



DAS OPERAÇÕES DIGITAIS À AUTO-ORGANIZAÇÃO: a cognição computante

Heloísa Pedroso de Moraes Feltes*

Resumo: O artigo caracteriza extensamente o paradigma computacional da mente a partir da transcendentalidade do computador como dispositivo técnico que fornece uma matriz estruturante a partir da qual concebem-se os seres vivos, os processos cognitivos e o universo social. Desde esse contexto de uma cultura filosófico-científica impregnada pela matriz computacional, apresentam-se as coordenadas conceituais de uma entre as muitas propostas alternativas a esse paradigma: a Teoria de Santiago, na perspectiva dos sistemas complexos auto-organizadores.

Palavras-chave: teoria computacional da mente, teoria de Santiago

Abstract: This paper characterizes extensively the computational paradigm of the mind from the point of view of computer transcendentality as a technical device which provides a structuring matrix from which we conceive living beings, cognitive processes, and the social universe. Based on this context of a philosophical and scientific culture impregnated by the computational matrix, we present the conceptual coordinates of one among many other alternative proposals to this paradigm: Santiago's theory, according to self-organizing complex systems.

Key-words: Computational theory of mind, Santiago's theory

A **Ciência Cognitiva** constitui um domínio cuja formação é o resultado de estudos oriundos de diferentes áreas de conhecimento. Sua característica essencial é a interdisciplinaridade e, contemporaneamente, a transdisciplinaridade¹. Os cientistas da cognição advêm de áreas, tais como: Inteligência Artificial, Psicologia, Linguística, Antropologia, Filosofia da Mente (e da Linguagem), Neurobiologia, para citar algumas, que se ocupam, sob alguma perspectiva epistemo-metodológica, da natureza, da estrutura e dos processos da cognição humana.

Desde a constituição deste domínio² e ao longo de aproximadamente três décadas preponderou, paradigmaticamente, a hipótese de que os processos mentais humanos poderiam se comparados ou, numa versão mais forte da hipótese, *assimilados* a operações de uma máquina de Turing. Tem-se aí o fundamento para a **teoria de mente computacional** desenvolvida a partir "da concepção do cérebro como um mecanismo processador de informações, análogo ao computador" (Jackendoff, 1987, p. 15).

Pretende-se caracterizar aqui o paradigma computacional da mente construído, conforme Lévy (1987, 1993), em função da transcendentalidade do computador como dispositivo técnico que fornece uma matriz estruturante a partir da qual concebem-se os seres vivos, os processos cognitivos e o universo social. Desde esse contexto - de uma cultura filosófico-científica impregnada pela matriz computacional -, apresentam-se as coordenadas conceituais de uma entre as muitas propostas alternativas a esse paradigma: a Teoria de Santiago, na perspectiva dos sistemas complexos auto-organizadores.

A analogia com o computador implica na hipótese, que fundamenta a abordagem **funcionalista**³, de que se pode investigar a informação processada pela mente (entendida como *software*) independentemente de se tratar da implementação neurofisiológica pelo cérebro (entendido como *hardware*). O funcionalismo adere a um programa reducionista que defende a idéia de que os estados mentais são supervenientes⁴ a estados neuronais, que são, em última instância, fenômenos neurofisiológicos.⁵

Nessa direção, Pylyshyn (1986) afirma:

o que o cérebro está fazendo é exatamente o que os computadores fazem quando eles computam funções numéricas; a saber, seu comportamento é causado por propriedades fisicamente instanciadas de classes de substratos que correspondem a códigos simbólicos (p. 39).

Mente/cérebro constituem, assim, um processador de informações cuja base é uma linguagem **digital**. Esta idéia passou a ser chamada de **metáfora do computador**.

* Professora, doutora em Linguística Aplicada (PUCRS), professora dos Departamentos de Letra e Comunicação da Universidade de Caxias do Sul

O que é essa **linguagem digital**? Gregory (1987) define-a da seguinte maneira:

Digital significa essencialmente representar estados ou executar procedimentos matemáticos ou lógicos em passos que correspondem a operações simbólicas de um cálculo.

Um computador digital opera em passos que representam passos da lógica ou que computam por meio de um código formal. Porque os símbolos da lógica ou do cálculo aritmético são discretamente diferentes uns dos outros, os computadores digitais requerem circuitos que têm estados diferentes uns dos outros, os computadores digitais requerem circuitos que têm estados discretos, que podem ser selecionados em grande velocidade (p. 192)⁶.

