

# Cognição e Modelos Computacionais: Duas Abordagens

Maria Carmelita P. Dias\*

## Abstract

This paper discusses some issues regarding cognition and how it works. Two different approaches based on the computational theory of mind are presented. In the first one, representations are symbols and computations are formal rules that operate on symbols. The other one is based on neural networks, and the way the cells of the brain connect and communicate to one another



## ● Introdução

No nosso uso cotidiano da linguagem, não nos damos conta de todos os processos envolvidos para que ela se processe de maneira eficaz. Muito menos nos damos conta de

---

\* Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

toda a gama de interpretações semânticas potenciais quando estruturamos nossos pensamentos, refletimos, ponderamos, perguntamos, respondemos, afirmamos. Por mais corriqueiros e conhecidos que sejam os enunciados que produzimos ou ouvimos, eles requerem um esforço mental, de armazenamento de conhecimentos anteriores, de processamento desses conhecimentos e de tradução desse processamento em linguagem.

Imaginemos que alguém nos faça a seguinte pergunta.

### **“Gorilas gostam de bananas; e chimpanzés?”**

Para responder a uma pergunta desse tipo, qualquer falante atravessa uma série de etapas, dentre as quais: compreender a informação que está sendo veiculada pela sentença declarativa; completar as partes da sentença interrogativa que estão em elipse; ativar, na memória, informações a respeito dos dois animais mencionados; comparar essas informações, para avaliar possíveis relações entre elas; decidir, com base nas etapas acima, se a resposta é afirmativa ou negativa, e emití-la.

Na descrição sucinta das etapas necessárias para a resposta da pergunta sobre os chimpanzés, estão implícitas operações mentais, que se reportam a conhecimento lingüístico e conhecimento de mundo, e que se relacionam a diversas outras questões. Informações sobre objetos, propriedades e relações existentes no mundo à nossa volta estão armazenadas em nossas mentes, mas não sabemos exatamente de que maneira. É possível que isso se dê através de símbolos para cada uma dessas entidades. É possível também que existam combinações de informações sobre objetos, propriedades e relações, como blocos compactos e indivisíveis. O conteúdo informacional a respeito de cada objeto armazenado em nossas mentes se relaciona com outros conteúdos informacionais, de outros objetos, por exemplo. Quando precisamos fazer uso desse conhecimento, podemos selecionamos parte dele. Alternativamente, precisamos recuperar conhecimentos mais gerais, para só então decidir o que vai ser importante e funcional para o uso específico.

Todas essas questões podem ser resumidas nas duas indagações abaixo:

- O que é cognição?
- Como ela funciona?

Uma terceira indagação, relacionada, seria:

- Como a cognição se relaciona com a linguagem?

Pretendemos aqui mostrar como duas abordagens acerca da cognição, e que deram origem a modelos computacionais distintos, lidam com essas questões. Essas duas abordagens, aqui denominadas de simbolismo e connexionismo, procuram entender, explicar e simular comportamento inteligente, a partir do comportamento mais inteligente que conhecemos, aquele revelado por nós mesmos, seres humanos. No entanto, como os seres humanos são dotados de uma inteligência facilmente percebida, mas também de um corpo, que a ela deve obedecer, as investigações sobre a cognição se iniciam coma investigação sobre a relação entre corpo e mente, ou seja, entre cérebro e mente.

Ambas as abordagens partem de uma hipótese básica de que, guardadas as devidas proporções, seres humanos são *como* computadores. Essa hipótese,

conhecida como “cognitívismo” (Haugeland 1981/1998 *apud* Smith 1999), na realidade pode ser interpretada de mais de uma maneira, dependendo de como se encara uma teoria computacional da mente, ou seja, aquilo que faz com que chamemos nossas atividades cognitivas de computacionais.

