltiplas associações pelas quais nosso pensamento opera. O outro nível, ao qual Searle denomina “local”, é fruto, conforme se verifica, de uma herança cultural, portanto localizada, e inclui nosso relacionamento com objetos que nos cercam e nossa interação com determinadas situações, tais como abrir portas, beber líquidos engarrafados ou em latas, conviver com automóveis, refrigeradores, o dinheiro ou eventos sociais, que provocam predisposições “não-intencionais” [apud Searle, op. cit.: 143-144].

Mostraremos a seguir como a hipótese da *base pré-intencional* se relaciona com a compreensão da linguagem natural, relacionamento este que tanto lhe serve de suporte de formulação (conforme faz Searle) quanto pode ser estendida à crítica à hipótese de manipulação simbólica (conforme a extensão da mesma que estamos propondo).

Para o filósofo americano, a hipótese de existência da *base pré-intencional* não pode ser colocada inequivocamente como uma questão empírica. Contudo há fortes evidências que apoiam sua proposição, principalmente cotejando-a com a compreensão da linguagem natural. Esta é a trilha seguida por Searle, que desejamos ampliar, mostrando como a própria compreensão da linguagem natural, além de servir como suporte de sua hipótese de *base pré-intencional*, se situa mais além da manipulação simbólica e vem a se constituir no principal obstáculo à construção de um sistema artificial capaz de exibir esta mesma habilidade de comportamento.

Em outras palavras, é a constituição dos vínculos que caracterizam a rede e o elaborado mecanismo psíquico que abriga toda a base de conhecimento acumulativa (a *base pré-intencional*) que possibilita a compreensão da linguagem natural, vindo a constituir-se na intencionalidade.¹³ No tratamento destas questões, que claramente não estão ao alcance de métodos sistemáticos, é que têm naufragado os esforços de quantos se aventuraram a elaborar os sistemas de processamento de linguagem natural através do emprego de computadores, fazendo com que o grau de sucesso que tem sido obtido nestas tentativas esteja bem aquém das expectativas (e acrescentaríamos que o reconhecimento destas premissas deveria encorajar pesquisadores a olhar, com modéstia, em direções alternativas para lograr obter resultados mais animadores).

direcionalidade a um objeto. Neste contexto, as idéias são, portanto, desenvolvidas por associações sucessivas, que só se tornam possíveis devido à existência desta “base pré-intencional” postulada pelo filósofo de Berkeley.

¹³ É neste sentido amplo que julgo ser possível aproximar o conceito de intencionalidade em Searle do sentido do mesmo termo tal como utilizado por Husserl, para quem a conexão entre o pensamento e o que é pensado, por ele definido como “correlação noético-noemática” é a intencionalidade em si. Esta correlação, que se dirige do sujeito ao real e aos objetos do mundo vem se constituir, para nós, em pré-condição essencial para a compreensão da linguagem natural. Conforme bem observou N. Depraz, nas “Idéias Diretoras...” Husserl desenvolve as estruturas noético-noemáticas da consciência, sempre seguindo o fio condutor da percepção, mas convocando (diríamos nós melhor - incluindo, como constituinte deste mesmo base pré-intencional) a lembrança e a imaginação [cf. Husserl, 1950, apud Depraz, 1994].

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 3 - Intencionalidade

A compreensão da linguagem natural possui três conteúdos distintos e complementares. O primeiro é o conteúdo literal, o segundo o conteúdo semântico e o terceiro, o conteúdo metafórico. Passemos a analisá-los com maior vagar.

O conteúdo literal é puramente sintático e portanto seu grau de entendimento (diríamos seu conteúdo informacional) é superficial. Neste nível o processamento da linguagem pode ser feito (e tem sido) de modo totalmente algorítmico. De fato, uma linguagem pode ser definida formalmente como se segue:

alfabeto: Conjunto V não-vazio de símbolos.

palavra: Uma **palavra** sobre V é uma cadeia de comprimento finito de símbolos de V . O conjunto V^* será o conjunto de todas as palavras sobre V .

linguagem: Será qualquer subconjunto de V^*

A partir destas definições, podemos definir uma gramática particular como se segue:

sentença → expressão nominal	expressão verbal
expressão nominal → artigo	substantivo
expressão verbal → verbo	adjetivo/advérbio

Para exemplificarmos, utilizando vocábulos da língua portuguesa, teríamos uma instância:

artigo: o, a, os, as, um, uma, uns, umas

substantivo: rio, homem, carneiro, casa

verbo: falar, enxergar, gostar, estudar ¹⁴

adjetivo/advérbio: alto, bonito, feio, agradável, muito, pouco

Com base na gramática que definimos é possível formar as seguintes sentenças:

o rio fala muito alto

os carneiros estudam muito

a casa enxerga pouco

¹⁴ Consideramos a forma infinitiva, admitindo, por concordância (e sem detalhar seus mecanismos, por simplificação) as flexões necessárias aos exemplos.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 3 - Intencionalidade

Vemos, a partir das sentenças acima, corretamente formadas com base na gramática definida, que seu conteúdo literal é desprovido de significado, ou seja as sentenças em questão não possuem inteligibilidade. Assim, a análise formal de uma sentença, conduzida em um nível puramente sintático não lhes assegura o estatuto de discurso inteligível. Isto ocorre porque o nível literal (sintático) é livre de contexto, não encontrando ressonância em nosso aparato de *base pré-intencional* e permite a manipulação de sentenças sem sentido, ainda que corretamente formuladas.

O fato de recorrermos à nossa base pré-intencional numa tentativa de deslindar o significado de uma sentença sintaticamente correta se constitui para Searle em argumento a favor de sua existência. Assim, só atribuímos conteúdo semântico a uma sentença quando a cotejamos com nosso conhecimento prévio. E também, na formulação de sentenças, efetuamos a mesma operação, buscando garantir a inteligibilidade do discurso que iremos proferir. E neste sentido, o significado das partes do discurso será, para nós, sempre anterior a seu uso.¹⁵ Sabemos, neste ponto, que estamos indo de encontro ao pensamento do segundo Wittgenstein, para quem, conforme lemos nas Investigações Filosóficas, “A definição ostensiva elucida o uso - a significação - da palavra, quando já é claro qual papel a palavra deve desempenhar na linguagem” - e assim, o uso seria anterior ao significado [Wittgenstein, 1975, p. 26, par. 30].

Como argumento adicional, relacionado com a contextualização do discurso que lhe é emprestada por sua interação com a base pré-intencional, os diversos sentidos de um mesmo verbo, por exemplo, devem ser interpretados segundo diferentes níveis no qual esta interação ocorre, visto que uma mesma expressão verbal pode assumir significados literais diversos.

Deste modo, o verbo **abrir**, utilizado numa sentença do tipo **X abre Y** deverá ser, nas sentenças abaixo, contextualizado num sentido literal específico:¹⁶

José abriu a porta

O pelotão abriu fogo

O presidente abriu a sessão

Gilberto abriu um restaurante

Ou, em contra-exemplos:

¹⁵ É interessante observar, e este fato corrobora ainda mais fortemente a argumentação apresentada, que quando nosso conhecimento prévio é incompleto acerca do assunto de que trata o discurso tendemos a considerá-lo igualmente como sem significado. Assim, um texto de literatura médica especializada parecerá ao leigo, mantidas as proporções, como as sentenças de nosso exemplo.

¹⁶ O dicionário da língua portuguesa de Aurélio Buarque de Hollanda registra, para o verbo abrir, 51 significados diferentes [Aurélio, 1996]

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 3 - Intencionalidade

Joana abriu a grama

Pretendo abrir o Sol

Em ambos os casos a sentença será validada contra uma base pré-intencional específica, que pode inclusive servir-se do recurso de consulta a um dicionário, concluindo, como é o caso, acerca do significado das sentenças do primeiro grupo e da inadimplência do segundo grupo, ao qual não podemos, diante do senso comum, atribuir um significado relevante.

Vemos portanto que o salto qualitativo que permite a passagem do sintático ao semântico não pode prescindir de uma base pré-intencional específica. E o salto necessário para a contextualização da linguagem metafórica é ainda maior, conforme se mostrará a seguir.

De fato, a metáfora consiste, segundo nos prescreve o dicionário, “na transferência de uma palavra para um âmbito semântico que não é o do objeto que ela designa, e que se fundamenta numa relação de semelhança subentendida entre o sentido próprio e o figurado” [Aurélio, 1996].

Ocorre, assim, uma transposição semântica, oriunda de uma interpretação livre que fazemos da sentença afetada pelo tropo, de modo a atribuir-lhe um significado subjetivo, ou seja a figura em questão pode vir a ter significados diferentes para os diferentes interlocutores que dela se servem.

Searle nos alerta para a tentação da prescrição de um conjunto de regras ou princípios que possibilite para os interlocutores criar e interpretar as metáforas, num processo algorítmico, mas termina por concluir que tal prescrição é inexistente. Nas suas próprias palavras, “... não há algoritmo para descobrir quando uma expressão é empregada metaforicamente, e nem para avaliar e interpretar a mesma, ainda quando o interlocutor percebe que o emprego da expressão é metafórico” [Searle, op. cit.: 148-9].

A construção e interpretação de uma metáfora é um processo heurístico (embora Searle não se sirva desta classificação), não se submetendo a regras antecipadamente formuladas. Searle prossegue sua análise enfatizando que a metáfora é entendida como tal exatamente porque o sentido no qual é construída se afasta totalmente do seu significado literal, constituindo-se portanto numa interpretação não-representacional da expressão utilizada.¹⁷

Para o filósofo, portanto, o carácter não-algorítmico e a necessidade da formulação de associações adequadas no tratamento da inteligibilidade da linguagem

¹⁷ É não-representacional no sentido óbvio em que, por se tratar de uma figura de linguagem, não se remete diretamente ao real ou ao fenomênico.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 3 - Intencionalidade

metafórica demonstram sua relação com nosso aparato cognitivo de interconexão e base pré-intencional, servindo como argumento justificativo de sua existência.¹⁸

Ocorre-nos neste ponto lembrar uma outra linha possível de aplicação da hipótese de rede e base pré-intencional, que Searle não explorou diretamente, embora tenha discutido alhures, com amplitude, o problema dos atos ilocucionais.¹⁹ Trata-se da importante questão do significado pragmático de sentenças, tal como discutido por Posner no texto *"Semantics and Pragmatics of Sentence Connectives in Natural Language"* [Posner, 1980]. Reproduziremos a argumentação de Posner naquilo que podemos relacionar com as hipóteses de Searle citadas.

O texto de Posner tem início com uma citação de Voltaire, que reproduziremos, para introduzir o espírito da argumentação que iremos desenvolver. Vejamos : *"quando um diplomata diz 'sim', significa 'talvez'; quando diz 'talvez' significa 'não'; e quando diz não, ele não é diplomata. Quando uma senhora diz 'não', significa 'talvez'; quando diz 'talvez' significa 'sim'; e quando diz 'sim', então não é uma senhora."*

A idéia central consiste em mostrar a diferença existente entre o que é dito e o significado, ou, como quer Posner, "a informação codificada e seu uso em comunicação parecem não coincidir em todos os casos" [Posner, 1980: 169]. Há, portanto, necessidade de se efetuar uma distinção entre a semântica e a pragmática do discurso, problema este que dá origem a duas estratégias que segundo o pensamento de Posner, competem pela descrição da comunicação verbal. A primeira, à qual Posner denomina "monismo do significado" consiste em ater-se ao significado preciso, às características semânticas do discurso, enquanto que a outra, por ele denominada "monismo do uso" tem que levar em consideração os modos do uso, o uso literal e o uso "transposto" e "condições de uso" [Posner, op. cit., 170].

Para Posner, a cristalização de ambas as posições falha na descrição da compreensão da linguagem natural, sendo necessário afastar-se das posições monistas que representam extremos indesejáveis e buscar uma teoria capaz de atribuir papéis complementares ao significado e ao uso na comunicação verbal.

É neste ponto que desejamos introduzir a diferença entre os aspectos semânticos e a pragmática do uso, que surge como um desafio ainda maior à compreensão da linguagem natural. Este problema foi amplamente discutido por Grice, em suas "Conferências William James", proferidas no ano de 1968 em Harvard e a quem Posner deve muito de sua própria teorização [Grice, 1968, 1975].

¹⁸ Searle, na realidade, vai além desta afirmação, ao apontar que o argumento inverso não é válido, a saber: a possível existência de um conjunto definido de regras para a metáfora não invalida a postulação da existência da base pré-intencional, dado que a própria aplicação destas regras (e acrescentaríamos nós - sua própria formulação -) requerem a existência desta base pré-intencional [cf. Searle, op. cit.: 149].

¹⁹ O leitor interessado nos ensaios de filosofia da linguagem de Searle poderá encontrar nos textos "Speech Acts" [Searle, 1969] e "Indirect Speech Acts" [Searle, 1975]. Vale lembrar que a idéia de uma base pré-intencional (*background*) foi especificamente discutida por Searle no texto "The Background of Meaning" [Searle, 1980].

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 3 - Intencionalidade

A hipótese de Grice consiste em afirmar que na comunicação verbal lidamos não só com palavras ou concatenações de palavras, mas também com o significado de palavras e o significado de sentenças. Deve-se portanto falar em “uso de significados”, ou seja, a compreensão da linguagem natural possui uma dimensão extra, corporificada numa pragmática do significado e do uso.

Vejamos um exemplo simples, retirado do texto de Posner no qual nos apoiamos. Seja uma situação familiar comum: a mãe chega na cozinha de sua casa e, à vista da lata de lixo, chama seu filho e pergunta: “*Você já levou o lixo para fora?*”. A interpretação desta sentença é o “problema de Grice”. Para a compreensão de seu significado, temos que apelar para nosso “comportamento racional”, como quer Posner. Isto porque na situação mostrada, mãe e filho podem ver claramente que o lixo ainda não foi retirado, e a frase enunciada **não pode ser tomada em seu sentido literal**. Neste sentido, seu conteúdo informacional (*sim / não*) é redundante: ambos sabem, inequivocamente, a resposta à pergunta feita e portanto, tomada em seu significado literal, trata-se de algo sem sentido, já que não se formula uma pergunta cuja resposta se conhece antecipadamente.

Ora, claramente o sentido da pergunta é outro, e prontamente entendido pelo filho como um imperativo, de modo a levá-lo a retirar, com presteza, o lixo em questão da cozinha. Assim, uma sentença cujo sentido literal é interrogativo, deve ser reinterpretada pelo ouvinte (o filho), transformando assim a interrogação numa solicitação, coisa que não corresponde ao sentido literal da sentença enunciada.

É justamente neste ponto da discussão que devemos invocar o mecanismo pré-intencional da base pré-intencional e da rede: as considerações que conduzem a esta reinterpretação do significado do uso da sentença são feitas de modo automático e permanecem, no dizer de Posner, “abaixo do patamar da consciência ... mas devem ser levadas em conta, se desejamos explicar o comportamento do recipiendário” [Posner, op. cit., 176].

Vemos que esta interpolação feita pelo interlocutor, que permite uma transposição do significado literal de uma sentença para seu significado pragmático é disparada por um mecanismo que acreditamos envolver nossa base pré-intencional, em socorro de um comportamento racional. Quando somos endereçados com uma sentença cujo sentido literal não contribui para os propósitos da comunicação pretendida, devemos interrogar a nós mesmos se o emissor não quer significar algo diferente do sentido literal enunciado: há toda uma avaliação verbal e não-verbal envolvida, buscando o envolvimento de um conjunto de informações periféricas, que, aplicadas ao significado literal, efetuam a transposição de seu significado uma contextualização correta, que permite, assim, inferir o real objeto da comunicação enunciada.

Para Posner, todo este raciocínio é uma “operação heurística” (*sic*), que segue algumas regras, mas seus resultados não são estritamente detutíveis, já que “muito frequentemente não fica esclarecido qual o verdadeiro propósito da comunicação, e quais as circunstâncias de contexto que são relevantes” [Posner, 1980: 178].