A cognição é concebida, nessa fase das ciências cognitivas, como um programa que roda numa máquina (cérebro). E pela abordagem funcionalista, como se viu, o programa é algo abstrato que pode rodar em tipos diferentes de *hardwares*. Como diz McGuinn (1996), nessa visão, "pensar é o cérebro rodando seus programas de computador". Um programa seria um algoritmo para manipulação simbólica, ou seja, "um conjunto de instruções para manipular símbolos, concebidos como objetos sintáticos" (p. 111)⁷. Esse modelo é conhecido como **arquitetura cognitiva clássica** da cognição. Enfim, a cognição é, aqui, processamento de informação através de um sistema formal⁸. Nessa visão clássica, representacionalista, as representações mentais (ou os símbolos mentais) são **sobre** o mundo, ou seja, de alguma maneira carregam informações **sobre** o mundo, que é o que define a intencionalidade. Ela é **aboutness**, no sentido de que "algumas coisas são sobre outras coisas". A mente seria, assim, constituída de um sistema de representações mentais, o qual exibe intencionalidade intrínseca - também chamada de primária ou não-derivada -. Expressões ou construções das línguas públicas têm intencionalidade secundária ou derivada⁹.

Imbricada à concepção de mente como processador simbólico está a hipótese de uma **linguagem do pensamento**. A idéia de sustentação para a linguagem do pensamento é a suposição de que o comportamento é resultado de computação, e esta, por sua vez, pressupõe um *medium*, um sistema de representações ou linguagem do pensamento. As rotinas computacionais que constituem o repertório cognitivo dos organismos são, portanto, definidas apenas por fórmulas de uma linguagem interna. Ou seja:

a representação pressupõe um *medium* de representação, e não há simbolização sem símbolos. Em particular, não há representação interna sem uma linguagem interna (FODOR, 1976, p. 55).

Para Fodor, essa linguagem interna não é uma língua natural, mas compartilha várias propriedades com as línguas naturais. Uma delas é a **produtividade**. Assim como os falantes de uma língua têm uma competência que lhes permite produzir e entender uma infinidade de novas sentenças, sem treinamento anterior específico, um sistema simbólico representacional interno habilita o organismo a responder a novas estimulações, ou seja, habilita-o "a calcular as opções comportamentais apropriadas para um tipo de situação em que ele nunca se encontrou antes" (1976, p. 31-2). A linguagem do pensamento não é aprendida, mas é conhecida. Assim sendo, ela é inata, estando disponível como sendo o veículo de processos cognitivos.

Outra característica é a de que as fórmulas do sistema representacional exibem propriedades semânticas relativas à sua capacidade de representar a realidade e estados de coisas possíveis. Essas propriedades envolvem, portanto, **verdade e referência**. Nessa abordagem, quando se aprende o que um predicado em língua natural significa, sua extensão é representada na linguagem do pensamento. Fodor (1976) descreve esse procedimento de modo idealizado:

- (i) os sistemas computacionais têm no mínimo duas linguagens diferentes: (a) uma **linguagem de input/output** através da qual é possível a comunicação com o ambiente e (b) uma **linguagem da máquina** através da qual são executadas as computações;
- (ii) há compiladores que fazem a mediação entre as duas linguagens, especificando bicondicionais, em cujo lado esquerdo está uma fórmula no código de *input/output* e em cujo lado direito está uma fórmula da linguagem da máquina, os quais são representações de condições-de-verdade para fórmulas na linguagem de *input/output*;
- (iii) a habilidade da máquina para usar esta linguagem depende da disponibilidade dessas definições;
- (iv) embora a máquina deva ter um compilador para usar a linguagem de *input/output*, ela não tem um compilador para a linguagem da máquina, pois a máquina é construída para usar essa linguagem;
- (v) assim, a linguagem da máquina difere da linguagem de *input/output* porque suas fórmulas correspondem diretamente aos estados físicos e operações da máquina computacionalmente relevantes, de modo que a física da máquina garante que as seqüências de estados e operações respeitem as restrições semânticas sobre as fórmulas em seu código interno;



(vi) *a fortiori*, a definição de verdade para a linguagem da máquina é dada pelos princípios de engenharia que garantem esta correspondência.