A teoria mais difundida, dentro da ciência cognitiva e da inteligência artificial (Smith 1999), considera os computadores como máquinas capazes de manipular símbolos formalmente. Cada símbolo é um conceito, idéia, nome, palavra, imagem, estrutura de dados, etc. que estaria representando (ou simbolizando) informações a respeito de alguma outra coisa. Uma vez que cada símbolo é uma unidade discreta em si, pode ser manipulado, através de processos formais, como formatos e fórmulas específicos para tal. Essa manipulação consiste em operações semelhantes às que um computador faz, isto é, processar dados para se chegar a algum resultado desejado, uma busca bem-sucedida ou uma resposta a um problema. Resta delimitar, então: a natureza e as características dos sistemas que são processadores, ou seja, que se baseiam em representações simbólicas, fixas, discretas e de alto nível; a natureza e as características das representações simbólicas; e a natureza e as características da manipulação processada sobre elas.

A arquitetura simbólica clássica, que tem como conceitos básicos a representação e a composicionalidade, tem sido confrontada com outras, dentre as quais se destacam aquelas baseadas no Conexionismo. Essa corrente se fundamenta em princípios neurobiológicos, da própria arquitetura do cérebro, tirando idéias da teoria de evolução e seleção natural, bem como de sistemas complexos que se adaptam ao ambiente. Smith (1999) cita algumas diferenças entre os modelos conexionistas, em oposição aos modelos clássicos, simbólicos. Modelos conexionistas costumam ser paralelos, ao passo que os simbólicos costumam ser seriais. As estruturas dos modelos conexionistas não têm um conteúdo representacional, pois ele é baseado no uso e na experiência, sendo tipicamente “não-conceitual”; já o conteúdo de modelos simbólicos se fundamenta mais na descrição, é representacional e, tipicamente, “conceitualista” ou “simbólico”. O uso do conexionismo é mais difundido em modelos de ação, percepção, navegação e outras formas de interação efetiva com o mundo, em vez da ênfase no raciocínio dedutivo e abstrato, próprio do simbolismo. Por isso, modelos conexionistas têm mais capacidade de lidar com situações inesperadas e com variações do ambiente, ao passo que modelos clássicos privilegiam habilidades puramente dedutivas ou de raciocínio aprofundado.

## 2. Simbolismo

Como vimos, o simbolismo pressupõe uma teoria da mente computacional, em que o cérebro é visto como um dispositivo de processamento de informação, análogo a um computador. Segundo Lewis (1999), não se pretende exatamente dizer que a arquitetura dos modernos computadores digitais possam nos esclarecer como é a arquitetura mental humana; segundo ele, aquilo que se diz é que o que a mente faz é, em parte, “realizar tarefas através de computação”. Em outras palavras, existe um corpo físico, que é

compatível com o tipo de organização de dados que lhe é imputado. E, ao mesmo tempo, existe um conjunto de dados e programas de manipulação de dados (ou computação) que pode ser encarado como independente de sua concretização em um corpo físico particular. Esse conjunto de dados é processável por qualquer corpo físico que tenha determinadas características, e não apenas por um corpo físico específico. No entanto, a maneira como esses programas são organizados – com metas, submetas, autocontrole e automodificação – é compatível com uma organização aparentemente semelhante àquela existente em certas tarefas cognitivas, como resolver problemas e aprender.

Logo, considerando uma modelagem simbólica da mente, é importante que a informação – conjunto de dados – possa ser processada por uma máquina física, e que essa máquina tenha como função processar a informação – ainda que talvez não saibamos como ela trabalha efetivamente.

O simbolismo se caracteriza pela representação do conteúdo em unidades discretas, que são símbolos de dados ou conceitos. Assim, tanto os conceitos mentais quanto os lingüísticos são representados por símbolos físicos organizados. A organização, ou seja, a maneira de relacionar conceitos é estruturada: os símbolos são agrupados em estruturas que se compõem de outras estruturas de símbolos, formando uma hierarquia. Dessa forma, a informação se organiza composicionalmente, ou seja, existem elementos que se agrupam em estruturas maiores, as quais, por sua vez, também se agrupam em estruturas mais amplas e assim sucessivamente.