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 3 - Intencionalidade

Parece claro, para nós, o relacionamento existente entre este mecanismo inferencial e o conjunto de hipóteses de rede e base pré-intencional proposto por Searle, servindo a digressão que fizemos como argumentação suplementar de sua importância na compreensão da linguagem natural.

Esperamos ter mostrado, quer através da argumentação desenvolvida por Searle, quer através da discussão acerca da pragmática do uso que o problema da compreensão da linguagem natural não pode ser tratado de forma simplesmente algorítmica e sistemática porque envolve uma componente de intencionalidade, fluida o bastante para inibir este tipo de abordagem.

É na multiplicidade de significados atribuídos às sentenças expressas em linguagem natural, onde intervêm seus aspectos sintáticos, semânticos e pragmáticos, e que só assumem um sentido de inteligibilidade quando interpretadas pelo nosso mecanismo cognoscente levando sempre em consideração todo o conjunto de base pré-intencional e as interconexões através das quais, conforme Hume já assinalara, nossa compreensão opera, que reside a principal dificuldade - montanha de difícil transposição - de adotarmos a hipótese dos sistemas simbólicos como solução possível.

Segundo a hipótese de Searle, que esperamos ter apresentado de uma maneira coerente com nossos propósitos, para que a hipótese dos sistemas simbólicos se configurasse como candidato sério à manipulação da linguagem natural, seria necessário, *a fortiori*, emular, com igual força, nosso mecanismo de intencionalidade, com todas as suas imbricações.

Em que pese a força dos argumentos apresentados, muitas são as objeções que nossa formulação, decorrente da teoria avançada pelo filósofo de Berkeley, encontra. No próximo capítulo iremos apresentar as mais importantes, esperando poder contrabalançá-las, em benefício de nossas conclusões.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 4 - Searle e seus Críticos

Capítulo 4 - Searle e seus Críticos

To criticize is to appreciate, to appropriate, to take intellectual possession, to establish in fine a relation with the criticized thing and to make it one's own.

Henry James (1843-1916)

O objetivo do presente capítulo é apresentar, de forma sistemática, as principais críticas que foram levantadas às idéias de Searle que utilizamos em nossa dissertação, principalmente no que concerne à seu *Gedankenexperiment* da *Sala Chinesa* e ao conceito de *base pré-intencional (background)*, do qual nos servimos em suporte ao problema da inferência semântica.

Procuraremos expor de forma consisa e clara as críticas, a réplica de Searle, sempre que disponível, e acrescentaremos um breve comentário pessoal acerca do tópico, transformando assim o conteúdo do capítulo em um debate final em torno do tema.

4. 1 - Searle e a Inteligência Artificial

4. 1. 1. - A Crítica da teoria de sistema (Universidade de Berkeley)

Esta crítica foi discutida por Searle no texto “Minds, Brains and Computers [Searle: 1990 p. 72-ss] e se refere especialmente à *Sala Chinesa*. De acordo com a proposta de Searle, a qual endossamos em nosso capítulo anterior, o indivíduo trancafiado na sala, efetuando as manipulações simbólicas contidas nas instruções que recebe e produzindo saídas em chinês para entradas expressas igualmente neste idioma, permanecerá, ao fim e ao cabo, incapaz de entender a estória a que se refere a entrada, bem como as respostas por ele produzidas à guisa de saída.

O contraponto apresentado pelos críticos desta assertiva, que nos foi dado a conhecer por estudiosos da Universidade de Berkeley é bastante sutil, e afirma que o indivíduo é apenas uma parte do sistema de processamento - diríamos nós o “processador” - e embora ele não apresente compreensão do texto nem das respostas - afinal, diriam eles, ele está apenas “processando” - o sistema, como um todo - *i. e.* a *Sala Chinesa* - exhibe um comportamento que demonstra a compreensão do que se passa, produzindo respostas corretas. Isto porque, prosseguem, a compreensão não está sendo atribuída ao indivíduo que está na sala, mas sim ao sistema total, do qual ele é parte.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 4 - Searle e seus Críticos

Vejamos como Searle rebate esta crítica. Para Searle será possível, em princípio, internalizar todo o sistema no indivíduo que se encontra na sala. Assim ele deverá memorizar as regras de processamento, a base de dados dos caracteres chieneses e efetuar todas as operações necessárias ao processamento, mentalmente. Deste modo, nem mesmo a sala física será necessária, e o indivíduo incorpora em si todo o sistema. Para Searle, o indivíduo será o sistema - e continuará, ele mesmo, sem entender quer a estória, quer as perguntas ou as respostas. Para o filósofo, a idéia segundo a qual se uma pessoa não entende chinês, a combinação deste indivíduo com algumas peças de *hardware* - a sala, o papel, os materiais que ele irá utilizar - passar a exibir compreensão desta lingua é inadmissível.

Para Searle, a vertente da Inteligência Artificial em sentido forte propõe que “enquanto o homem do exemplo do sistema internalizado não compreende chinês no sentido em que um nativo da lingua o faria, ainda o ‘homem enquanto manipulador de símbolos’ *realmente seria capaz de fazê-lo*” (em itálico no original) [Searle, op. cit.: 73].

Em sua réplica, Searle mostra que a única evidência plausível do funcionamento do sistema de processamento de informação em chinês - denominação “técnica” da *Sala Chinesa* - é que ela seria capaz de ser aprovada em um teste de Turing, iludindo assim os chineses nativos.

Prosseguir nesta linha de raciocínio, prossegue o filósofo, poderá conduzir-nos eventualmente a conclusões absurdas. Se a cognição do indivíduo se resume a uma dada entrada e saída, com um programa de permeio, então - conclui Searle - é possível que qualquer espécie de sub-sistema não-cognitivo possa transformar-se em cognitivo.

Um exemplo apresentado no texto citado mostra-nos que existe um nível de descrição no qual o estômago efetua processamento de informação, instanciando assim um programa de computador. Mas não podemos concluir daí que deve-se associar compreensão a este processo.¹ Entretanto esta parece ser exatamente a proposta da vertente forte da Inteligência Artificial, que levaria à conclusão que todos os nossos subsistemas orgânicos capazes de tal comportamento devem ser igualmente considerados “inteligentes”.

É curioso observar que neste ponto do debate Searle inverte a argumentação, passando ao contra-ataque. Para ele, se a vertente forte da Inteligência Artificial pretende ser um ramo da ciência da cognição (ou da Psicologia, como prefere ele), deverá primariamente ser capaz de distinguir entre os sistemas que são genuinamente mentais daqueles que não o são. Daí, equipamentos auto-reguláveis ou funções orgânicas

¹ O mesmo se pode dizer de todo dispositivo automático auto-regulável, que assume determinados estados em função de parâmetros específicos de entrada, segundo regras pré-determinadas em sua programação. [Cf. Pylyshyn, 1980, citado por Searle]

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 4 - Searle e seus Críticos

autônomas não são candidatos à intencionalidade; e uma teoria que atribuisse tal propriedade a estes candidatos não pode ser levada a sério no campo cognitivo.

E qual é nosso ponto de vista pessoal diante desta crítica e da respectiva réplica apresentada por Searle? A partir de nossa leitura, diríamos que a crítica da teoria de sistemas, comportamentalista em sua concepção, toca em um aspecto essencial da questão, apresentando uma observação importante, ao separar as partes constituintes do sistema - diríamos o processador e seus periféricos - enquanto que na réplica, Searle parece não ter compreendido totalmente esta dissecação, ou não levá-la na devida consideração. E, deste modo, embora dispondo em sua bagagem de argumentos mais convincentes, deixa de apresentá-los, optando por uma abordagem alternativa, de menor eficácia.

A “crítica de teoria do sistema” está correta em admitir que a *Sala Chinesa* - i. e. o conjunto constituído do hardware periférico e do “processador”, no caso o indivíduo encerrado em seu interior, corresponde a um sistema evidentemente complexo, que se destina a produzir uma saída em função da estória narrada e dos estímulos de entrada. E acerta novamente ao dizer que, sendo aprovada num teste de Turing, “iludindo” assim um eventual observador chinês, está de fato demonstrando um comportamento indiscernível daquele de um sujeito inteligente, nativo em chinês, produzindo idênticas respostas às questões introduzidas no sistema.

Coloca-nos ainda, ponto em que distinguimos a “sutileza” do argumento em questão, à qual já fizemos alusão, uma observação sagaz, segundo a qual o processador não necessita exibir compreensão daquilo que está processando, já que ele é apenas um componente de todo o sistema. Esta é talvez a maior objeção contida nesta instância, e que merecia uma maior atenção da parte de Searle.

Este passa, de certa forma, ao largo da importância desta observação, associando, em uma única entidade, aquilo que é periférico ao processador e mostrando, de forma irônica, que esta associação não pode exibir uma compreensão maior do que a de seus componentes, individualmente. Ou seja: o todo não pode ser maior do que a soma das partes (ou equivalentemente neste caso, a parte não pode ser maior do que o todo). A esquiva de Searle implica em ignorar que a execução correta de um algoritmo é tarefa a ser realizada por um sistema, concebida como uma unidade operacional, e que não pode ser levada a efeito apenas por um de seus componentes - no caso o mais importante, o processador - representado pelo “indivíduo” encerrado na sala. Ao internalizar todos os seus constituintes num só indivíduo, a separação processador - periféricos, à qual já aludimos, ainda se mantém, embora sem uma fronteira material. Destarte, o argumento apresentado pela equipe de Berkeley permanece inatacado.

Deveria Searle ter adotado outra linha de argumentação, esgrimindo aquela que vem a ser sua tese principal: reconhecer a faculdade de execução de um algoritmo pelo sistema - no caso a “sala chinesa”, com todos os seus elementos - e reiterar sua

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 4 - Searle e seus Críticos

colocação, conforme encontramos no fim do texto em tela, de não atribuir entendimento à execução de um algoritmo (ou de *qualquer algoritmo*). Assim, lemos: “O ponto é que a capacidade causal do cérebro em produzir intencionalidade não pode decorrer da instância de um programa de computador, dado que para qualquer programa de computador que se queira é sempre possível instanciá-lo e e mesmo assim não incorrer em quaisquer estados mentais. Qualquer que seja aquilo que o cérebro faz para produzir intencionalidade, não é, decerto, pela instância de um programa que o faz, porque nenhum programa, por si próprio, é suficiente para a intencionalidade” [Searle, op. cit., p. 87].

Tais são as observações que devem ser feitas neste ponto de nossa discussão. Devemos concordar com a crítica da teoria dos sistemas, ao afirmar que é o sistema, e não uma de duas partes (conquanto talvez a mais importante) que exhibe o comportamento observado e como tal corresponde às especificações e expectativas de seu funcionamento. E devemos concordar novamente com a observação que o processador central não necessita exhibir “compreensão”, porque esta é uma consequência de sua atuação, e não um fim em si mesmo.

A observação crucial, segundo nossa avaliação, entretanto, consiste em enfatizar que, sopesando-se todas as circunstâncias que permeiam a experiência mental de Searle, a grande conclusão a que se deve chegar não passa pela discussão da composição do sistema ou do estatuto de compreensão exibida por seu todo ou suas partes - que assume aqui um aspecto secundário - mas em concluir, de acordo com Searle, que a manipulação simbólica *per se*, ainda que levada a bom termo pelo algoritmo brilhantemente executado na *Sala Chinesa*, não implica em entendimento. Talvez a principal evidência que possamos apresentar em favor desta consequência das idéias de Searle seja o fato que a sua validação - esta sim, passível de verificação empírica - isto é, assegurar que a execução do algoritmo foi capaz de produzir respostas corretas às perguntas feitas deve, necessariamente, ser levada a cabo por um agente inteligente externo. Demonstra-se assim que a necessária compreensão da estória que serviu como ponto de partida depende de um avaliação exterior ao sistema. Ou seja: o sistema, mesmo com toda a sofisticação de seu processador, de seus componentes e não obstante o refinamento do algoritmo que executa, permanece incapaz de uma auto-verificação, evidenciando assim a natureza inteiramente automática e prescritiva do processo, incapaz de qualquer julgamento de valor. Este agente externo, no exemplo de Searle, deve ser um sujeito cognoscente versado em chinês, já que a pessoa encerrada na sala, se retirada da mesma e chamada a avaliar as respostas dadas mostrar-se-á totalmente inadequada a esta função.

Da mesma forma poderia ter assinalado Searle, conforme já tivemos oportunidade de discutir, a componente de metaconhecimento que permeia a sala chinesa: por si só ela não é capaz de gerar o conjunto de regras (*i. e.* o algoritmo) segundo o qual realiza a tarefa a que se propõe, mas este deve ser originado externamente, por um sujeito cognoscente, e a ela repassado.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 4 - Searle e seus Críticos

Prosseguiremos analisando a próxima crítica levantada, qual seja a crítica da robótica, apresentada por pesquisadores da universidade de Yale.

4. 1. 2. - A Crítica do Robot

A crítica da robótica foi adiantada por cientistas da Universidade de Yale e consta, em suas linhas principais, da idéia de internalizar todo o sistema da “Sala Chinesa” de Searle em um robot (provavelmente humanóide), capaz de, executando uma variante do algoritmo de Schank, não somente efetuar o processamento simbólico ao qual já aludimos e criticamos extensamente, mas também exibir um comportamento característico de uma percepção das coisas em seu derredor, de locomover-se, falar, etc, portando-se de maneira tal que lhe pudéssemos atribuir “compreensão” e outros estados mentais.

Um tal robot agiria, tal como nos lembra Searle, de modo a incorporar a idéia de Fodor, segundo a qual a cognição não é somente uma questão de manipulação simbólica formal, mas implica igualmente em um conjunto de relações causais com o mundo externo [Fodor, 1980 - apud Searle, 1990: 76-77].

A réplica de Searle a uma tal possibilidade assinala que a adição de capacidades motrizes e perceptuais ao robot, bem como a internalização do sistema neste artefato “nada acrescenta em termos de entendimento (*understanding*) em particular, ou de intencionalidade, em geral, ao algoritmo original de Schank” [cf. Searle, op. cit., 76]. Para Searle, de qualquer modo, ainda assim, estaria ocorrendo apenas uma manipulação simbólica formal, à qual não se pode atribuir intencionalidade. Inclusive, segundo propõe o filósofo, uma pessoa poderia estar alimentando o robot com as respostas produzidas pela execução do algoritmo de Schank e informações procesadas poderiam ser repassadas ao robot, que agiria concorde com elas. Esta pessoa seria o “homunculus” do robot, sem continuar, no entanto, a ter compreensão do verdadeiro significado dos estímulos de entrada e saída.

O que nos cabe acrescentar a esta crítica e à réplica de Searle? A nosso ver, a posição assumida pelos teóricos de Yale é evidentemente comportamentalista. Esta proposta da psicologia contemporânea tende a restringir a própria psicologia ao estudo objetivo do comportamento observado, eliminando assim conceitos “abstratos” tais como “consciência” e “espírito”, por não poderem ser observados e descritos diretamente.

Conforme sabemos, o programa comportamentalista foi inicialmente formulado por Watson, no hoje clássico livro de 1914: “O Comportamento - Introdução à Psicologia Comparada”. Cunhou o termo em inglês que designa o programa - *behaviourism* - e inaugura a proposta metodológica de limitar a pesquisa psicológica às reações que são passíveis de observação objetiva, negando, por via de consequência,

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 4 - Searle e seus Críticos

alusões a conceitos tais como “consciência”, “espírito” e “estados internos”, dentre os quais, sem dúvida, está incluída a intencionalidade.²

Assim, o “robot de Yale”, sendo capaz, conforme se propõe, de ser aprovado no teste de Turing - aliás ele mesmo de nitida intenção e conotação comportamentalista, demonstra, por seu comportamento observável, ser dotado de inteligência e compreensão, produzindo respostas plausíveis às perguntas em chinês - ou qualquer outro idioma - que lhe seja apresentado.