Desse modo, segundo Fodor:

A propriedade crítica da linguagem-da-máquina de computadores é que suas fórmulas podem ser correlacionadas diretamente com os estados físicos computacionalmente relevantes da máquina, de tal forma que as operações que a máquina realiza respeitem as restrições semânticas sobre fórmulas no código da máquina. Tokens de estados da máquina são, nesse sentido, interpretáveis como tokens de fórmulas. Tal correspondência pode também ser efetuada entre estados físicos da máquina e fórmulas do código de input/output, mas apenas se traduzidas primeiro numa linguagem da máquina (1976, p. 67).

Como corolário desse conjunto de comprometimentos, toda essa geração em Ciência Cognitiva assume o **solipsismo**¹⁰. Considerando a tese de que estados e processos mentais são computacionais, filósofos como Fodor fazem o seguinte raciocínio:

- Os processos computacionais são simbólicos, porque são definidos sobre representações.
- Os processos computacionais são formais, porque se aplicam a representações, a grosso modo, em vista da sintaxe das representações¹¹.

As relações semânticas teriam alguma relação homomórfica com as relações sintáticas, de modo que as operações computacionais explorem paralelismos entre a sintaxe de um símbolo e a semântica desse símbolo - o que Fodor caracteriza como "a receita para a racionalidade mecanizante" (1987, p. 23).

Decorrente da estruturação simbólica em nível sintático, a arquitetura clássica exhibe **produtividade**, isto é, a propriedade de os sistemas simbólicos poderem expressar um conjunto infinito de proposições; ou, em outras palavras, a produtividade refere-se à capacidade de se gerar um novo pensamento além daqueles já presentes num dado *corpus*. Fodor e Pylyshyn (1988) sustentam que sistemas simbólicos dão conta de produtividade e sistematicidade, porque fazem uso de uma sintaxe composicional das representações internas e porque o significado das estruturas compostas são construídos a partir dos componentes de acordo com aquelas regras sintáticas.

Mas há outros aspectos a serem considerados neste modelo de funcionamento mental. Um deles é sua articulação com alguma versão da hipótese de **modularidade da mente**. A proposta de mente modular de Jerry A. Fodor (1983)¹², a mais referida nas últimas décadas, baseia-se numa taxonomia funcional tricotômica dos processos psicológicos, distinguindo: **transdutores**, **sistemas modulares de input**, e **sistemas ou processadores centrais**. Sumariamente, de acordo com Fodor (1990), um módulo pode ser definido como um sistema computacional encapsulado cujo acesso à informação de *background* é restringido por traços gerais da arquitetura cognitiva, de modo que suas operações só têm acesso à informação de seu banco de dados. Os sistemas modulares são classificados como sistemas de *input*, porque funcionam no sentido de jogar informação nos processadores centrais - estes tendo de integrar as informações advindas dos diferentes módulos. Desse ponto de vista, a eles cabe representar o mundo de modo a que tais representações sirvam ao pensamento. Já os transdutores nada mais são do que sistemas de base neurofisiológica responsáveis pela tradução da estimulação proximal em sinais neurais, promovendo a alteração do formato da informação (não de seu conteúdo). Os sistemas de *input*, portanto, medeiam os *outputs* dos transdutores e os mecanismos centrais.

Sistemas de *inputs* e sistemas centrais são computacionais no sentido de que realizam operações de inferência. Entre as propriedades dos sistemas de *input* levantadas por Fodor (1983) destacam-se as seguintes:

- Os módulos têm **domínio específico**, porque realizam tarefas especializadas.
- Eles têm **acesso central limitado** às representações mentais que computam, porque não seria possível ter acesso a todos os níveis de representação dos módulos, mas apenas às representações que são as conseqüências finais do processamento de *input* e que estão disponíveis para os processos centrais.
- Os módulos são **informacionalmente encapsulados**, porque as computações dos sistemas de *input* não têm acesso ilimitado a expectativas ou crenças, havendo efeitos intramodulares que devem ser distinguidos da penetrabilidade cognitiva. Os processos perceptuais são insensíveis ao conhecimento de *background* do percebedor, sendo sincronicamente impenetráveis (Fodor, 1990).



Já os **sistemas de processamento central** realizam computações que são sensíveis ao sistema global de crenças. Não há limites sobre o acesso informacional, e as informações são interconectadas em processos inferenciais não-demonstrativos com vistas à fixação de crenças e à resolução de problemas.