Qualquer conhecimento, lingüístico ou outro, é estruturado dessa forma. Sobre as estruturas de símbolos, são realizadas algumas operações ou tarefas, sendo que algumas delas são extremamente complexas. Quando isso ocorre, as operações são decompostas em subtarefas para tornar a modelagem da tarefa mais manipulável, o que é perfeitamente possível, por causa da característica básica de composicionalidade.

Um dos grandes desafios do simbolismo, então, é definir como representar o conhecimento e as operações feitas com base nele e em sua representação. Têm sido propostos e criados diversos formalismos de representação de conhecimento que pretendem mostrar de maneira clara e inequívoca como os dados podem ser manipulados por programas específicos para isso.

Os formalismos são representações de mecanismos dotados de regras de algum tipo, armazenadas numa memória, junto com uma estrutura de dados apropriada. As regras operam numa estrutura de dados, produzindo uma simulação de inteligência. A visão dos computadores como processadores, ou seja, como manipuladores simbólicos, decorre de uma hipótese proposta por Allen Newel (1980), que é crucial tanto para a Ciência Cognitiva quanto para a Inteligência Artificial. Juntamente com Herbert Simon, ele formulou a *Physical Symbol System Hypothesis* (PSSH – Hipótese de Sistema de Símbolo Físico), que considera os processos mentais como operações de um sistema físico capaz de manipular símbolos, uma capacidade compartilhada, segundo ele, por cérebros humanos e computadores. De acordo com a PSSH, a manipulação de estruturas de símbolos é necessária

para a cognição e possibilitou a elaboração de vários modelos e vários formalismos, como veremos a seguir.

### 2.1. Formalismos simbólicos

Daelemans e de Smedt (1996:27), falando sobre o papel dos formalismos na Inteligência Artificial de modo geral e nos modelos lingüísticos em particular, definem *formalismo* como uma “linguagem de descrição com uma sintaxe própria e uma semântica (idealmente) não-ambígua, que fornece uma ponte entre o programa de computador e a teoria”.

Embora existam diversos formalismos simbólicos de representação de conhecimento, todos estão centrados nas mesmas hipóteses apresentadas acima. Por isso, têm características semelhantes, ainda que os modelos finais possam ser bastante distintos uns dos outros. O tipo de formalismo mais adequado para uma situação ou aplicação específica vai depender dos objetivos propostos, do nível de abstração, do tipo de informação armazenada, etc. Mas, por outro lado, as características compartilhadas tornam esses formalismos equivalentes, uma vez que podem expressar qualquer tipo de computação.

Antes de mais nada, os formalismos simbólicos devem representar o conhecimento de forma estruturada, com elementos simbólicos se combinando em unidades mais complexas. Devem também poder explicar como são processadas as tarefas complexas, isto é, quais são os passos ou algoritmos necessários para o processamento. Devem ainda permitir o acréscimo de novos símbolos e novas estruturas, sempre que necessário. Conjuntamente, são dotados de mecanismos de recursão, possibilitando que uma mesma estrutura seja processada mais de uma vez (até mesmo ao infinito, se não houver um sistema de controle).

Todas essas características fazem de formalismos simbólicos modelos com alto nível de abstração. Em geral, os formalismos simbólicos se constituem de: unidades que representam algo, ou seja, uma base de dados ou um vocabulário; um conjunto de regras que relacionam as unidades; e um conjunto de condições de aplicação das regras. De acordo com Daelemans e de Smedt (1996), um formalismo se compõe de duas partes: uma parte de organização de dados, que é uma linguagem que descreve as entidades e propriedades do domínio e as relações de que participam (no caso de uma linguagem natural, seriam as palavras e regras de gramática, por exemplo); e uma parte de inferência, que determina os métodos e estratégias próprias para usar os dados de modo a que eles realizem alguma tarefa (alguns desses métodos são resolução lógica, mecanismo de herança, etc).