Como agudamente percebeu Searle, temos a contrapor a esta crítica a idéia da intencionalidade, um estado “interno”, banido da proposta comportamentalista, mas capaz de dar conta de um mecanismo cognitivo que ultrapassa a mera manipulação simbólica. Sem o intuito de tripudiar, poderíamos acrescentar que a dificuldade encontrada na construção de um tal sistema, humanóide ou não, capaz de exibir um comportamento “inteligente” a um nível de satisfação adequada não se respalda em limitações tecnológicas, já que as bases teóricas para sua construção são pre-existentes, mas na nossa incapacidade de formular um modelo formal adequado que responda pela intencionalidade, a base pré-intencional e todo o arcabouço cognitivo do qual nos servimos para exibir o nosso comportanto inteligente esperado e observado.

Deste modo, a força desta crítica se esvai, verificando-se que os dispositivos atuais, baseando-se unicamente na manipulação simbólica, não são ainda capazes de exibir uma “coerência heurística” capaz de conduzi-los a respostas adequadas diante de situações inesperadas. A componente em falta é justamente aquela calcada nos estados internos cuja importância a crítica comportamentalista se nega a admitir, e sobretudo falha em emular.

Prosseguiremos analisando a crítica da emulação do cérebro, oriunda principalmente de pesquisadores de inteligência artificial do MIT, que representa um distanciamento da postura comportamentalista e busca justamente uma compreensão destes “estados internos”, para sua simulação.

² Pode-se traçar a origem desta escola de pensamento psicológico aos trabalhos pioneiros de Pavlov, que afirmava acerca dos reflexos condicionados por ele estudados nos animais: “Devemos por acaso, para compreender [os fenômenos relacionados com o reflexo condicionado] penetrar no *ser interior* do animal, representar-nos a nosso modo as suas sensações, os seus sentimentos e desejos? Para o experimentador científico, a resposta a esta pergunta pode ser, parece-me, uma só: um não categórico” [apud Abbagnano, 1982: 144, grifado no texto]. Nos laboratórios de Pavlov era terminantemente proibido, inclusive com a aplicação de multas, o emprego de expressões indicativas de estados psicológicos, tais como “o cão *adivinhou*, *queria*, *sentia*”, etc. De qualquer forma esta postura contrasta com as modernas pesquisas de sensorimento e percepção, que buscam emular o comportamento observado através do estudo dos estados neuronais decorrentes, o que de certa forma representa uma reversão da psicologia comportamentalista.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 4 - Searle e seus Críticos

4. 1. 3. - A Simulação do Cérebro (Berkeley/MIT)

A presente objeção, formulada por grupos de pesquisa em Inteligência Artificial das universidades de Berkeley e do MIT é expressa por Searle como se segue: “Suponha que formulemos um programa que não representa a informação que temos acerca do mundo, tal como ocorre nos ‘roteiros’ de Schank, mas que seja capaz de simular a seqüência natural de disparo das sinapses contidas no cérebro de um falante nativo de chinês quando ele compreende as histórias em chinês e responde a elas. A máquina recebe pois histórias em chinês e as respectivas perguntas como entrada, simula então a estrutura formal de um cérebro chinês ao processar esta informação e produz respostas adequadas para elas como saída. Pode-se mesmo imaginar que a máquina opera não através de um único programa sequencial, mas através de um conjunto de programas em paralelo, do mesmo modo que cérebro humano presumivelmente opera quando processa a linguagem natural” [Searle, 1990: 77].

Desde modo, prossegue a crítica, devemos conceder, sem embargo, que a máquina exhibe compreensão das histórias, sem o que teríamos, igualmente que negar esta propriedade ao falante nativo de chinês. Não haveria, portanto, nenhuma diferença, no micro-nível das sinapses, entre o que ocorre no cérebro humano do chinês e sua emulação através da máquina proposta.

A primeira observação feita por Searle em contraposição a esta crítica é irônica: afirma ele que antes de antepor qualquer objeção ao conteúdo da crítica, esta demonstra ser uma digressão da vertente prevalecente da Inteligência Artificial, segundo a qual não é absolutamente necessário conhecer a intimidade do funcionamento do cérebro para lograr conhecer o funcionamento da mente.³ A hipótese básica, na qual se apoia a vertente “*forte*” da Inteligência Artificial, ressalta-nos Searle, consiste em afirmar que existe um nível de operações mentais, consistindo de processos computacionais efetuados sobre elementos formais que constituem a essência do mental e que podem ser materializados em várias, senão todas, estruturas mentais, da mesma forma segundo a qual um dado algoritmo pode ser codificado e executado em estruturas de *hardware* diferenciadas, sendo portanto “independentes” do processador utilizado. Para esta posição, assumida pela IA “*forte*”, a mente está para o cérebro assim como o programa (*software*) está para o processador (*hardware*) e seria portanto possível obter-se uma compreensão do mental sem recorrer à neurofisiologia [apud Searle, op. cit.: 77 ss]. Se fosse necessário, prossegue ele - conhecer-se o funcionamento do cérebro para produzir algo em IA, deveríamos antes deixá-la de lado (até que nossa compreensão de todas as questões envolvidas estivesse num nível operacional, acrescentaríamos nós).

³ Vemos que esta posição retrata, de forma inequívoca, por parte dos críticos da teoria de intencionalidade de Searle, o abandono de uma postura comportamentalista, tal como abordada no item anterior, representando um retorno à postura anterior que procura buscar subsídios, para a emulação do comportamento inteligente, nos mecanismos internos de funcionamento do cérebro.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 4 - Searle e seus Críticos

Para Searle, a resposta que deve dar ainda a esta crítica implica em dizer que a mera simulação da operação das sinapses e suas conexões no cérebro não nos garante a simulação daquilo que realmente nos interessa do comportamento da mente, qual seja suas habilidades causais e sua habilidade em produzir estados intencionais. Por consequência, a emulação dos processos mentais através de um conjunto de programas ou um algoritmo não é suficiente para emular igualmente as propriedades causais daí decorrentes.

Qual o comentário que poderíamos acrescentar à posição assumida por Searle? Devemos reconhecer, de fato, que o programa comportamentalista, do qual deriva todo o esforço de emulação dos processos mentais através da manipulação simbólica falhou, obtendo resultados parciais e incompletos, levando portanto os pesquisadores a procurar vias alternativas. Esta busca pelo alternativo representa justamente o reconhecimento, por parte da comunidade intelectual de pesquisadores de ciência da computação que se dedicam a esta problemática, do esgotamento da contribuição da abordagem comportamentalista para o sucesso da empreitada.

Os comentários argutos adiantados por Searle se dirigem sobretudo aos esforços atuais de progredir em direção a sistemas de processamento paralelo - as já citadas “redes neurais”, que buscam a emulação do mental, senão ainda ao nível do disparo das sinapses, mas ao menos na mímica do processamento fortemente acoplado e paralelo que parece ocorrer em nosso cérebro.

Uma premissa desta tentativa consiste em observar que uma vez obtido um nível suficientemente denso de paralelismo, o comportamento do sistema tornar-se-a “inteligente”, possibilitando então a emulação correta dos nossos processos cognitivos.

A proposta de Searle, na sua argumentação apresentada, parece apontar para o fato, por nós já citado no capítulo anterior, que a habilidade de produzir estados intencionais, exibida por nosso aparato cognitivo, é uma propriedade macroscópica do cérebro, não podendo pois ser dissecada e interpretada ao nível microscópico de neurônios e as respectivas sinapses.

Da mesma forma, e com igual intensidade, argumenta Searle, conforme já citamos anteriormente, a capacidade causal do cérebro de produzir intencionalidade não pode consistir no instanciamento de um programa de computador [cf. p. 88], porque, relembramos, “nenhum programa é suficiente para a intencionalidade” [Searle, op. cit, 87].

Ora, voltando pois aos sistemas de processamento paralelos já aludidos, vemos que encontramos ali, ainda que revestida de uma nova roupagem, que lhe empresta maior complexidade, a instância de um programa de computador. E este, conforme mostramos

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 4 - Searle e seus Críticos

já à saciedade, envolve exatamente o processamento formal correspondente à manipulação simbólica, incapaz, conforme vimos, de emular a intencionalidade.⁴

Assim, a grande dúvida persiste: a permanecermos com a réplica de Searle, vemos que a manipulação simbólica não pode responder pela intencionalidade, e enquanto tal os programas de computador, ainda que expertos, não são capazes de produzir as relações causais que desaguam na intencionalidade.

Pelo contínuo aperfeiçoamento do *hardware*, tal como ocorre nos sistemas de processamento paralelo, que tornam possíveis realizar tarefas que as estruturas sequenciais tradicionais sentiam dificuldade ou impossibilidade de completar, abrimos um novo leque de possibilidades, mas continuamos escravizados à manipulação simbólica e suas intrínsecas limitações.

Vejam agora como representar o pensamento de Searle diante de uma nova objeção, apresentada por Boden, a qual não foi diretamente respondida pelo filósofo de Berkeley, denominada “Escapando da Sala Chinesa”.

4. 1. 4. - Escapando da Sala Chinesa: A Objeção de Boden

Em um instigante ensaio publicado na antologia de textos sobre filosofia e inteligência artificial por ela editada, Margaret Boden leva a efeito uma extensiva análise do experimento mental de Searle relativo à “sala chinesa” e apresenta uma contra-argumentação que, embora ainda não respondida pelo filósofo americano, julgamos de interesse introduzir neste ponto de nossa discussão e comentar, de modo semelhante ao que fizemos com as críticas anteriores [Boden, 1990: 89-104].

Ela inicia seu texto com uma incisiva afirmação: “John Searle, em seu ensaio sobre ‘Mentes, Cérebros e Programas’ (1980), afirma que teorias computacionais são virtualmente inúteis em Psicologia”, e passa a discutir as [segundo ela] duas principais assertivas de Searle, contidas no aludido texto, conforme veremos [Borden, op. cit.: 89].

Sempre segundo Borden, que, diga-se a seu favor, consegue identificar e sintetizar de maneira esmerada em seu escrito as idéias de Searle contidas no ensaio que se propõe a discutir, o filósofo de Berkeley faz duas afirmações basilares em seu trabalho. A primeira delas consiste em verificar que “as teorias computacionais, sendo de natureza puramente formal, não podem, possivelmente, auxiliar-nos a entender os processos mentais. Já a segunda assevera que “falta ao *hardware* de um computador, de maneira oposta à neuroproteína, o poder de gerar processos mentais, tais como a

⁴ Estamos neste ponto de acordo com idêntica afirmação, feita por R. Penrose, conforme tivemos oportunidade de observar em um ponto anterior da presente dissertação [cf. Penrose, 1994]

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 4 - Searle e seus Críticos

intencionalidade” [Borden, op. cit.: 89]. E se dispõe a rebater a ambas as hipóteses adiantadas por Searle.

No primeiro caso, prossegue a ensaísta, Searle abraça a extensivamente conhecida abordagem formalista segundo a qual a “computação” tal como estudada pelos cientistas desta ciência é puramente *sintática*, podendo ser definida como “a manipulação formal de símbolos abstratos, através da aplicação de regras formais”. Segue-se daí, conclui, que os resultados formalistas, apropriados para a descrição do processamento da informação ou a manipulação de símbolos que ocorre nos computadores não se prestam a clarificar como a mente humana trata a informação ou obtém suas respostas, de modo que o significado ou a intencionalidade não podem ser explicados em termos computacionais [Borden, op. cit. 89].

Prossegue, descrevendo a proposta de Searle da experiência mental da “Sala Chinesa”, da qual extrai a conclusão a que chega o filósofo que nenhum sistema formal de manipulação simbólica pode exibir entendimento, apenas em virtude de estar instanciando um programa de computador. E a partir deste ponto, a autora inverte a ordem de apresentação, quer das idéias de Searle, quer das objeções que apresenta, de modo que só iremos encontrar sua objeção a esta primeira premissa de Searle alguns parágrafos adiante.

Divide então sua contra-argumentação em duas partes. Na primeira, rebate diretamente o exemplo da “Sala Chinesa”. Na segunda, rebate a hipótese subjacente que os programas de computador são apenas sintaxe. Vejamos seu desenrolar.

As idéias apresentadas por Boden para se contrapor ao experimento de Searle estão já, em sua maior parte, contidas nas críticas que anteriormente apresentamos e discutimos. Apresenta inicialmente um reforço à “crítica do robot” [cf. 4. 1. 2. acima], induzindo-nos a avaliar que se o experimento da “Sala Chinesa” fosse internalizado em um robot (humanóide ?) de modo que seu comportamento nos parecesse mais “natural” e indistinguível daquele de um ser humano nas mesmas circunstâncias, ver-nos-íamos obrigados a atribuir entendimento e talvez até mesmo “intencionalidade” ao mesmo, por via da análise de seu comportamento. Os argumentos apresentados por Searle, segundo Boden (e de resto, já analisados anteriormente por nós na presente dissertação) implicam em mostrar que o processo cognitivo não é meramente uma questão formal de manipulação simbólica, mas envolve igualmente um conjunto de relações causais com o mundo exterior. E a mera adição de uma capacidade percepto-motor a um sistema computacional não lhe acrescenta entendimento ou intencionalidade.

Para Boden, não é necessária a intervenção de nenhum outro “entendimento” ou de nenhuma “intencionalidade”, já que o próprio comportamento do robot e sua interação com o mundo serão evidências suficientes de comportamento inteligente.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 4 - Searle e seus Críticos

E, finalmente, para rebater a idéia de que a execução de um programa de computador implica apenas em sintaxe, sem nenhuma intervenção de uma componente semântica, apresenta sua *pièce de resistance* - o argumento que, para que seja possível executar um conjunto de instruções, o robot (ou o processador, ou o agente de manipulação formal que adotarmos) deve exibir compreensão, **ainda que seja das instruções que deverá cumprir** (o grifo é nosso). Sem este entendimento, nos deixa antever, não haveria execução das instruções, e não haveria - concluímos - nenhum comportamento a ser observado. Assim, o processador deve exibir compreensão de uma “linguagem” (ainda que seja aquela em que a programação se codifica) para que possa executar as instruções devidas e materializar seu comportamento.

O que podemos apresentar em oposição a estas idéias? Devemos admitir, em princípio, que a objeção apresentada por Boden configura um engenhoso retorno a uma postura comportamentalista, acrescida de um sutil paralogismo.

A idéia de um robot humanóide, capaz de receber instruções em chinês (ou qualquer outro idioma que se queira) e, conforme a proposta de Boden, se este conjunto de instruções configurar, eventualmente uma receita de culinária, efetivamente cozinhar numa “wok” o acepipe em questão, enfim, cujo comportamento pareça, a um grupo de chineses, como o de um compatriota efusivo, parece ser extremamente atraente como evidência de que uma instância de programa de computador pode exibir evidência de estados mentais internos até então associados ao entendimento e à intencionalidade, contradizendo Searle e escapando assim da “sala chinesa”.

Movido assim por uma instância de um sofisticado programa de computador, um tal robot teria características tais que não nos restaria outra alternativa senão a de atribuir-lhe entendimento e intencionalidade,⁵ consubstanciadas estas no próprio instanciar do programa que executa.

Ora, conforme já discutimos anteriormente, a essência do programa comportamentalista consiste exatamente nesta negação dos estados mentais internos e na observação objetiva de um comportamento.