Para o autor, o fato de os sistemas centrais serem sensíveis à estrutura geral do sistema de crenças do organismo caracteriza-os como **globais** ou **isotrópicos**. Nos sistemas isotrópicos qualquer subsistema pode querer "falar" com outro a qualquer momento, e isso corresponde a uma neuroanatomia relativamente difusa, em que as conexões podem ser alteradas a qualquer momento de acordo com as interações estabelecidas (o que é conhecido como equipotencialidade da estrutura neural).

Fodor (1990) resume as características dos processadores centrais em (a) não-encapsulados, (b) criativos, (c) holistas e (d) analógicos.

Jackendoff (1983, 1987, 1992) também tem afirmado que a inteligência origina-se da presença, no cérebro, de vários órgãos mentais especializados, "cada um dos quais tem sua própria linguagem particular" (1992, p. 19), mas diferentemente de Fodor, toma o sistema central como também modularizado. Para ele, a Estrutura Conceptual (EC) é parte de um conjunto de módulos centrais: a EC, a cognição espacial e a representação do corpo. A EC, o módulo mais conectado à linguagem, codifica indivíduos e categorias e suas combinações em estados e eventos *token* e *type*, em domínios concretos e abstratos. A cognição espacial recebe *input* da visão, tato e audição, e as representações espaciais por ela geradas servem como *input* para a formulação da ação no mundo. A EC e a cognição espacial operam juntas para o entendimento do mundo físico.

Propostas muito difundidas de estrutura e funcionamento mental como a de Gardner (1983) baseiam-se nessa concepção da cognição como processamento de informação. Embora Gardner faça críticas à psicologia do processamento de informações, ele concorda com alguns de seus pontos básicos. Diz ele que ela introduziu avanços importantes:

Agora temos à disposição uma concepção muito mais dinâmica do que ocorre no decorrer da **resolução de problemas**: se inclui um quadro de "entrada" de informações ou **mecanismos de acesso**; as formas de **retenção** imediata e de curto prazo se aproximam da informação até que possam ser **codificadas na memória**; várias operações de gravação e transformação que podem ser impostas sobre a **informação recém-adquirida** (p. 18, da edição brasileira; grifos da autora).

Gardner simpatiza com a hipótese da modularidade da mente: a de que há mecanismos de processamento de informações de finalidade específica (mecanismos computacionais), molares e moleculares, específicos de uma espécie ou não. Sua adesão a uma versão de modularidade, fundada na idéia de computação, passa, entretanto, pelo questionamento de características estruturais e de processamento do sistema central de informações e sobre a natureza dos módulos e suas interações:

Conforme vejo as evidências, tanto os achados de psicólogos sobre o poder de diferentes **sistemas simbólicos**, quanto os achados de neurocientistas sobre a organização do sistema nervoso humano apóiam o mesmo quadro da mente humana: a mente consiste em alguns **mecanismos computacionais bem específicos e bastante independentes** (p. 43 da edição brasileira; grifos da autora).

O autor afirma que evidências biológicas apontam para duas conclusões: (a) há uma grande plasticidade no crescimento humano, especialmente durante os meses iniciais da vida, modulada por restrições genéticas; (b) os seres humanos são predispostos a desempenhar algumas operações intelectuais específicas ou desenvolver determinados padrões de comportamento e não outros. Entre outros fatores, (a) e (b) formam a base para a sua tese das **inteligências múltiplas**. O autor ressalta que cada tipo de inteligência possui suas próprias formas de plasticidade e seus próprios períodos críticos (heterocronia).

A **versão clássica da teoria computacional** da mente passou a ser mais fortemente questionada a partir da década de 70 quando a idéia de processamento simbólico de informação confrontou-se com a idéia de conectividade, então resgatada. O **conexionismo**¹³ formula modelos baseados na analogia neuronal (Rumelhart & McClelland, 1986). A relação mente-cérebro é tratada através de sistemas de processamento de distribuição paralela, ou seja, ativações elétricas que são descritas como **vetores**. Permanece a idéia de processamento de informações (de *inputs* a *outputs*) a partir de representações, mas há diferenças substantivas. No mecanismo clássico, por exemplo, os objetos aos quais o conteúdo **A&B** é imputado, ou seja, ocorrências da expressão 'A&B', literalmente contêm como **partes** objetos aos quais o conteúdo **A** é imputado. Além disso, a semântica, ou as condições de satisfação da expressão 'A&B', é determinada pela semântica de seus constituintes. No mecanismo conexionista, o conteúdo é imputado ao objeto por uma relação causal (uma relação primitiva), sem uma relação de constituência estrutural, do tipo parte-todo.