Dentre os formalismos existentes, e usados em Inteligência Artificial, os autores identificam três grupos básicos: baseados em *frames*, em regras e em lógica. A partir desses grandes grupos, são desenvolvidos também formalismos específicos para tratamento de dados ou aspectos gramaticais ou de conhecimento de língua.

No primeiro grupo, encontram-se formalismos que se prestam bem para representar um conhecimento classificatório ou taxionômico. *Frames*, por exemplo, e redes semânticas são dois exemplos de formalismos que trabalham

com unidades que representam entidades e as propriedades ligadas a essas entidades de forma estruturada. Em cima dessa informação, podem-se fazer inferências a respeito das relações existentes entre as entidades e entre entidades e propriedades. Por exemplo, numa representação de “residência”, podemos incluir as entidades “edifício” e “casa”. Ambas teriam uma relação de função com a entidade “residência” [*serve para residir*]. Porém, teriam propriedades diferentes no que se refere ao número de famílias que ali residem: a primeira está ligada a uma propriedade *plurifamiliar* e a segunda, *unifamiliar*. Podemos também fazer uso do mecanismo de herança. A entidade casa, por exemplo, pode ser classificada em vários tipos: “mansão”, “casebre”, etc. A cada uma dessas novas entidades, estão relacionadas as propriedades ligadas a “casa”, ou seja, elas herdam características da unidade de posição mais alta na hierarquia.

No segundo grupo, pretende-se resolver problemas através de regras que expressam ações e condições para essas ações. São regras do tipo: Se X, então Y. Por exemplo, num modelo para produção de linguagem, pode-se ter uma regra para incluir um mecanismo de interrogação, como abaixo (apresentado de forma simplificada):

*Se a intenção é saber o agente de alguma ação,  
Então produza uma sentença iniciada por um pronome interrogativo  
[quem] com o verbo flexionado em 3ª pessoa do singular.*

No terceiro grande grupo apresentado por Daelemans e de Smedt (1996), a Lógica é o fundamento formal para a representação de conhecimento. Nos formalismos baseados em Lógica, existem um conjunto de constantes (que representam as entidades do domínio), um conjunto de predicados (que representam as relações entre as entidades), um conjunto de funções (que relacionam os diversos conjuntos), além de variáveis, quantificadores e conectivos lógicos. Esses elementos se organizam de tal forma a representar um determinado domínio e, sobre eles, são aplicadas regras de inferência, de modo a resolver dúvidas, ambigüidades ou interrogações acerca do domínio.

### 3. Conexionismo

O conexionismo é uma teoria que também leva em conta a computação, mas de maneira bastante diversa daquela vista no simbolismo, pois se baseia na estrutura do cérebro e em como ele funciona. Segundo Franklin (1995), se o simbolismo é um modelo computacional da cognição, o conexionismo é um modelo cerebral da cognição. O cérebro contém uma enorme quantidade de neurônios, que são simples elementos de processamento que coletam impulsos eletroquímicos (o *input*); se esses sinais de entrada são fortes para provocar alguma mudança, o neurônio gera um potencial de ação, um pulso de saída (o *output*).

Logo, a palavra conexionismo está ligada à rede de conexões existente entre os neurônios. Tais conexões são verdadeiras comunicações que se estabelecem quando os neurônios recebem *inputs* de outros neurônios;

esses inputs excitam ou inibem os neurônios, que transmitem uma voltagem de saída (*output*) para outros neurônios e assim sucessivamente.