Podemos aceitar, enquanto hipótese de trabalho em psicologia, uma tal abordagem, por limitar o escopo da investigação de seu objeto a algo tangível e passível de descrição. Entretanto a teoria da intencionalidade, tal como avançada por Searle, a coloca como relação causal do comportamento, e portanto apenas a sua descrição

⁵ Já aludimos, em nossa Introdução, ao reconhecimento optico de caracteres que torna possível, por exemplo, a um robot humanóide executar peças em um instrumento musical de teclado (ou eventualmente de qualquer outro), “lidas” por seu aparato perceptor de uma partitura impressa, e ao qual, pelos critérios comportamentalistas abraçados por Boden devemos, sem dúvida, conceder o benefício do “entendimento”, pelo menos da escrita musical e de sua realização.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 4 - Searle e seus Críticos

objetiva tece uma trama incompleta de todas as implicações dos estados mentais que lhe dão origem.

Entretanto acreditamos que podemos distanciar-nos da polêmica comportamentalismo x intencionalidade, novamente trazida à tona por Boden, e simplesmente apontar que sua contra-argumentação falha, objetivamente, e num certo sentido falsificacionista, por ser incapaz de exibir um contra-exemplo. Para Boden, a asserção de Searle é negativa - no sentido em que nega uma possibilidade, ou, diríamos melhor, restringe a possibilidade de originar intencionalidade a partir da instância de um programa de computador. E o contra-exemplo necessário, o experimento crucial, consiste em verificar que até o presente, **não foi possível a construção do robot de Boden a partir da instância de um programa de computador** (o que relega todo o seu argumento ao campo das possibilidades). Portanto, até o momento, os estados mentais internos que postulamos como relações causais do comportamento não foram ainda emulados a partir de instâncias de execução de nenhum algoritmo, o que, até o presente, mantém a hipótese de Searle como válida.⁶

Aludimos ainda a um “sutil paralogismo” que teria sido introduzido por Boden, ao tentar se contrapor à afirmação que um programa de computador é essencialmente sintático, quando introduziu a ensaísta a idéia segundo a qual para instanciar um programa, o processador deve pelo menos exibir compreensão de uma linguagem - aquela na qual o programa se formaliza.

Mostraremos a seguir a falácia desta argumentação. Discutimos amplamente em nosso segundo capítulo o mecanismo da manipulação simbólica, e a discussão ali apresentada pode vir em nosso socorro na presente situação.

Acompanhando a argumentação que desenvolvemos, acerca da elaboração de um algoritmo e da obtenção de uma fita de Turing,⁷ vemos que para ser possível a execução de um algoritmo, este deve ser “traduzido” num conjunto de instruções, que representam, cada uma, um estado interno definido da máquina. E, evidentemente, se uma dada instrução não corresponde a um estado possível da máquina, esta instrução não é válida e não poderá ser, consequentemente, executada.

Assim, na execução de um algoritmo - ou, filosoficamente, ao instanciar um programa - a máquina não está exibindo “entendimento” de uma linguagem, conquanto primitiva, já que todas as instruções necessárias já foram traduzidas para estados internos possíveis do processador e como tal executadas. Deste modo a formulação de um

⁶ O leitor deve confrontar esta nossa afirmação com o conteúdo de nossas conclusões, no último capítulo da presente dissertação.

⁷ Convém lembrar ao leitor, neste ponto, como já aludimos anteriormente, que uma “máquina de Turing” é uma abstração teórica, constituindo-se num dispositivo automático de execução de algoritmos, formalizados no seu alfabeto interno e que corresponde a estados assumidos por ela.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 4 - Searle e seus Críticos

programa e sua execução são atos puramente léxicos e sintáticos, emergindo seu conteúdo semântico somente quando os resultados são interpretados no exterior da máquina.

Não há portanto que se falar em conteúdo semântico da instância de um programa, a não ser que as instruções possam ser repassadas em linguagem natural para o processador, o que reverte todo o problema que estamos discutindo ao seu início.

Discutidas assim as idéias de Boden acerca da primeira das premissas de Searle, vejamos o que tem nossa ensaísta a apresentar-nos relativamente à segunda assertiva - qual seja: o *hardware* (de um computador) - de modo diverso da neuroproteína (matéria prima de nosso cérebro) - não possui os poderes causais capazes de gerar processos mentais.

Para Boden esta premissa de Searle é positiva - no sentido em que “afirma” algo, em oposição à anteriormente analisada, que é negativa, no sentido em que “nega” algo. A principal fundamentação da afirmação de Searle possui, para a ensaísta, uma fundamentação biológica, e a seu ver, equivocada. Lemos: “As analogias biológicas citadas por Searle são equivocadas, e as intuições às quais faz menção não são confiáveis” [Boden, op. cit.: 92].

Prossegue reconstituindo o pensamento de Searle e afirmando: “a produção da intencionalidade pelo cérebro, conta-nos [Searle], é comparável à fotossíntese - mas será mesmo? Somos capazes de definir os produtos da fotossíntese, distinguindo claramente os açúcares e amidos dentro da classe geral dos carboidratos, e mostrando quais as diferenças destes para outros produtos bioquímicos, tais como as proteínas. Sabemos, ademais que não só a clorofila apoia a fotossíntese, mas *igualmente como isto ocorre* (e porque não ocorre com vários outros químicos) ... Com respeito ao cérebro e o entendimento, o caso é totalmente diferente ...” [Boden, op. cit., *idem*].

Indo adiante na postulação de sua crítica, afirma que “Nossa teoria do que a intencionalidade é (mesmo sem levarmos em conta como é gerada) não pode ser comparada com nosso conhecimento de carboidratos: a natureza da intencionalidade é matéria filosófica controversa. Não podemos nem mesmo estar certos de reconhecê-la quando a vemos...” [Boden, op. cit., *ibidem*].⁸

Passa então a discutir o conceito de intencionalidade, discussão esta que por seu caráter eminentemente didático, julgamos oportuno reproduzir: “Várias tentativas foram feitas para caracterizar a intencionalidade e distinguir suas sub-espécies como estados

⁸ Esta afirmação de Boden traz-nos à memória outra, de igual jaez, proveniente de famoso jurista da Suprema Corte Norte-Americana, que, ao julgar um caso de pornografia, afirmou não saber como defini-la, mas ser capaz de reconhecê-la prontamente quando a vê.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 4 - Searle e seus Críticos

intencionais distintos (crenças, desejos, esperanças, intenções e semelhantes) ... Um critério comumente utilizado (adotado por Brentano no século XIX e também por Searle) é do tipo *psicológico*. Segundo as palavras de Brentano, os estados intencionais direcionam a mente a um objeto; para Searle, possuem capacidade representacional intrínseca, ou “relacionalidade” (aboutness); em ambos os casos relacionam a mente com o mundo, e para mundos possíveis ... Não está nem ainda totalmente claro se as definições lógica e psicológica são precisamente co-extensivas.⁹ Para resumir, nenhuma teoria da Intencionalidade é aceita como não-problemática, como a química dos carboidratos o é” [Boden, idem, ibidem, p. 93].

Na sequência sustém ainda suas críticas a Searle, afirmando: “Quanto à ‘síntese’ bioquímica da intencionalidade [segundo Searle], isto é ainda mais misterioso. Temos boas razões para crer que neuroproteínas suportam a intencionalidade, mas não fazemos a menor idéia acerca de qual neuroproteína seria capaz de fazê-lo...” [Boden, idem, p. 93].

Em seguida apresenta uma idéia especulativa, a qual coloca em dúvida a capacidade de apenas o tecido neuroprotéico ‘sintetizar’ a intencionalidade, afirmando que a se crer neste fato, apenas criaturas com uma ‘biologia terrestre’ são candidatos a gozar de intencionalidade. Coloca neste ponto a discussão acerca de quais dependências entre a matéria e a mente são intuitivamente plausíveis, terminando por concluir que *nenhuma* delas o é, grifando seu texto. Deste modo, nossas intuições, afirma, não possuem qualquer utilidade na formulação de uma teoria da intencionalidade, sendo portanto, conforme devemos concluir, todas elas de natureza especulativa. [apud Boden, op. cit., p.93-4, *passim*].

Ora, o que dizer, no presente ponto da discussão, e neste caso, inequivocamente, em defesa da proposta de Searle acerca da intencionalidade?

Inicialmente devemos salientar que embora o próprio Searle se caracterize, num de seus textos como defensor de um “naturalismo biológico” [cf. Searle, 1983: 264], qualquer que seja o significado filosófico preciso que devamos atribuir a esta auto-definição, cumpre-nos dizer que Boden faz, de sua posição, uma leitura extremamente *literal*, e portanto estreita.

Não devemos tentar identificar, na teoria da intencionalidade de Searle, uma ‘síntese biológica’ desta que é uma propriedade interna da mente, e não pode, evidentemente ser tratada com a objetividade do estudo da influência da clorofila na fotossíntese, que em presença da luz solar, liberta oxigênio no ar e deste retira o gás carbônico, cujo mecanismo a bioquímica explica à saciedade. Tratando a intencionalidade como um produto sintetizado no material que compõe nossa massa

⁹ A ensaísta faz menção neste ponto ao trabalho de Chisholm, que procurou definir a intencionalidade em termos lógicos [Chisholm, 1967] e a um seu próprio trabalho acerca do problema [Boden, 1970].

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 4 - Searle e seus Críticos

encefálica comete uma falácia, da mesma forma como seria exagero afirmar que os resultados de um dado processamento num computador digital, cujos circuitos integram principalmente cápsulas de silício são “sintetizados” neste material inorgânico.

Evidentemente devemos admitir que quando Searle coloca a intencionalidade como um produto da mente, o faz enquanto propriedade de sistema - ou seja a operação do córtex cerebral, por mecanismos que ainda desconhecemos, engendra o conteúdo psicológico da intencionalidade, que é assim um imponderável físico, que não pode ser tratado como uma emanção sintetizada no tecido cerebral.

Acreditamos que nem o mais exacerbado crítico de Searle levaria a sério a proposta de Boden, para quem o filósofo teria colocado a intencionalidade como produto de uma síntese “misteriosa” da matéria encefálica. Esquece a ensaísta que a intencionalidade emerge como componente psicológico, e não pode, em nenhuma hipótese que deseje plausibilidade, ser associada a uma substância material. Atribuindo a Searle esta posição Cartesiana, demonstra ela uma leitura equivocada da posição do filósofo, dado que aquele se refere à clássica questão cérebro-mente como um pseudo-problema.

Encontramo-nos então em condições de analisar porque Searle nega ao sistema computacional - e não exclusivamente ao *hardware* - a propriedade da intencionalidade.

Ora, a resposta aqui se encontra exatamente na crítica que acabamos de fazer. Como não se trata de um produto físico, cuja síntese dependa da presença explícita deste ou daquele elemento químico (se não fora assim, estruturas cerebrais compostas de material diferente, mas capazes do mesmo tipo de comportamento cognitivo que o nosso não poderiam exibir, da mesma forma, intencionalidade), mas sim de uma propriedade SISTÊMICA da mente. Apenas se fôssemos capazes de emular este comportamento num processador automático poderíamos atribuir-lhe intencionalidade.

Assim, evidentemente, não é a presença ou ausência de determinada proteína, substância ou elemento químico que leva a mente a “produzir” intencionalidade, mas sim uma propriedade operacional intrínseca de seu comportamento.

Tentar descrever a intencionalidade ao nível microscópico, como faz Boden (e outros ainda, que leram Searle com restrições e vieses) implica num equívoco: a intencionalidade decorre de um comportamento inteligente, e este, igualmente, não pode ser descrito em nível microscópico.

Passaremos agora à crítica de Stroud ao conceito de base pré-intencional (*background*), um componente essencial quer da teoria de Searle, quer do uso argumentativo que dela fizemos na presente dissertação [Stroud, 1991].

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 4 - Searle e seus Críticos

4. 2. - A crítica à Base Pré-Intencional

Num artigo denso e extremamente interessante, publicado numa coletânea de comentários acerca das idéias de Searle e suas réplicas, denominado “The Background of Thought”, B. Stroud faz críticas relevantes ao conceito de *base pré-intencional (background)* do qual nos servimos para fundamentar as nossas investigações concernentes ao problema da inferência semântica e que julgamos oportuno expor e eventualmente comentar, no presente ponto de nossa discussão [Stroud, 1991: 245-58].

Analisaremos aqui, pinçados do citado artigo, apenas os pontos que o próprio Searle julgou oportuno rebater, acrescentando, tal como anteriormente, nossas próprias observação referentes ao debate ao final da presente secção.

Para Stroud, “é muito difícil descrever, e por conseqüência compreender, o que [o conceito de] *base pré-intencional (background)* quer dizer. Penso que Searle seria o primeiro a insistir que ele não foi ainda realmente capaz de explicar [este conceito] satisfatoriamente, até o presente. Mas ele acredita na sua existência e que deve ser incorporado e reconhecido numa explicação plena da intencionalidade humana. E, conquanto pouco seja conhecido a este respeito, ele [Searle] está certo que deve ser encarado como algo ‘mental’ ...” [Stroud, id., pp. 246-7].

E neste diapasão prossegue o crítico, apresentando não poucas objeções à idéia postulada por Searle, que delas faz o seguinte apanhado: “Um dos menos compreendidos capítulos [de minha obra] *Intencionalidade [Searle, 1983]* é aquele denominado ‘*base pré-intencional (background)*’. Devo ser parcialmente responsável por isto porque não me expressei com clareza suficiente. Acredito, contudo, que parte da falta de clareza deve ser atribuída à pura dificuldade e obscuridade da matéria tratada. A tese principal do citado capítulo é que os estados intencionais só operam, apenas determinam suas condições de satisfação, dada uma *base pré-intencional (background)*, ou *não-intencional* de habilidades e capacidades que não consiste, ela mesma, em fenômenos intencionais e não são, estritamente falando, parte da rede (*network*) holística dos estados intencionais...” [Searle, 1991: 289].

E prossegue Searle, reconhecendo a pertinência da crítica adiantada por Stroud: “O artigo provocativo e engenhoso de Stroud [Stroud, op. cit] é a mais extensa discussão que encontrei de minha visão acerca deste tópico: [a *base pré-intencional (background)*] e não estou certo de poder responder a todas as questões que ele levanta ... Penso que muito do argumento de Stroud se baseia numa série de sutis, porém profundas, incompreensões. Minha suposição é que ele está a interpretar minhas questões em termos de suas próprias preocupações profundas com problemas epistemológicos...” [Searle, id, 289].

E o próprio Searle levanta então as principais questões elaboradas por Stroud, às quais pretende responder, e que a seguir citamos:

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 4 - Searle e seus Críticos

1. Searle apresenta-nos uma teoria da Intencionalidade projetada para capacitar-nos ‘a compreender como qualquer de nossos estados intencionais vem a ser aquilo que é’ [apud Stroud, op. cit., p. 258]. Ele [Searle] procura uma teoria que seja capaz de ‘explicar, em geral, como qualquer estado intencional é possível’ [id., p.258].

2. Searle postula [a existência] de uma *base pré-intencional (background)*, porque ‘é de alguma forma capaz de tornar inteligível para nós precisamente como podemos adentrar nos estados particulares de intencionalidade nos quais podemos estar’ [ib., p. 251].

3. Uma teoria de Intencionalidade deve explicar fenômenos intencionais em termos ‘mentais’ ou intencionais [ib., p. 253]. Afirma Stroud: ‘Nenhuma explicação em termos não-intencionais será capaz de tornar fenômenos intencionais inteligíveis na maneira correta’ [ib., p. 253].

4. Mas a base pré-intencional (*background*) não pode ser intencional, devido ao risco de argumentar-se regressivamente. ‘Nenhuma explicação em termos intencionais pode ser adotada para estados intencionais em geral’ [ib., p. 253].