Caso se considere a ativação de três **nódulos** neurologicamente distribuídos (em que a expressão, 'neurologicamente distribuído' está ligada à "metáfora do cérebro": as representações "imitam" o funcionamento das redes neuronais) o nódulo (1) **A&B**, derivado da ativação dos nódulos (2) **A** e (3) **B**, o nódulo (1) afeta causalmente estados dos nódulos (2) e (3), mas não é o caso de que (1) e (2) estejam **gramaticalmente** relacionados a (3). O rótulo **A&B** do nódulo (1) indica o seu conteúdo representacional. Esse rótulo tem estrutura, ou seja, tem sintaxe e semântica combinatorial, mas o nódulo a que esse rótulo é atribuído não tem tal estrutura.

A estrutura constituinte existe quando as partes das entidades semanticamente avaliáveis são elas próprias avaliáveis. Um nódulo é neurologicamente distribuído porque, ao que parece, "seus estados de ativação correspondem a padrões de atividade neural - a **grupos** de unidades neurais - antes que à ativação de neurônios individuais" (Fodor & Pylyshyn, 1988, p. 20).

McLaughlin (1993) acredita que se deveria tentar implementar a arquitetura clássica no cérebro por uma arquitetura conexionista, de modo que os processos intencionais seriam implementados por processos simbólicos clássicos e estes por processos conexionistas. O autor afirma ainda:

"[O] conexionismo seria mecânica quântica e o classicismo apenas química. Se houvesse um Prêmio Nobel em psicologia, uma proposta de como uma rede conexionista no cérebro implementa uma arquitetura clássica certamente ganharia" (1993, p. 1984).

A argumentação contra qualquer uma das versões computacionais da mente simbólica ou conexionista passa por cientistas e filósofos wittgensteinianos, que argumentam que a cognição não se reduz à manipulação simbólica, opondo-se, portanto, às hipóteses da linguagem do pensamento ou à vertente inatista. Esse é o caso de Button, Coulter, Lee & Sharrock (1998).

Mas hoje a Teoria de Santiago, cujos expoentes são Humberto Maturana e Francisco Varela constitui um dos grandes oponentes à idéia de mente como processamento de informações como esta tem sido delineada até aqui¹⁴.

A Teoria de Santiago está inserida no paradigma da complexidade sistêmica, baseada na auto-organização, característica dos sistemas vivos. No caso dos sistemas naturais humanos, conforme Atlan (1992), o observador é parte ou a totalidade do sistema. A *complexidade é uma ordem cujo código não conhecemos*, afirma Atlan. Isso é o que distingue os sistemas humanos de máquinas como a de Turing, cuja estrutura e funções são conhecidas, pois se conhece seu projeto de construção e funcionamento. Dos sistemas humanos tem-se, diz Atlan, apenas uma compreensão imperfeita.

As noções de **autopoiesis** (auto-organização) e de **acoplamento estrutural** são centrais para a compreensão do fenômeno mental nesse paradigma e devem ser entendidas a partir de um sistema conceitual que envolve noções mais básicas como: (a) **observador**; (b) **unidades** (suscitadas por atos de distinção ou diferenciação de um observador); (c) **unidades simples e compostas**; (d) **organização** (relações que se estabelecem entre os componentes de um sistema); (e) **estrutura** (componentes e relações que constituem uma determinada unidade); (f) **sistemas determinados pela estrutura**; (g) **existência**. Nesse sistema conceitual, desenvolve-se a noção de autopoiesis.

Os seres vivos definem-se por sua **organização autopoietica**¹⁵ a qual se caracteriza por um processo em que uma unidade continuamente se produz a si mesma, à medida que seus componentes estão "dinamicamente relacionados numa contínua rede de interações" (Maturana e Varela, 1995, p. 85). Em outras palavras, a rede de transformações dinâmicas produz os próprios componentes da unidade.

Uma condição para a organização autopoietica é a autonomia do sistema, no sentido de que se possa especificar suas leis de constituição. Conforme Atlan (1992), a autopoiesis implica que as regras de organização sejam internas ao sistema, uma vez que este é informacionalmente fechado. Maturana (1996) afirma, nesse sentido, que o que se passa em um ser vivo, a cada instante, está determinado na sua estrutura, não em algo externo a ele.