Não existem símbolos ou regras no conexionismo; por isso, não há uma representação *stricto sensu*. Fala-se, porém, em representação para indicar padrões de ativação das unidades numa rede neural e o tipo de processamento. Numa modelagem conexionista, procura-se simular a interação simultânea existente entre muitas unidades altamente conectadas. Assim, quando uma unidade corresponde a um objeto, um conceito ou uma hipótese, pode-se dizer que há uma representação *local*. Porém, uma unidade pode participar da representação de diversos itens. Ao mesmo tempo, cada item é representado por um padrão de atividade sobre diversas e diferentes unidades. Nesse caso, diz-se que a representação é *distribuída* e ocorre em paralelo, ou seja, várias unidades são ativadas ao mesmo tempo. Uma terceira possibilidade é a representação por traços, que une os dois tipos. Aqui, cada item é representado de forma distribuída, por padrões de atividade em conjuntos de unidades; ao mesmo tempo, cada unidade representa localmente traços do item. Assim, há uma mistura da representação local, nos diversos traços dos itens, com a representação distribuída, pelos padrões de atividade nos conjuntos de itens. Uma importante característica desse terceiro tipo de representação, em especial, é que há uma real possibilidade de generalização, pois se há uma coincidência de unidades para itens diferentes, um traço aplicado a um dos itens pode ser automaticamente generalizado para o outro.

### 3.1. Formalismos conexionistas

Os modelos conexionistas, quando formalizados, são modelos matemáticos ou computacionais altamente abstratos que se baseiam, como vimos, na estrutura do cérebro e do sistema nervoso dos animais. Na verdade, eles se fundamentam apenas em alguns aspectos da estrutura do cérebro, porque ainda faltam maiores conhecimentos neurobiológicos acerca do mesmo. A organização do cérebro, por exemplo, não é simulada em modelos artificiais, mas alguns outros aspectos do seu funcionamento são relevantes para esse tipo de modelagem.

Modelos conexionistas não têm as mesmas características dos formalismos simbólicos, pois não se limitam a símbolos e regras. Um modelo conexionista consiste em *nós*, ou *nódulos*, que são elementos simples de processamento que transferem um tipo unidimensional de informação, a *ativação*. Cada *nó* está conectado a outros nós. A estrutura da rede de conexões e a eficiência das conexões individualmente, chamadas de *pesos*, determinam a função da rede.

Tomemos como exemplo a noção de adição, indicada pela conjunção “e”. Se uma unidade recebe dois *inputs* diferentes, ambos com o mesmo peso, ambos vão ser passados adiante como *output*. Assim, a ativação vai indicar um acréscimo, e vai se processar a comunicação de que houve uma adição.

A rede de conexões é mais ou menos fixa, mas a eficiência das conexões pode ser modificada. Quando há um comportamento diferente, o sistema assimila esse comportamento, ou essa diferença na ativação de suas unidades e, com isso, aprende algo.

#### 4. Comparação entre modelos

Com base nessas diferentes abordagens, diversos formalismos para tratamento lingüístico são desenvolvidos. Formalismos simbólicos baseados em regras são amplamente utilizados para representar a sintaxe das línguas. Os modelos gerativistas, que se baseiam em composicionalidade, num conjunto de elementos discretos manipulados por um conjunto de princípios e numa organização estruturada, se valem de formalismos simbólicos, tanto para descrever línguas humanas quanto para montar sistemas que processem dados lingüísticos computacionalmente.

Segundo Daelemans e de Smedt (1996), abordagens simbólicas que se baseiam em lógica, *frames*, regras, outros formalismos semelhantes, ou uma combinação deles, desempenham bem tarefas complexas como aquelas ligadas ao processamento da linguagem, seja na compreensão seja na produção. As vantagens são que sistemas simbólicos podem atingir altos níveis de abstração, podem ser acrescidos de novos símbolos ou estruturas (ou seja, têm um mecanismo que facilita a aprendizagem) e, além disso, têm mecanismo de recursão, o que permite um número potencialmente infinito de estruturas, com um número reduzido de elementos básicos (o que é uma característica de línguas naturais).