5. Portanto, Searle está adiantando argumentos contraditórios em sua teoria. ‘Por um lado, recaímos por ‘lapso’ em um vocabulário intencionalístico, porque estamos procurando por uma explicação que tornará inteligíveis os fenômenos [intencionais] para nós naquele modo intencional; mas desde que a ‘base pré-intencional (*background*)’ é também algo capaz, supostamente, de explicar como são possíveis os estados intencionais, vemos que ela, por seu lado, não pode ser constituída por tais estados’ [ib., p. 253]”.¹⁰

Searle assinala que todos os quesitos levantados por Stroud contêm uma incompreensão do sentido de suas idéias e passa a rebatê-los. Pela importância por nós atribuída ao conceito de *base pré-intencional (background)*, bem como pela utilização extensa que dele fizemos em nosso capítulo anterior, julgamos oportuno apresentar um resumo da contra-argumentação do filósofo americano.

Com relação ao primeiro item, Searle nos afirma que não tenta, como quer Stroud, adiantar uma teoria de intencionalidade capaz de explicar como eles se tornam o que são, ou como torná-los inteligíveis. Para o filósofo de Berkeley sua abordagem do problema é “naturalística”, já que parte da constatação que possuímos estados intencionais, tais como crenças, desejos, etc, e desejamos compreender os mecanismos pelos quais operam. Pretende-se portanto questionar “qual o tipo de estrutura possuem os estados intencionais, e como tais estruturas os relacionam com o mundo” e não, como

¹⁰ Fizemos a citação da problemática identificada por Stroud no trabalho de Searle *in extenso* para clareza. Termos assinalados no texto acompanham o original.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 4 - Searle e seus Críticos

quer Stroud, “Como se tornam [os estados intencionais] aquilo que são?”, ou ainda, “O que os torna inteligíveis?”. O escopo de Searle é, a nosso ver (e também segundo ele nos assevera) bem mais modesto, ao adiantar sua teoria de Intencionalidade, do que o que lhe empresta Stroud em sua crítica [apud Searle, 1991: 290].

Com relação ao segundo item, que trata especificamente da *base pré-intencional (background)* e que portanto nos interessa muito de perto, Searle nos afirma que não postula a existência desta *base pré-intencional (background)* por força de um pressuposto teórico, mas que simplesmente reconhece sua existência, como um fato decorrente da necessidade da existência de um aparato não-intencional que possibilite a ocorrência das representações.¹¹ Para Searle, se alguém percorrer o trajeto sugerido pela rede (*network*) de estados intencionais, “descobrirá que todo o sistema de intencionalidade funciona em decorrência de um conjunto de habilidades e capacidades que não são em si intencionais”. Não decorre esta idéia portanto de uma “necessidade” teórica, o que torna a necessidade de argumentos e justificativas neste nível desnecessárias. Diríamos nós que se trata de algo cuja existência identificamos, mas cuja existência não é necessário justificar, estabelecendo o seu estatuto ontológico de forma irrecorrível. Trata-se, a nosso ver, de uma “hipótese de trabalho”, que nos permite uma certa visão do mundo, e como tal pode ser aceita ou recusada [apud Searle, op. cit., p. 290].

O terceiro item coloca-nos uma discussão do “mental” e do “intencional”. Embora uma certa confusão possa emergir, ao longo do debate, em torno dos significados pelos quais são tomados estes termos, Searle deixa explícita sua posição a respeito. “Não emprego ‘mental’ e ‘intencional’ como equivalentes. E não procuro alguma explicação da Intencionalidade em termos Intencionais. Afirmo que a *base pré-intencional (background)* é mental, e Stroud toma isto como a principal fonte de contradição que ele afirma ter descoberto, porque ele pensa que ‘mental’ deve significar ‘intencional’” [Searle, ib., p. 290]. E passa então o filósofo de Berkeley a explicitar, ainda uma vez mais, que seu conceito de *base pré-intencional (background)* é mental, embora não consistindo de fenômenos intencionais. Este tópico merece um maior esclarecimento, e passemos portanto a ele.

Verdadeiramente, o fato da *base pré-intencional (background)* ser “mental” não implica em relacioná-lo com fenômenos intencionais. Isto porque posso, por exemplo, possuir uma dada crença (um estado intencional) mesmo sem considerar se esta crença é comprovadamente (isto é, colocada diante dos fatos do mundo) verdadeira. Assim com os estados intencionais, a *base pré-intencional (background)* se realiza na mente, e é neste sentido que é “mental”. A *base pré-intencional (background)*, como quer Searle,

¹¹ Para Searle, o funcionamento da Intencionalidade não pode ser totalmente Intencionalístico (e aqui o encontramos uma posição alternativa que se opõe à circularidade apontada por Stroud), e assim este funcionamento deve pressupor um conjunto de capacidades que não são, elas próprias, intencionais. Tal seria, para Seale, o pressuposto teórico da base pré-intencional [Searle, 1993: 293] (cf. nota 17).

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 4 - Searle e seus Críticos

“não consiste em objetos reais ou estado de coisas no mundo, nem se localiza em Kansas City ou no Polo Norte. Posso ter todas as minhas habilidades de *base pré-intencional (background)* mesmo se estiver radicalmente equivocado em relação à realidade do mundo, e neste sentido minhas habilidades de *base pré-intencional (background)* são independentes de como as coisas são de fato no mundo em que represento a mim mesmo com minha intencionalidade” [Searle, op. cit., 291].

O quarto item coloca-nos diante da acusação de circularidade a respeito da proposta de Searle, identificada pelo fato que não podemos adiantar nenhuma explicação em termos intencionais para os fenômenos intencionais. Searle admite a circularidade, embora não exatamente aquela identificada por Stroud.

Stroud argumenta que se imaginamos o conteúdo da mente como consistindo de representações mentais, devemos ainda aceitar a intervenção da atividade de apreensão destas representações. E esta apreensão não pode se constituir de outras representações, quando estaria então caracterizada a regressão.

Searle admite a regressão relativamente ao argumento da *base pré-intencional (background)*, mas para ele esta vem a ocorrer em um instante posterior ao apontado por Stroud. Segundo sua resposta, o problema passa antes, pelo consenso acerca da idéia de representação. Para ele, a representação deve, necessariamente incluir a apreensão, combinando ambas as atividades, eliminando, assim, a regressão deste estágio inicial.¹²

Para o filósofo, um número de argumentos em defesa do conceito de *base pré-intencional (background)* foi apresentado, entre eles aquele que afirma que os conteúdos Intencionais não são auto-interpretados ou auto-aplicáveis [apud Searle, op. cit., p. 291]. Assim, por exemplo, diante do enunciado de uma sentença, se uma pessoa apreendeu o significado de todas as palavras de uma sentença, e deste modo foi capaz de compreender toda a sentença, ainda assim o sentido da sentença está sujeito a um sem número de interpretações.¹³ Uma sentença, prossegue, “não é auto-aplicável, e algumas vezes uma sentença constituída de palavras com significado específico pode não admitir interpretação literal” [id., p. 291].

Se bem lemos o filósofo neste ponto de sua resposta a Stroud, devemos entender que de maneira análoga a que uma sentença não é auto-aplicável, faltando-lhe assim um “conteúdo intrínseco, sem exceção nem ambigüidade”, um estado intencional não é auto-interpretável ou auto-aplicável, sendo portanto necessária a intervenção da *base pré-*

¹² Searle cita neste ponto J. Fodor, para quem a questão de uma representação necessitar apreensão nem mesmo é colocada [Fodor, 1981]. E é justamente a este ponto que voltaremos em nosso comentário pessoal.

¹³ Enviamos, neste ponto, o leitor, de volta à discussão acerca da interpretação de metáforas e a pragmática da semântica, tal como fizemos no capítulo anterior.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 4 - Searle e seus Críticos

intencional (background) para sua interpretação. São ambos fenômenos mentais, mas de diferente natureza. Não se pode, evidentemente, recorrer a um dado fenômeno intencional para explicar outro de mesma espécie. A intervenção da *base pré-intencional (background)* como condição de satisfação do estado intencional basta, no contexto da teoria avançada por Searle, para colocá-la numa categoria de fenômeno “mental” diferente e remover assim a circularidade observada por Stroud.

Da leitura que Searle realiza da crítica de Stroud com relação ao último item (imbricado, aliás, com o acima discutido), sua teoria de Intencionalidade não remete a uma visão filosófica do realismo como “a teoria verdadeira” [Searle, op. cit., 292]. Segundo ele, a hipótese da *base pré-intencional (background)* não implica em abraçar a “crença metafísica” da existência real do mundo. Para Searle, sua teoria de Intencionalidade e o postulado da *base pré-intencional (background)* não é capaz de resolver o “problema epistemológico do ceticismo acerca do realismo” [apud Searle, op. cit., p. 292, *passim*]. Se bem captamos a posição de Searle neste ponto, os fenômenos intencionais e o pano de fundo provido para sua satisfação podem existir, independentemente da realidade da existência do mundo. Neste ponto concorda ele com Wittgenstein, para quem nós “apenas agimos” [apud Searle, op. cit., p. 292]. Para que possamos, de acordo com os exemplos citados no texto, falar, esquiar, beber cerveja, etc, não é necessário possuir uma crença adicional na existência real do mundo. Meu compromisso [com o real, diríamos] decorre, para Searle, da maneira como me comporto e este comportamento não implica em compromisso com a “verdade” do realismo.¹⁴ Sua teoria de Intencionalidade implica num compromisso com o realismo, no sentido em que negando-o, não teríamos inteligivelmente os estados intencionais que possuímos. Mas, enfatiza Searle, este “compromisso com o realismo” não implica, em nenhum momento, em um compromisso com a “verdade” de nenhuma proposição. Negar o realismo, contudo, “implica em negar as condições de inteligibilidade de proposições publicamente acordáveis” [ib., p. 292].

O que podemos acrescentar, de nossa parte, ao debate travado? Ocorre-nos no momento retornar à discussão do problema da representação, onde encontramos divergências entre Stroud e Searle.

¹⁴ É interessante assinalar que ultrapassando em algo mais a linha de argumentação de Searle, há autores, como Lacoste (e por nós anteriormente citados, num contexto bastante semelhante no capítulo anterior) que se utilizam da teoria da Intencionalidade de Searle como argumento contra o suposto ceticismo, por exemplo, de Wittgenstein e Austin, ao afirmar, citando o filósofo de Berkeley: “O próprio fato de haver uma representação - portanto dos estados intencionais - só é possível sobre um fundo que confira às representações a propriedade de ser ‘representação de algo’ [Lacoste, 1992: 106]. Da leitura que fizemos do texto de Searle, contudo, queremos crer que o filósofo não autoriza, de forma explícita, o emprego de sua teoria da Intencionalidade como critério de verdade, ou como autenticação de uma visão realista do mundo.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 4 - Searle e seus Críticos

Para Stroud existe uma demonstração “simples e conclusiva” que o pensamento, os fenômenos intencionais em geral, não podem ser descritos totalmente a partir de representações, “conteúdo intencional” ou objetos presentes à mente [Stroud, 1991: 245]. Para ele, a representação por si só não é suficiente, porque a pessoa tem ainda que efetuar uma “apreensão” daquilo que é representado, de modo que algum significado seja atribuído ao objeto representado. Stroud nos afirma portanto que “pensar implica em representações ou conteúdos e uma apreensão ou entendimento” daquilo que é representado [ib., 245]. Prossegue daí, afirmando que esta apreensão deve ser também um fenômeno (ou conjunto de fenômenos) psicológicos, e que uma teoria completa da mente deveria levar em conta igualmente este ato.

Não se pode, nos afirma ele, apelar novamente para a representação na explicação da apreensão, sob pena de recairmos no vício da regressão, ou da petição de princípio. E neste ponto identifica as “representações” com os “conteúdos intencionais”, mostrando que de per si esta teoria [dos estados intencionais] é insatisfatória para resolver este problema.¹⁵

Este é o ponto de partida da crítica à teoria da Intencionalidade de Searle efetuada por Stroud. Cabe a nós, no presente instante, apresentar nossa visão pessoal acerca do problema levantado por Stroud e sugerir uma linha de argumentação alternativa.

Para Searle a questão da representação de um objeto e a necessária apreensão da representação, etapa indispensável para a compreensão daquilo que se representa, é um pseudo-problema, já que é posição sedida na literatura, cita-nos ele, conceituar a representação mental não como um conjunto de “retratos mentais” de objetos, mas sim o conjunto de operações mentais que implicam na representação e em sua apreensão, como uma entidade atômica. Assim, representar implica em apreender, e a questão de Stroud fica sem sentido.¹⁶

Permitimo-nos neste ponto discordar de Searle. E dizer que perdeu ele a “vantagem psicológica” de introduzir mais um argumento justificativo para sua hipótese de trabalho da *base pré-intencional (background)*. Vejamos como.

Stroud tem razão quando nos afirma que “um momento de reflexão” irá nos convencer que o pensamento envolve a representação e a apreensão do que é representado. Basta-nos um exemplo simples: confrontado com um objeto desconhecido, o ser humano não é capaz de atribuir-lhe qualquer significado inteligível. Como numa

¹⁵ As questões que emergem decorrentes da simplificação que ocorre quando as representações são identificadas com os estados intencionais, no sentido que lhes empresta Searle foram, a nosso ver, esclarecidas pelo filósofo de Berkeley ao longo de nossa exposição.

¹⁶ É neste ponto, tornamos a lembrar ao leitor, que Searle faz menção ao trabalho de Fodor [Fodor, 1981]

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 4 - Searle e seus Críticos

instância trivial, para uma pessoa ignorante da notação musical e de seu significado, a representação de uma partitura impressa tem para ele o exato valor de uma algaravia ininteligível. Ora, “compreender” implica, conseqüentemente, em representar e apreender.

É justamente nesta segunda etapa do entendimento - qual seja a apreensão - que intervem nossa *base pré-intencional (background)*. É contra o pano de fundo dos aspectos mentais não-intencionais que vem a constituir esta base pré-intencional que o objeto representado começa por fazer sentido e a ser interpretado pelo intelecto de forma inteligível.

Não podemos, conforme admite Searle, provar teoricamente a existência desta *base pré-intencional (background)*, mas a própria linha de raciocínio seguida por Stroud (e que Searle deixa escapar) reforça sua possibilidade de existência.

É certo que a hipótese de *base pré-intencional (background)*, tal como proposta por Searle e utilizada por nós neste momento se encontra atada por tênues fios, de uma “possibilidade”, cujo suporte teórico está ainda por ser desenvolvido.

Mas se a utilizarmos como hipótese de trabalho, introduzida *ad-hoc* ainda que seja para dar conta de nossa capacidade de apreender o significado das representações que fazemos dos objetos, vemos que a dicotomia representar/apreender interposta por Stroud encontra uma resposta, e serve como argumento adicional à sua existência, como quer Searle.

É de se notar, concomitantemente, que fazendo recurso a esta *base pré-intencional (background)*, na explicação da apreensão, por se tratar de uma entidade mental **não-intencional** (ou não-representacional, como quer Stroud), a discussão acerca da petição de princípio fica, igualmente removida.

Resta-nos ianda uma importante questão, respondida apenas incompletamente pelo filósofo de Berkeley, a saber: Em que consiste esta *base pré-intencional (background)*, ou, nas palavras do filósofo, “qual o tipo de estruturas de que é feita a *base pré-intencional (background)*? Como se relacionam estas estruturas com o mundo?” ou ainda, “como o Intencional se relaciona, internamente, ao não-intencional?”

Tais questões permanecerão ainda por algum tempo no horizonte próximo da filosofia da mente. E, optando, como a crítica de Stroud sugere, por negar a possibilidade de existência da *base pré-intencional (background)* implica em retirar-nos a possibilidade de investigar, com uma riqueza ainda maior, os mecanismos pelos quais nosso aparelho cognitivo opera.

Podemos, entretanto, oferecer uma resposta, que se apresenta em decorrência das propostas de Searle que discutimos: dado que um dos principais métodos de

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 4 - Searle e seus Críticos

resolução de problemas que adotamos repousa na analogia, fato este reconhecido pela filosofia empirista, podemos considerar esta base pré-intencional como uma “reserva técnica” de conhecimento, estocada em nossa memória (e, graças a este fato, não-intencional). Quando evocada, justamente como meio auxiliar de resolução de uma situação nova ou problemática, se torna intencional. É a partir destas constatações que devemos procurar a relação da base pré-intencional com o mundo, e do não-intencional com o intencional ¹⁷. Da mesma forma, pensamos poder incluir na categoria dos mecanismos de resolução de problemas que utilizamos a intuição, que parece repousar, igualmente, nesta base pré-intencional, que deve ser entendida aqui como um “banco de dados” ao qual recorreremos, quando depararmos com uma situação nova ou a necessidade da formulação de uma nova concepção para um problema novo com o qual nos deparamos.

Passaremos a discutir, ainda que brevemente, a posição de Searle e os impactos de sua posição contra a *hipótese dos símbolos físicos*, que encerra em si o manifesto da Inteligência Artificial em sentido *forte*.

4. 3 - Searle e a Hipótese dos Símbolos Físicos (*IA forte*)

Resta-nos ainda a sintetizar a importante discussão, que envolve as idéias do filósofo de Berkeley, relativamente à *hipótese dos símbolos físicos*.

De acordo com Searle, a característica da Inteligência Artificial (*forte*) que a torna tão atraente consiste justamente numa distinção cartesiana entre o programa e sua realização. Esta distinção encontra correspondência na dicotomia presente entre o “nível das operações mentais e o nível das operações no cérebro” [Searle, 1990: 83].

Interpretando o pensamento de Searle, podemos imaginar o seguinte diagrama, onde encontramos a analogia apontada:

¹⁷ cf. nota 11

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 4 - Searle e seus Críticos

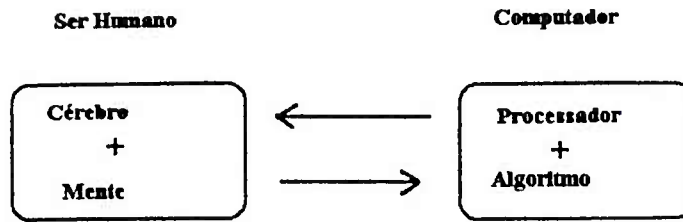


Fig. 4. 1 - Analogia Computador / Ser Humano e o Dualismo

Para Searle, a primeira dificuldade apontada para a sustentação da analogia proposta e de seu conseqüente dualismo consiste em observar que a intencionalidade não pode ser dissociada da causalidade, e que portanto apenas um aparato provido de poderes causais como o cérebro pode exibir intencionalidade, e esta é componente essencial ao entendimento.

A segunda dificuldade por ele apontada demonstra que um programa (ou algoritmo) é puramente formal, enquanto que os estados intencionais não o são, pelo menos da mesma maneira [Searle, op. cit.: 84] ¹⁸. Para Searle a afirmação anterior pode ser comprovada pela constatação de que um estado intencional é definido em termos de conteúdo, e não de forma.

Uma terceira dificuldade apontada por Searle e que já tivemos ocasião de discutir em nosso primeiro capítulo é que os estados mentais e os eventos são produto da operação do cérebro, enquanto que um programa não é, da mesma maneira, um produto do computador que o executa ¹⁹.

Podemos então resumir o programa da Inteligência Artificial em sentido forte como se segue: se o conjunto processador/algoritmo é capaz de emular o ser humano, então os dois sistemas são equivalentes. E neste caso, o dualismo se sustenta, pelo menos para o computador, no qual as duas funções são disjuntas e se realizam diferentemente. Para Searle, a consecução deste objetivo passa, **necessariamente**, pela questão da intencionalidade.

¹⁸ Podemos retornar, neste ponto, ao problema da computabilidade e de outras limitações dos formalismos, tal como fizemos no capítulo dois desta dissertação, reforçando a colocação de Searle.

¹⁹ Chamamos a atenção do leitor para nossa hipótese de *metaconhecimento* que pervaga a construção de um algoritmo e que vem de encontro à posição de Searle nesta discussão.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 4 - Searle e seus Críticos

Neste sentido, a hipótese dos símbolos físicos transforma a intencionalidade numa questão claramente empírica.

O problema da Inteligência Artificial em sentido forte decorre portanto da necessidade de estabelecermos uma base teórica que possibilite um conhecimento dos mecanismos de “produção” de intencionalidade, que entendemos ser uma propriedade macroscópica do cérebro. Tal conhecimento depende, por conseguinte, do estabelecimento de um salto paradigmático que, ultrapassando os limites da abordagem puramente sintática e formal no qual se encontra, permita-nos desvendar o segredo oculto da “produção” da intencionalidade pela mente.

Por outro lado, um outro problema filosófico se impõe: Se, contrariamente ao que acreditamos, ao fim e ao cabo, através da aplicação de processos puramente sintáticos e formais, nos quais se baseia a manipulação simbólica, a *hipótese dos símbolos físicos* de Newell se provar verdadeira, até que ponto seremos capazes de postular a existência de nossa intencionalidade?

Passaremos a analisar, de forma concisa, as tendências e perspectivas que o futuro próximo nos aponta, no campo da pesquisa formal em Inteligência Artificial.

4. 4. - Tendências e Perspectivas Futuras ²⁰

Um longo caminho foi percorrido pela pesquisa em Inteligência Artificial, desde os trabalhos pioneiros de Turing [Turing, 1950], os esforços realizados conjuntamente por Newell, Shaw e Simon [Newell, Shaw e Simon, 1963a, 1963b, 1963c], as idéias de Feigenbaum [Feigenbaum, 1963], e os modelos linguísticos propostos por Chomsky, [Chomsky, 1955, 1958, 1959a, 1959b, 1959c, 1966].

Inicialmente fundamentados no modelo computacionista, que se apoia, por sua vez, na proposta comportamentalista, da qual deriva, inclusive, o celebrado ‘teste’ proposto por Turing [Turing, 1950, rep.1963], tais trabalhos são caracterizados por uma visão “romântica” dos propósitos e possibilidades da inteligência artificial. ²¹

Cedo, entretanto, verificou-se, na prática da pesquisa e à vista dos resultados obtidos, que os objetivos prometidos não seriam alcançados com facilidade, o que

²⁰ Acreditamos que a principal importância desta derradeira secção consiste em remeter o leitor interessado a um conjunto de referências bibliográficas de grande importância para uma visão panorâmica do trabalho de pesquisa realizado em inteligência artificial, quer por cientistas de computação, quer por filósofos atentos a esta problemática, até o presente estado da arte.

²¹ Esta visão “romântica” decorre do fato que, numa primeira abordagem, pareceu claro aos pesquisadores a analogia entre o cérebro humano e o computador, seguindo-se daí, por um raciocínio silogístico, que estaria ao alcance da mão a emulação do comportamento inteligente neste dispositivo.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 4 - Searle e seus Críticos

provocou, por um lado, um progressivo desalento com o modelo computacionista e por outro, a busca por soluções alternativas.

As consequências desta constatação não tardaram a se fazer sentir. Emergiu uma nova proposta, baseada no modelo conexionista, que abandona inclusive o paradigma de processamento em máquina de Von Neumann (cf. cap 2) e propõe um novo modelo de processamento, baseado em máquinas de processamento paralelo.

A investigação filosófica da problemática associada à inteligência artificial sentiu igualmente as consequências desta ruptura, havendo um crescente interesse por uma nova ciência - a ciência cognitiva.²² Esta vem a constituir-se numa área multidisciplinar, englobando a psicologia, a neuro-fisiologia, a física e a filosofia, englobando muitas das especulações que fizeram parte do acervo da filosofia da mente e da linguagem, unificadas agora nesta nova ciência a cujo nascimento assistimos em nosso tempo presente e cujos progressos estamos a observar interessadamente.

Entretanto, na procura por resultados práticos, muitos problemas tem-se mostrado rebeldes a este novo modelo metodológico que representa, diga-se de passagem, para autores como Searle e Penrose, conforme discutimos ao longo da dissertação, apenas um nível de descrição alternativo para a problemática do conhecimento.

Esta constatação conduziu pesquisadores como Marr, a quem temos recorrido com frequência, um dos que “colocaram a mão na massa”, na busca por soluções específicas para problemas concretos, [Marr, 1974, 1976a, 1976b, 1978] a recomendar que os esforços se concentrem na classe de problemas “tipo-1 computável”, conforme a classificação por ele mesmo proposta.

A outra classe, que envolve problemas do tipo que ele denomina “tipo-2 computável”, na qual podemos incluir o extensamente discutido problema do tratamento da linguagem natural e da inferência semântica, deverá, ainda, segundo este mesmo pesquisador, aguardar uma formulação mais precisa para que uma solução possa ser investigada. Entretanto, uma teoria consistente, capaz de dar conta da complexidade dos problemas cognitivos envolvidos ainda está por surgir. E acredita Marr que, dada a importância desta investigação, “parece bastante provável que uma teoria razoavelmente respeitável deverá eventualmente emergir” [Marr, 1990: 142].

Como mais um exemplo das intrincadas questões que envolvem a compreensão da linguagem natural, encontramos descrita por Marr a história da mosca, bastante semelhante ao “caso do hambúrguer” ao qual aludimos, que foi por ele denominado

²² O leitor interessado em uma leitura introdutória acerca da ciência cognitiva pode dirigir-se, por exemplo, ao texto ‘Cognitive Science: The Newest Science of the Artificial’ [Simon, 1981].

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 4 - Searle e seus Críticos

como “problema da ‘janela-referência’, que consta da atribuição de múltiplas descrições possíveis de uma dada situação e que se constitui, claramente, num caso de inferência semântica, cujas dificuldades de resolução se encontram descritas no texto a que aludimos [Marr, 1990: 140 ss].²³

Gostaríamos de encerrar esta dissertação com uma indagação. Qual tem sido, até o momento, a importância do debruçar filosófico acerca da investigação da inteligência artificial? Acreditamos ser possível encontrar uma resposta numa reflexão acerca das muitas idéias apresentadas e discutidas ao longo dos capítulos anteriores.

Reconhecer que há limitações de escopo para a abordagem a partir da manipulação simbólica, na qual se baseia a “hipótese do sistema de símbolos físicos” e que fundamenta a inteligência artificial em sentido “forte”, bem como acreditar que há uma divisão do trabalho cognitivo entre nosso mecanismo lógico-formal e nosso mecanismo intencional, aponta para a necessidade de uma investigação ainda mais profunda dos segredos encerrados em nossa inteligência.

Descendente direta da tradição filosófica racionalista, o projeto de processamento simbólico de informação assistiu a crescentes dificuldades, as quais haviam sido já previstas por Dreyfus, e ignoradas pelos pesquisadores de ciência da computação, tal como podemos ler na história da Inteligência Artificial escrita por Newell: “A objeção intelectual central apresentada por Dreyfus ... é que a análise do contexto da atividade humana através de elementos discretos está fadada ao fracasso. Esta objeção se baseia na filosofia fenomenológica. Infelizmente, isto parece ser uma inverdade, naquilo que concerne à Inteligência Artificial. As respostas, refutações, e análises que foram feitas posteriormente aos escritos de Dreyfus simplesmente não autorizam o engajamento de suas críticas nas previsões que devemos fazer ...” [Newell, 1983: 222-3].

As argutas previsões de Dreyfus, totalmente fundamentadas na análise filosófica do problema acabaram se concretizando, na prática dos resultados obtidos. E viu-se Newell, certamente, na desagradável posição de reconhecer o pequeno avanço consignado, em contraste com as otimistas previsões que fizera. Submetido a uma constatação empírica o projeto racionalista não foi bem sucedido.

²³ O exemplo citado por Marr é como se segue: São dadas as seguintes proposições: a) uma mosca zumbe irritantemente sobre a vidraça de uma janela; b) João apanhou o jornal. De acordo com o raciocínio inferencial que desenvolvemos, podemos concluir que as intenções de João relativamente à mosca são, com grande margem de certeza, malignas. Se João, , tivesse, ao invés, apanhado o aparelho telefônico, prossegue Marr em sua exposição, a base para a inferência seria menos evidente - isto porque, sabidamente, uma folha de jornal é um dispositivo eficiente para esmagar uma mosca contra uma janela, enquanto que a utilidade do aparelho telefônico nesta circunstância é menos clara. Este exemplo ilustra ainda, de maneira bastante evidente, os conceitos de “base pré-intencional” e “rede de estados intencionais”, propostos por Searle e por nós discutidos na seção 3.4.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Capítulo 4 - Searle e seus Críticos

Vemos atualmente, com crescente interesse, o assomar de uma nova proposta: a ciência cognitiva. Neste sentido, estamos abandonando as base filosófica racionalista que acompanha a teoria clássica da inteligência artificial e depositando nossas esperanças na modelagem do processamento paralelo configurado através das redes neurais.

Pesa sobre este modelo entretanto uma outra sombra proveniente da filosofia, conforme encontramos na citação de Wittgenstein: “Nada parece mais possível para mim do que a convicção que as pessoas irão, um dia, chegar à opinião definitiva que não há cópia no ... sistema nervoso que corresponda a um pensamento particular, ou a uma idéia particular, ou memória ...” [Wittgenstein, 1982: i. 504(66e)].

As mesmas inquietações assomam em Searle, cuja colocação apresentaremos numa versão livre: “Minha própria especulação, e no estado presente de nosso conhecimento de neurofisiologia só pode ser uma especulação, é que se chegarmos à compreensão da operação do cérebro ao produzir a Intencionalidade, isto se dará, provavelmente, baseando-se em princípios que são bastante diferentes daqueles que hoje empregamos, tão distintos entre si quanto o são os princípios da mecânica clássica de Newton e a mecânica quântica. Quaisquer que sejam os princípios capazes de nos dar uma descrição adequada do funcionamento do cérebro, terão que reconhecer e explicar igualmente a capacidade causal da Intencionalidade” [apud Searle, 1983: 272].

Searle está aqui aludindo ao necessário “salto paradigmático”, o qual tivemos ensejo de introduzir anteriormente, e cujo advento estamos ansiosamente aguardando.

Apresentaremos em nosso último capítulo as conclusões às quais pudemos chegar ao longo do trabalho que realizamos. Tal como encontramos na sabedoria dos antigos, *finis coronat opus*.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Conclusões

Capítulo 5 - Conclusões

*The end crowns all,
And that old commun arbitrator,
Time
Will one day end it.*

*Shakespeare (1564-1616)
Troilus and Cressida, act IV.*

O objetivo do presente capítulo de encerramento da dissertação é apresentar as conclusões a que pudemos chegar, ao término de todo o desenvolvimento de nosso trabalho. Esperamos que algumas das idéias nele contidas, cotejadas com a realidade da *praxis* das pesquisas no campo da Inteligência Artificial, tão rico em especulações possíveis, permitam elucidar as grandes indagações que ainda permanecem.

5. 1.- Acerca da Conceitualística da Inteligência Artificial

No primeiro capítulo de nossa dissertação buscamos sobretudo efetuar um esforço taxonômico, no intuito de classificar os problemas abordados pela inteligência artificial a partir de uma análise de seu escopo.

Assim, mostramos que a problemática da IA pode ser enquadrada em dois grandes grupos. No primeiro deles encontramos a classe de problemas que admite uma abordagem puramente algorítmica e sistemática, por não envolver aspectos semânticos relevantes. A este grupo denominamos, no decorrer da dissertação, “tarefas algorítmicas”.

No segundo grupo colocamos a classe de problemas que envolvem a importante questão da inferência semântica, categoria esta onde se encontra o processamento da linguagem natural, com todas as dificuldades envolvidas. A este segundo grupo denominamos “tarefas cognitivas”.

É de relevância notar que a classificação que propusemos encontra eco em pesquisadores que abordaram esta problemática a partir da óptica exclusiva da ciência da computação, conforme fizemos questão de assinalar no decorrer do respectivo capítulo.