No caso de inclusão de novas palavras ao léxico de uma língua, por exemplo, as características dos sistemas simbólicos preenchem os requisitos necessários para explicar a formação de novas palavras. Desde a tradição estruturalista, as palavras de uma língua como o português são vistas como um combinação de estruturas (morfemas), que se unem, de acordo com princípios que controlam essas combinações, de forma a não permitir a entrada, no léxico, de palavras fora dos padrões da língua em questão, de forma a garantir que não haja palavras com significados repetidos ou descartáveis, de forma a facilitar a memorização de um número extremamente elevado de vocábulos, através da memorização de estruturas (morfemas) recorrentes. Dessa forma, é plausível e relativamente fácil elaborar um formalismo simbólico que indique fatores de combinação de palavras (seja por flexão ou derivação). Mesmo a composição obedece a certos parâmetros que podem ser estabelecidos e tratados formalmente. O caso de expressões idiomáticas é mais complicado de formalizar, por causa de sua natureza singular. Ainda assim, alguns autores, como Jackendoff (1997), dão um tratamento formal e representacional a grande parte de expressões idiomáticas.

No entanto, os sistemas simbólicos têm algumas desvantagens também. Em primeiro lugar, já que um determinado símbolo funciona como representação de alguma coisa fora do sistema, se um dos dois se modifica (por exemplo, se uma propriedade deixa de ser válida), o sistema se desequilibra ou mantém um símbolo sem valor interpretativo, pois está baseado em premissas anteriores. Em segundo lugar, formalismos simbólicos costumam ser complexos e extremamente rígidos. A pessoa responsável pela elaboração do sistema é obrigado a definir o *default*, ou seja, um padrão a ser seguido em todas as situações, quando não houver indicação para o contrário. Ela é obrigada também a incluir quaisquer exceções conhecidas. Se aparecer alguma



exceção não prevista, ela não é automaticamente assimilada pelo sistema e requer regras adicionais. No caso de sistemas computacionais, isso significa que, se algum dado de entrada está minimamente fora do padrão ou está incompleto, o sistema não sabe como interpretá-lo e o rejeita; ou então se desmonta de uma vez, pára e não prossegue com sua computação. Em terceiro lugar, como sistemas simbólicos que pretendem representar uma língua natural são muito robustos, a aprendizagem, ainda que possível, é trabalhosa e tem que levar em conta um número de variáveis, especialmente quando entram em jogo a aquisição de novos conhecimentos (e não de novas estruturas) e fatores semânticos ou pragmáticos.

Os modelos baseados no conexionismo, as chamadas redes neurais, apresentam vantagens diferentes. Em primeiro lugar, não há um controle central, ou seja, não há uma espécie de “gerente” capaz de ter uma visão geral do processamento, pois o controle é distribuído. As decisões são feitas a nível local, o que economiza tempo e processamento, já que não há a necessidade de o sistema somar informações globais. A distribuição do processamento permite que um possível erro só tenha repercussão nas unidades a ele relacionadas. Com isso, o sistema pode falhar, mas não se degrada completamente.

Uma grande vantagem de modelos conexionistas é a possibilidade que eles têm de completar padrões que não estejam claros. Não há a necessidade de laboriosas atribuições de *default*, pois esse existe automaticamente: sempre que houver um *input*, haverá conseqüentemente um *output*. Franklin cita como exemplo de aplicação lingüística um programa de reconhecimento de palavras desenvolvido por McClelland and Rumelhart (1981 *apud* Franklin 1995). O mecanismo se baseia no reconhecimento de letras através de toques separados. O sistema reconhece cada toque individualmente e faz as conexões para reconhecer as letras. Não há uma maneira de fazer o reconhecimento global de cada palavra; cada letra, na verdade, é a junção de uma série de toques que, conforme são ativados individualmente, acabam completando a palavra a ser reconhecida. O benefício desse mecanismo é que ele pode até resolver casos dúbios, quando uma letra, por exemplo, tem uma parte manchada. O sistema preenche o espaço que falta (o toque que comporia a parte manchada) e cria o *default*, se necessário, por comparação e analogia com outros toques existentes.