Prosseguindo em nossa exploração, mostramos que foram adotadas, na busca pela solução dos problemas emergentes em Inteligência Artificial dois modelos teóricos, dotados de um arcabouço formal próprio e preconizando técnicas de investigação e soluções características.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Conclusões

O primeiro deles, denominado *computacionismo*, é comportamentalista em sua abordagem, reduzindo quer o problema a ser resolvido, quer os métodos de solução, a algo mecânico e automático.

Seguindo nossa argumentação, contudo, a segunda abordagem teórica representa uma ruptura com o acima discutido e a ela denominamos “conexionismo”. De acordo com esta nova proposta, o sistema computacional, em cuja realização se busca emular, em micronível, a atividade cerebral, estando portanto fortemente fundamentado em estudos de neurociência, deve ser suficientemente “plástico”, de modo a lograr um aprendizado incremental a partir de soluções parciais obtidas, e este modelo se fundamenta no processamento paralelo da informação. A ênfase epistemológica se desloca, portanto, neste paradigma, do *metaconhecimento* inerente aos sistemas algorítmicos, para o problema da aquisição do conhecimento e aprendizagem, de modo a tornar possível o “treinamento” das redes neurais nele utilizadas.

Tais são, portanto, as principais conclusões a que chegamos ao longo de nosso primeiro capítulo. Algumas destas idéias, notadamente naquilo que se refere ao problema do conteúdo semântico da informação serão retomadas no segundo capítulo, conforme procuraremos mostrar a seguir.

5. 2. - A Abordagem da Manipulação Simbólica e Suas Conseqüências

O segundo capítulo da dissertação é dedicado a uma extensiva análise da manipulação simbólica, entendida como método e técnica de resolução de problemas a partir do processamento automático da informação.

A primeira conclusão importante que podemos apontar para este capítulo consiste em mostrar que um algoritmo qualquer, destinado à resolução de um problema específico, não possui existência independente do sujeito cognoscente, que deve intervir de forma definitiva, inicialmente “no reconhecimento e caracterização do problema”, que é considerado como “uma abstração do real”, quer na formulação da função (i. e. o algoritmo propriamente dito), quer no controle da solução obtida .

Uma outra conclusão de importância, decorrente desta colocação, nos mostra que a solução de um problema qualquer, principalmente através do processamento da informação, representa uma instância de *metaconhecimento*. Neste ponto intervem novamente a figura do sujeito cognoscente, que irá engendrar em seu aparato cognitivo a solução para um dado problema e posteriormente formalizá-lo em um algoritmo. Deste modo, um algoritmo não é algo dotado de “existência” própria, que possa portanto ser eventualmente “descoberto”, mas sim resulta da introspecção do sujeito acerca de um problema cuja solução lhe seja previamente conhecida.

Neste ponto devemos chamar a atenção do leitor para uma conseqüência de nossas conclusões: ao apontarmos o caráter *metagnosiológico* de um algoritmo estamos

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Conclusões

de acordo com a conceitualística adiantada por Kant, quer na caracterização do sujeito como o “eu penso”, a consciência ou “autoconsciência” capaz de determinar e condicionar toda atividade cognitiva, quer na teoria do conhecimento subjacente às nossas observações, segundo as quais “só podemos traduzir em *conhecimento operante* o conhecimento que repousa no entendimento, *i. e.* aquele que decorre do cálculo e do raciocínio lógico: as proposições analíticas”. Deste modo, seremos igualmente levados a concluir que a manipulação simbólica, enquanto metodologia de resolução de problemas através do processamento de informação não amplifica o saber. Da mesma forma, e baseando-nos em considerações de ordem epistemológica, concluímos que a manipulação simbólica não pode ser confundida com uma atividade cognoscente ou configurar “inteligência”, por representar uma “manifestação” desta.

Prosseguindo, analisamos o conceito de *inteligência artificial em sentido forte*, segundo a qual um sistema universal de símbolos suficientemente complexo poderá tornar-se capaz de exibir um comportamento inteligente, e concluímos por mostrar, através de argumentos epistemológicos, as dificuldades interpostas em seu desenvolvimento. Para que possa vir a ser eventualmente materializado, resta ainda resolver complexos problemas, ainda não totalmente identificados e formulados, principalmente por envolverem alguns aspectos que, com base na argumentação exposta, não são passíveis de formalização.

Passamos a discutir, a partir deste ponto, o importante problema da inferência, concluindo pela existência de um tipo de inferência imediata, que caracterizamos por *inferência lógica*, sendo esta caracterizada pela possibilidade de formulação através de uma base adequada de dados, e uma *inferência semântica*, que intervém no problema da compreensão da linguagem natural, que possui características que dificultam ou inviabilizam sua formulação em um sistema manipulável de símbolos.

Mostramos ainda, em prosseguimento, as limitações da manipulação simbólica, através da discussão do importante problema da computabilidade, que surge como fator de limitação do objeto daquilo que é passível de ser tratado em forma algorítmica, ou, em outras palavras, daquilo que é *computável*. Aludimos então aos problemas da *aceitação*, da *validação* e da *decidibilidade*, propriedades intervenientes na teoria de algoritmos e na lógica computacional, concluindo, tal como Penrose, que a mente é capaz de exibir atividades de natureza não-computacional, o que nos permite, em muitos casos, chegar à solução de problemas cuja natureza não os torna redutíveis ou tratáveis na forma algorítmica.

Terminamos por concluir, com base na argumentação desenvolvida, que há pelo menos uma classe de problemas não-redutível a um algoritmo, e que, por via de consequência, não podem ser resolvidos simplesmente pela manipulação formal de símbolos. Esta constatação nos leva ainda a outra, segundo a qual nosso conhecimento possui duas dimensões, sendo uma lógico-formal e outra de natureza heurística. Aceitando-se esta hipótese de trabalho, concluímos ainda pelo fato que a manipulação

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Conclusões

simbólica deve ser considerada apenas como uma *metodologia de resolução de problemas*.

As conseqüências apontadas por nossas conclusões, neste ponto da dissertação, podem ser elencadas a seguir:

- Nosso aparato cognitivo não opera exclusivamente por manipulação simbólica, estando envolvidas outras características a ele inerentes;
- Esta componente heurística de nossa inteligência nos permite chegar, por vias alternativas ainda não totalmente identificadas e cuja geografia ainda nos é desconhecida em grande parte, à solução de problemas irredutíveis a um algoritmo;
- Assim, um projeto de inteligência artificial, que visa lograr a resolução de problemas através do processamento de informações fundamentado exclusivamente em manipulação formal de símbolos está fadado ao insucesso, por lhe faltar justamente esta componente heurística que identificamos;

A busca de uma saída alternativa deste estado aporético em que nossa análise nos deixa foi feita no terceiro capítulo, cujas conclusões passamos a expor em seguida.

5. 3. - A Intencionalidade

Iniciamos o terceiro capítulo com uma apresentação do conceito de intencionalidade, tal como foi entendida, na longa tradição do termo, por Brentano, Husserl e Searle, autor no qual nos apoiamos.

Assim, concluímos por considerar a intencionalidade como um estado psicológico que possui *direcionalidade*. Para o filósofo de Berkeley, a *intencionalidade* é aquela propriedade de muitos estados mentais e eventos pelos quais eles são direcionados para ou acerca dos objetos e estado de coisas do mundo.

A partir da análise da teoria de intencionalidade de Searle estabelecemos uma relação com os objetivos que nos dispomos a perseguir, introduzindo os novos conceitos de *base pré-intencional (background)* e *rede de estados intencionais (network)*. Tais conceitos constituem, conforme podemos concluir, a base de apoio da componente heurística de nosso aparato cognitivo e que permite, segundo mostramos, ultrapassar o estágio lógico-formal da manipulação simbólica no tratamento de problemas tais como a inferência semântica, recorrente na interpretação da linguagem natural.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Conclusões

No âmago desta discussão emerge o clássico problema “cérebro-mente”, para o qual apresentamos a proposta de Searle, denominada, segundo sua própria designação, de “naturalismo biológico”.

Concluimos por abandonar o dualismo Cartesiano e adotamos uma idéia de “identidade” para os “aspectos mentais dos eventos psico-físicos”, segundo a qual tais fenômenos podem ser explicados enquanto “causa e realização de estados mentais”, reconhecendo tratar-se de diferente níveis de descrição de uma mesma coisa.

Mostramos ainda que a dualidade cérebro-mente influenciou fortemente os modelos correntes de pesquisa em Inteligência Artificial. De um lado, a vertente clássica comportamentalista e de outro a nova abordagem do problema, que busca emular a atividade microscópica do cérebro pela utilização de sistemas de processamento paralelo. Devemos observar que esta modificação de tratamento do problema possui consequências epistemológicas dignas de nota, já que ênfase se desloca, para utilizar a terminologia que introduzimos nesta dissertação, da abordagem algorítmica (*metaconhecimento*) para a aprendizagem (*redes neurais*), conforme já assinalamos anteriormente.

Concluimos, igualmente, ao chegar a este ponto de nossa análise, que a influência do dualismo Cartesiano e sua proposta racionalista conduziu, no que diz respeito à pesquisa em Inteligência Artificial, à adoção de uma analogia estreita entre o computador digital e o cérebro humano. Ao assumirmos uma nova visão do problema, de acordo com a teoria de intencionalidade de Searle, propomos que a verdadeira resposta para a atividade cognitiva do homem engloba um aspecto holista, que permite ultrapassar esta dualidade e que esta pode ser considerada, desde o ponto de vista filosófico, como um pseudo-problema.

Prosseguimos constatando que a cognição humana, e particularmente os aspectos semânticos envolvidos na atividade de interpretação da linguagem natural ultrapassa o corredor estreito da manipulação simbólica. É neste ponto que Searle introduz seu célebre *Gedankenexperiment* da Sala Chinesa, cujo objetivo é mostrar as limitações do método lógico-formal e da manipulação simbólica no que diz respeito à inferência profunda decorrente da análise de textos.

É importante observar que a relevância da qual se revestem os aspectos semânticos envolvidos nos problemas do tipo cognitivo que identificamos se tornam preocupação igualmente para o autores especializados na pesquisa em inteligência artificial e os quais tivemos oportunidade de citar.

Com base neste e em outros exemplos, extensamente discutidos na secção 3.4., mostramos que a compreensão da linguagem natural, se mantida nos limites impostos pela manipulação simbólica, não é capaz de ultrapassar seus aspectos sintáticos.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Conclusões

Adotamos uma divisão de níveis distintos para a linguagem natural, postulando a existência do nível literal, do semântico e do metafórico. Mostramos que o nível literal é inteiramente sintático, podendo uma gramática formal dar origem a sentenças corretamente formadas que são, contudo, destituídas de sentido. É por conseguinte apenas pela intervenção da nossa *base pré-intencional (background)* e da necessária rede de estados intencionais (*network*) que podemos adquirir a compreensão semântica de um texto, e tais componentes são, ainda, instrumentais para o enunciado e a compreensão de metáforas. Frizamos ainda ao leitor a importante questão da pragmática do uso da linguagem, discutida em nosso texto e que complementa a argumentação que a este respeito desenvolvemos.

Ora, chegados a este ponto, podemos afirmar que os níveis semântico e metafórico são *heurísticos*, e que, sem a intervenção dos mecanismos cognitivos do base pré-intencional e da rede (que podemos denominar, em conjunto, de uma “experiência prévia”, que nos permite raciocinar por analogias, constatação esta que nos aproxima, filosoficamente, dos empiristas) a compreensão da linguagem natural é impossível.

A consequência desta conclusão para a pesquisa em inteligência artificial é, a nosso ver, crucial. Como estes aspectos envolvidos na compreensão da linguagem natural não são redutíveis a uma abordagem lógico-formal, devemos esperar ainda algum tempo até o surgimento de uma nova teoria dos aspectos cognitivos da linguagem, capaz de dar conta dessas duas componentes, o que se configura no verdadeiro desafio epistemológico desta pesquisa.

Estas importantes questões, apresentadas através da teoria da intencionalidade de Searle e o reconhecimento da existência de mecanismos intervenientes tais como a base pré-intencional e a rede, que tornam nosso raciocínio uma operação heurística, devem ser reconhecidas pela pesquisa em inteligência artificial. Tal é, a nosso ver, a importante contribuição que a análise filosófica do problema tem a oferecer e à qual incorporamos, nesta dissertação, uma pequena parcela.

5. 4 - Searle e Seus Críticos: O debate em torno da Inteligência Artificial

Dividimos a crítica a Searle em duas categorias. Na primeira vamos encontrar os aspectos diretamente relacionados com a inteligência artificial. Na segunda colocamos as discussões suscitadas principalmente com o conceito de *base pré-intencional (background)* e a *rede de estados intencionais (network)*, no contexto das quais se processam, a nosso ver, em nossa mente, os mecanismos de compreensão da linguagem natural.

As críticas encontradas na primeira de nossas categorias se reportam, exclusivamente, à experiência da *Sala Chinesa*. Quando confrontada com as observações efetuadas pelos críticos, que se prendem principalmente a aspectos sistêmicos e

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Conclusões

comportamentalistas, que cercam toda a problemática envolvida na experiência mental proposta por Searle, a conclusão a que chegamos é que, conforme preconiza Searle, a execução de um algoritmo não implica em entendimento. Com o desdobramento consequente que o entendimento repousa em nossa Intencionalidade.

Prosseguimos mostrando que o programa comportamentalista, fortemente apoiado no dualismo Cartesiano cérebro-mente conduziu a uma via sem saída no âmbito da Inteligência Artificial, num sentido falsificacionista: faltou-lhe a experiência crucial, capaz de demonstrar a capacidade do modelo em produzir um mecanismo de manipulação simbólica capaz de enfrentar as dificuldades da compreensão da linguagem natural.

Outra objeção que analisamos, ainda na mesma categoria, diz respeito a um sutil paralogismo apresentado por Boden. Segundo esta filósofa, o argumento de que não há nenhuma componente semântica envolvida na manipulação simbólica deve ser recusado, porque ao instanciar um programa, o sistema apresenta pelo menos o entendimento relativo às instruções que nele estão contidas. Mostramos, neste ponto da discussão, que a afirmação é equivocada, ao confundir um conjunto de estados assumidos pelo processador do sistema (e no qual se exprime o algoritmo, para que possa ser executado) com estados intencionais assumidos a partir da compreensão das instruções ali codificadas.

Ainda outra conclusão relevante, fundamentada nas objeções apresentadas por Boden se relaciona com o problema da intencionalidade enquanto uma espécie de “sub-produto” bioquímico, sintetizado na mente. A conclusão que podemos contrapor a este equívoco mostra que a intencionalidade é uma propriedade macroscópica de nossa mente, uma “propriedade sistêmica” da mesma, segundo nosso próprio dizer, enquanto que procurá-la como uma “substância material” nos conduz, de volta, ao dualismo Cartesiano cérebro-mente, do qual a nossa argumentação nos afasta.

Voltamos então nossa atenção ao importante conceito de *base pré-intencional* (*background*), que encontrou em Stroud um instigante crítico. A principal conclusão que podemos retirar, a partir de toda a argumentação que apresentamos consiste em mostrar que esta *base pré-intencional*, associada a uma *rede de estados intencionais* torna possível a compreensão da linguagem natural no mais além de seu significado sintático. Viabiliza assim a interpretação profunda do significado de um texto, o emprego da metáfora e, um passo além que nos foi apontado por Posner, a concepção de uma pragmática de uso da linguagem.

Devemos concluir, portanto, que, ainda levando em consideração a restrição apresentada pelo próprio Searle, de que falta uma base teórica sólida que estabeleça o estatuto de existência desta *base pré-intencional*, a sua existência pode ser evidenciada de forma indireta, mas convincente. Assim, nossa *base pré-intencional* permanece como uma reserva técnica de conhecimento, ao qual recorreremos, quer na compreensão da

Manipulação Simbólica e Intencionalidade

Conclusões

linguagem natural, quer na heurística associada à resolução de problemas. Quando evocada, esta *base pré-intencional* se torna intencional, estabelecendo assim uma relação causal com o mundo, ou do não-intencional com o intencional.

Concluimos ainda - e neste ponto, a problemática da inteligência artificial assume identidade de uma questão empírica - que, se, eventualmente, for possível, através de manipulação simbólica, ou seja, de métodos lógico-formais, ultrapassar as dificuldades apresentadas na solução das questões relativas à inferência semântica, devemos questionar nossa Intencionalidade e todos os mecanismos a ela associados.

Procuramos mostrar que a Intencionalidade não se reduz a um mecanismo puramente sintático e formal, carecendo portanto de um “salto paradigmático” que formule uma teoria inteiramente nova capaz de dar conta dos mecanismos pelos quais tanto ela quanto as propriedades causais do cérebro possam ser explicados.

Mostramos ainda que Searle assinala de forma enfática que o programa da Inteligência Artificial em sentido forte, baseada na *hipótese dos símbolos físicos*, tal como estabelecida por Newell e seus colaboradores não inclui nem é capaz de dar conta da intencionalidade e afirma que o sucesso desta proposta depende do desvelar dos muitos véus que a encobrem. Devemos inferir portanto que não há comportamento inteligente sem uma rede de intencionalidade e sem uma base pré-intencional subjacente.

Tais foram as proposições às quais logramos chegar, ao término de nossa dissertação. Acreditamos, conforme a tradição da filosofia, ter respondido de forma coerente a algumas indagações, e sobretudo ter suscitado outras, igualmente relevantes.

Consideramos que a reflexão filosófica acerca da questão central que motivou o presente estudo - por que não foi possível, até o momento, dar conta do problema da compreensão da linguagem natural em níveis mais profundos do que a sintaxe - deve ser levada em conta por todos que almejam pesquisar o problema à luz estreita da ciência exata.

Antes de nos lançar à solução de um problema complexo, devemos nos certificar que sua formulação está correta e delimitada, e, principalmente, que exista uma solução para o mesmo. Tal é contribuição que podemos auferir da análise filosófica que empreendermos.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade
Bibliografia

Referências Bibliográficas

Obras Citadas na Dissertação

- ABBAGNANO, N. - Dicionário de Filosofia.**
São Paulo: Mestre Jou, 2a. Ed., 1982.
- ANTONACCI, F. e CALAMANI, C. M. - Capturing the Deep Meaning of Texts through Deduction and Inference.** In: IBM Journal of Research and Development, 36(3): 333-345, 1992.
- BANERJI, R. B. - Artificial Intelligence: A Theoretical Approach.**
New York: North Holland, reimpressão, 1985.
- BARR, A. e FEINGENBAUM, E. A. - The Handbook of artificial intelligence.**
Reading: Addison-Wesley, vol. I, Reimpressão, 1989.
- BODEN, M. A. - Escaping from the Chinese Room.** In: Margaret A. Boden (ed): The Philosophy of Artificial Intelligence. Oxford: , O.U.P., 1990
- _____ : - Intentionality and Physical Systems. In: Philosophy of Science
37:200-14
- BOOLE, G. - The Mathematical Analysis of Logic.**
Cambridge: 1847. Reimpresso em Oxford, Univ. of Oxford Press, 1948.
- BORLAND International Inc, . - Turbo Prolog - The Natural language of Artificial Intelligence.** Scotts Valley: Borland, 1986.
- BORN, R. - Artificial Intelligence: The case Against.**
Londres: Croom Helm, 1987.
- BRENTANO, F. - Psychologie vom empirischen Standpunkt.**
Hamburg: Felix Meiner, 1955.
- CHISHOLM, R. M. - Intensionality.** In: Edwards, P. (ed): The Encyclopedia of Philosophy. Vol IV pp. 201-4. New York: Mcmillan, 1967.
- CHOMSKY, N.- Logical Syntax and Semantics: Their Linguistic Relevance.** In: Language, 31: 36-45 (1955).

Manipulação Simbólica e Intencionalidade
Bibliografia

- CHOMSKY, N.** - Finite State Languages. In: Information and Control, 1(3): 91-112 (1958).
- _____. - Review of B. F. Skinner's 'Verbal Behavior'. In: Language, 35: 26-58 (1959a).
- _____. - On Certain Formal Properties of Grammars. In: Information and Control, 2: 137 (1959b).
- _____. - A Note on Phrase Structure Grammars. In: Information and Control, 2: 393-395 (1959c).
- _____. - Cartesian Linguistics: A Chapter in the History of Rationalist Thought. New York: Harper & Row, 1966.
- CHURCH, A.** - The Calculi of Lambda-Conversion. In : Ann. Math. Studies, 6. Princeton: Princeton Univ. Press, 1941.
- CLOCKSIN, N. F. e MELLISH, C. S.** - Programming in Prolog. New York: Springer-Verlag, 2a. Ed., 1984.
- COLMERAUER, A. et alii** - Un systeme de Communication Homme-Machine en Français. Groupe d'intelligence Artificielle, Univ. d'Aix-Marseille, 1973.
- COLE, D.J., FETZER, J. H. e RANKIN, T.L. (eds.)** - Philosophy, Mind and Cognitive Enquiry. Londres: Kluwer Academic Pub., 1990.
- COPELAND, J.** - Artificial Intelligence: A Philosophical Introduction. Oxford: Blackwell, 1993.
- DALHGREEN, K. e McDOWELL, J.** - Commonsense Reasoning with Verbs. In: Proceedings of the International Joint Conference on Artificial Intelligence. Milão: 1987.
- DEPRAZ, N.** - Husserl. In: LABRUNE, M. e JAFFRO, L. (Eds) - Gradus Philosophique. Paris: Flammarion, 1994.
- FEIGENBAUM, E. A.** - The Simulation of Verbal Learning Behaviour. In: Feigenbaum, E. D. e Feldman, J. (eds): Computer and Thought. New York: McGraw-Hill, 1963
- FODOR, J. A.** - Methodological Solipsism Considered as a Research Strategy in Cognitive Psychology. In: Behavioral and Brain Sciences 3:63-110 (1980)

Manipulação Simbólica e Intencionalidade
Bibliografia

- FODOR, J. A. - Representations.**
Cambridge: MIT Press/Bradford, 1981.
- GELERNTER, D. - The Muse in the Machine - Computerizing the Poetry of Human Thought.** New York: The Free Press, 1994.
- GERSTING, J. L. - Fundamentos Matemáticos para a Ciência da Computação.**
Rio de Janeiro: LTC, 1993.
- HADAMARD, J. - The Psychology of Invention in the Mathematical Field.**
Princeton: Princeton Univ. Press, 1945.
- HEINEMANN, F. - A Filosofia no Século XX.**
Lisboa: Calouste Gulbenkian, 3a. Ed., 1983.
- HOFSTADTER, D. - A conversation with Einstein's brain. In: The mind's I**
(Hofstadter, D. e Dennet, D. C., org.). Harmondsworth: Penguin, 1981.
- HOLLANDA, A. B. - Dicionário Eletrônico Versão 2.0**
São Paulo: Nova Fronteira, 1996
- HUSSERL, E. - Ideen zu einer reinen Phänomenologie und Phänomenologischen Philosophie.** Haag, 1950 (I)
- JACKSON Jr., P. C. - Introduction to Artificial Intelligence.**
New York: Dover, 1985. 2nd. Ed, enl.
- KANT. I - The Critique of Pure Reason.** (trad, inglesa)
Chicago: Britannica, 1952.
- KERNIGHAN, B. e RITCHIE, D. - The C Programming Language.**
Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1978.
- LABRUNE, M. - HUME. In: Gradus Philosophique.**
Paris: Flammarion, 1994.
- LACOSTE, J. - A Filosofia no Século XX.**
Campinas: Papirus, 1992.
- LALANDE, A.- Vocabulário Técnico e Crítico da Filosofia.Vols. I e II.**
Porto: Rés, s. d.
- LAURIÈRE, J. L. - Problem Solving and Artificial Intelligence.**
Hertfordshire: Prentice-Hall International, 1990.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade
Bibliografia

- LENAT, D. B. e GUHA, R. V. - Building large knowledge-based systems: Representation and inference in the CYC Project.**
Reading: Addison-Wesley, 1990.
- LENOCI, M. - La teoria della conoscenza in Alexius Meinong.**
Milão: Università Cattolica, 1972.
- MARR, D. C. - A Note on the Computation of Binocular Disparity in a Symbolic, Low-Level Visual Processor.** MIT AI Lab Memo 327 (1974).
- _____ - **Artificial Intelligence: A Personal View.** In: Margaret A. Boden (ed): The Philosophy of Artificial Intelligence. Oxford: O.U.P., 1990
- _____ - **Early Processing of Visual Information.** In: Phil. Trans. Roy. Soc. B 275: 483-524 (1976)
- MARR, D. C. e POGGIO, T. - Cooperative Computation of Stereo Disparity.**
In: Science 194: 283-7 (1976)
- MARR, D. C. e NISHIRARA, H. K. - Representation and Recognition of the Spatial Organization of Three Dimensional Shapes.**
In: Londres: Proc. Roy. Soc., B 200: 269-94, 1978.
- McCARTHY, J. - Epistemological Problems of Artificial Intelligence.**
IJCAI, 5: 1038 - 1044.
- MEINONG, A. von - Ueber die Stellung der Gegenstandstheorie im System der Wissenschaften.** Leipzig: Publicado em extrato, 1907.
- MINSKY, M. - A Framework for Representing Knowledge.**
In: Winston, P. H. - (ed.) - The Psychology of Computer Vision.
New York: McGraw-Hill, 1979.
- NEWELL, A. - Intellectual Issues in the History of Artificial Intelligence.**
In: Machlup, F. e Mansfield, U. (eds) - The Study of Information: Interdisciplinary Messages. New York: Wiley, 1983.
- NEWELL, A., SHAW, J. C. e SIMON, H. A. - Chess-Playing Programs and the Problem of Complexity.** In: Feigenbaum, E. D. e Feldman, J. (eds): Computer and Thought. New York: McGraw-Hill, 1963.
- _____ - **Empirical Explorations with the Logic Theory Machine: A Case Study in Heuristics.** In: Feigenbaum, E. D. e Feldman, J. (eds): Computer and Thought. New York: McGraw-Hill, 1963

Manipulação Simbólica e Intencionalidade
Bibliografia

- NEWELL, A., SHAW, J. C. e SIMON, H. A. - GPS, A Program that Simulates Human Thought.** In: Feigenbaum, E. D. e Feldman, J. (eds): Computer and Thought. New York: McGraw-Hill, 1963
- NEWELL, A. e SIMON, H. A. - Computer Science as Empirical Inquiry: Symbols and Search.** In: Communications of the ACM 19(3): 113 - 126, 1976.
- MOLES, A. A. - A criação científica.**
São Paulo: Perspectiva, 1971.
- NOLT, J. e ROHATYN, D.- Lógica.**
São Paulo: McGraw-Hill, 1991.
- PEDROSA, A. et alii - Musical Score Recognition of "Don Cuco el Guapo" Pianist Robot.** In MIRANDA, E. R. (ed) - Anais do II Simpósio Brasileiro de Computação e Música. Porto Alegre: IIUFRGS, 1995.
- PENROSE, R. - Is Conscious Awareness Consistent with Space-Time Descriptions?** In: RUDOLPH, E. e STAMATESCU, I. O. (eds.) - Philosophy, Mathematics and Modern Physics. Berlim: Springer-Verlag, 1994.
- _____. - **A Mente Nova do Rei: Computadores, Mentes e as Leis da Física.**
Rio de Janeiro: Campus, 1991.
- POSNER, R. - Semantics and Pragmatics of Sentence Connectives in Natural Languages.** In: SEARLE, J. R, KIEFER, F. e BIERWISH, M (eds) - Speech Act Theory and Pragmatics. Dordrecht: D. Reidel, 1980.
- PYLYSHYN, Z. W. - Computation and Cognition: Issues in the Foundation of Cognitive Science.** In: Behavioral and Brain Sciences 3: 111-32 (1980)
- RICH, E. e KNIGHT, K. - Inteligência artificial.**
São Paulo: Makron, 2a. Ed., 1993.
- SCHANK, R. C. e ABELSON, R. P. - Scripts, Plans, Goals and Understanding.**
New Jersey: Erlbaum, 1977.
- SEARLE, J. R. - Minds, Brains and Programs.** In: The Philosophy of Artificial Intelligence. Margaret A. Boden (ed). Oxford: , O.U.P., 1990
- _____. - **Intrinsic Intentionality.** In: Minds, Brains and Programs, 3.
- _____. - **The Chinese Room Revisited.** In: The Behavioral and Brain Sciences, 5, 2.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade
Bibliografia

- SEARLE, J. R. - Intentionality: An Essay in the Philosophy of Mind.** Cambridge: Cambridge University Press, 1983
- _____. - **The 1984 Reith Lectures.** Londres: Penguin Books, 1984.
- _____. - **Intentionality and his place in nature.** In: Philosophy, Mind, and Cognitive Inquiry. Dodrecht: Kluwer, 1984.
- _____. - **Minds and Brains without Programs.** In: Mindwaves. Blackmore, C. e Greenfield, S. (eds.). Oxford: Blackwell, 1987.
- _____. - **Turing in the Chinese Room.** In: Synthesis of Science and Religion, Critical Essays and Dialogues. Singh, T. (ed.). São Francisco: Bhaktivedenta Institute, 1988.
- _____. - **Artificial Intelligence and the Chinese Room: An Exchange.** In: New York Review of Books, 36, 16 Fevereiro 1989.
- _____. - **Is the brain's Mind a Computer Program?** In Scientific American, janeiro 1990.
- _____. - **Response: The Background of Intentionality and Action.** In: John Searle and his Critics. Lepore, E. e Van Gulick, R. (eds). Oxford: Blackwell, 1991.
- SIMON, H. A. - Cognitive Science: The Newest Science of the Artificial.** In: Norman, D. A. (ed): Perspectives on Cognitive Science pp. 13-26 (1981).
- SPENCER-SMITH, R. - Logic and Prolog.** Hertfordshire: Harvester-Wheatsheaf, 1991.
- STROUD, B. - The Background of Thought.** In: John Searle and his Critics. Lepore, E. e Van Gulick, R. (eds). Oxford: Blackwell, 1991.
- TANENBAUM, A. - Structured Computer Organization.** Englewood-Cliffs: Prentice-Hall, 1984.
- THRO, E. - The Artificial Intelligence Dictionary.** San Marcos (Calif.): Microtrends Books, Slawson Comm., 1991.
- TANENBAUM, A. - Structured computer organization.** Englewood-Cliffs: Prentice-Hall, 1984.

Manipulação Simbólica e Intencionalidade
Bibliografia

TURING, A. M. - Computer Machinery and Intelligence. In Mind, october, 1950.
Reimpressão: **FEIGENBAUM, E. A. e FELDMAN, J. (orgs) - Computers and Thought.** New York: McGraw-Hill, 1963 p.11-35.

- On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungs Problem. Proc. London Math. Soc., (ser.2), 42, 230-65 (1937);
correção em 43, 544-6.

WEIZENBAUM, J. - ELISA - A Computer Program for the study of Natural Language Communication Between Man and Machine. In Comm. ACM 9: 36-45.

WINOGRAD, T. - A Procedural Model of Language Understanding. In: SCHANK, R. C. e COLBY, K. M. (eds) - Computer Models of Thought and Language. San Francisco: Freeman, 1973.

WITTGENSTEIN, L. - Last Writings on the Philosophy of Psychology. Chicago: University of Chicago Press, Vol I, 1982.

- Investigações Filosóficas.
São Paulo: Abril Cultural, 1975.