No caso de reconhecimento de novas palavras da língua, um sistema conexionista poderia, para aceitar uma palavra nova, utilizar padrões diferentes daqueles usados em modelos simbolistas, representacionais. Esses padrões não se baseariam em combinações de morfemas, mas em comparações e analogias com unidades já existentes. O princípio de comparação já é utilizado em certas teorias cognitivistas que utilizam o conceito de metáfora para explicar extensões de significado e acréscimo de vocabulário (por exemplo, Lakoff & Johnson 1980).

A grande desvantagem de modelos conexionistas é que eles são extremamente abstratos. Além de difíceis de entender, ainda não foram desenvolvidos formalismos que se prestem, eficientemente e em vários níveis, a algumas aplicações, como o tratamento de línguas naturais.

## 5. Conclusão

As abordagens aqui descritas apresentam vantagens e desvantagens que se refletem nos formalismos próprios para processar conhecimento ou linguagem. Muitas vezes, o uso de um determinado tipo de formalismo vai depender do efeito da aplicação. Outras vezes, as duas abordagens podem ser até complementares, visto que a linguagem é composta de aspectos e características diversas.

Para comparar melhor os dois enfoques, seguem as respostas, de acordo com Franklin (1995:146), às duas perguntas sobre cognição destacadas na Introdução deste artigo.

- O que é cognição?

Para os simbolistas, a cognição é o processamento de informações como uma manipulação de símbolos baseada em regras. Para os conexionistas, cognição é a emergência de estados globais numa rede de componentes simples.

- Como a cognição funciona?

Para os simbolistas, a cognição funciona através de qualquer mecanismo que manipule elementos funcionais discretos – os símbolos. Para os conexionistas, a cognição funciona através de padrões locais para operações individuais e para mudanças nas conectividades entre os elementos.

Quanto à pergunta sobre o chimpanzé, imaginemos dois sistemas computacionais, cada um baseado em uma abordagem. O modelo simbolista teria de representar os dois animais em formas estruturadas, em que houvesse uma possibilidade de herança de atributos, quando estes fossem iguais. Se a informação sobre as preferências alimentares dos chimpanzés estivesse incluída na representação, o processamento seria extremamente rápido e fácil. Se, porém, não houvesse uma indicação clara acerca disso, o sistema provavelmente não encontraria a resposta, pois não faria esse tipo de comparação com as informações sobre gorilas. Já um sistema baseado num modelo conexionista, especialmente de traços, a princípio também não encontraria resposta para a pergunta, se a informação não estivesse incluída. Porém, ele estaria apto a fazer uma comparação entre tantas características comuns a gorilas e chimpanzés e provavelmente depois de algum tempo estenderia a informação sobre o gosto por bananas de um animal para o outro.

## Referências Bibliográficas

- DAELEMANS, W. & K. DE SMEDT (1996). Computational Modelling in Artificial Intelligence. In: T. DIJKSTRA & K. DE SMEDT (Eds.) *Computational Psycholinguistics*. Londres: Taylor & Francis.
- FRANKLIN, S. (1995). *Artificial Minds*. Cambridge, Ma: The MIT Press.
- HAUGELAND, J. (1981/98). The nature and plausibility of cognitivism. In: *Behavioral and Brain Sciences* 1: 21-226 (1981). Reprinted in J. HAUGELAND

- (Ed.). *Having Thought: Essays in the Metaphysics of Mind*. Cambridge, MA; Harvard University Press, pp. 9-45 (1998).
- JACKENDOFF, R. *The architecture of the language faculty*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1997.
- LAKOFF, G. & M. JOHNSON (1980). *Metaphors we live by*. Chicago: The Chicago University Press.
- LEWIS, R. (1999). Computation. In: <http://mitpress.mit.edu/MITECS>
- MCCLELLAND, J. & D. RUMELHART (1981). An Interactive Activation Model of Context Effects in Letter Perception: Part 1. An Account of Basic Findings. In: *Psychological Review*, 88: 375-407.
- SMITH, B. C. (1999). Computation. In: <http://mitpress.mit.edu/MITECS>

Cognição e modelos  
computacionais:  
duas abordagens

Maria Carmelita  
P. Dias