O sistema nervoso em Maturana e Varela é uma rede fechada que se **acopla** ao organismo que o integra, constituindo uma unidade autopoietica:

O sistema nervoso, como sistema celular neuronal, constitui uma rede de elementos interagentes que se fecha sobre si mesma como uma rede de mudanças de relações de atividade, tal que toda mudança de relação de atividade, em uma parte da rede, dá origem a mudanças de relações de atividade em

outras e na mesma parte da rede. Mas o sistema nervoso tem uma coisa peculiar: está acoplado a um organismo (1996, p. 191).

Tem-se um **acoplamento estrutural** quando a ontogenia (história de mudança estrutural) de uma unidade é acoplada à ontogenia de outra unidade, e suas relações são recorrentes ou estáveis, gerando perturbações recíprocas. O acoplamento estrutural é, assim, a história de mudanças estruturais recíprocas na realização da autopoiesis, gerando a **enação**: novas configurações estruturais contínua e evolutivamente são geradas. Utilizando as noções básicas, o acoplamento estrutural pode ser definido como:

a relação de correspondência dinâmica estrutural com o meio no qual uma unidade conserva sua identidade de classificação (organização no caso de uma unidade composta, e operação de suas propriedades, no caso de uma unidade simples), a qual está implicada em sua distinção ao ser produzida por parte do observador, em sua prática de viver (Maturana, 1996, p. 115)

De um modo amplo, defende-se, nessa abordagem, que a base do conhecimento é biológica e tem uma base ontológica no mundo físico. Todavia, essa não é uma questão simples. Veja-se o caso da linguagem humana. Para Maturana, embora a linguagem dependa da operação da corporeidade, ela não tem lugar nessa corporeidade. A linguagem tem lugar em domínios de **interação social**. Um sistema social, por sua vez, é um "sistema no qual os sistemas vivos que o compõem se realizam a si mesmos como sistemas vivos de uma classe particular, através de suas coordenações de ações no domínio de sua aceitação mútua" (1996, p. 71). Conforme Maturana (1996), linguagem e conhecimento não são propriedades inexplicáveis dadas, mas fenômenos do domínio humano de experiências que surgem na **práxis do viver**. Na verdade, para ele, nossa condição de existência se encontra na linguagem, e o domínio físico dessa existência surge na linguagem como um domínio cognitivo.

Nesse cenário epistemológico, a autoconsciência surge da linguagem, e o indivíduo só existe na linguagem. A linguagem não seria meramente um fenômeno do sistema nervoso (neurofisiológico), mas uma relação entre organismos, pois tem lugar no fluir de coordenações comportamentais consensuais desses organismos. A autoconsciência é entendida, fundamentalmente, como fenômeno de autodiferenciação que, como o conhecer, não é um fenômeno neurofisiológico, mas "um fenômeno da relação entre um organismo e a circunstância na qual conserva organização e adaptação" (p. 201). Ou seja, é um fenômeno social. Diz Maturana que "a **realidade surge com a autoconsciência na linguagem como explicação da diferenciação entre o eu e o não-eu na práxis do viver do observador**" (1996, p. 167).

A realidade (que Maturana chama de "realidade-entre-parênteses") não existe independentemente do observador, pois surge na linguagem. Cada domínio da existência é um domínio da realidade produzido por um observador. Todavia, uma vez produzido um domínio da realidade, o observador pode abordá-lo como se a existência desse domínio fosse independente das operações de diferenciação que o produz. O "mundo" não existe independentemente de atos cognitivos. Como afirma Maturana (1996): "cada domínio cognitivo é um domínio de coordenações de ações na práxis de viver de uma comunidade de observadores" (p. 65)

O ponto fundamental é que Maturana e Varela (1995) não aderem à metáfora cérebro/mente como um computador, nos termos da arquitetura cognitiva clássica. Para os autores, o sistema nervoso não é representacionalista,

O sistema nervoso não opera com símbolos, opera apenas gerando mudanças de relações de atividade movido por mudanças de relações de atividade. As simbolizações pertencem somente às distinções do observador, e uma situação é símbolo de outra apenas em uma distinção que um observador faz (Maturana, 1999, p. 118)

nem dotado de entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*):

Seria um erro, portanto, definir o sistema nervoso como dotado de entradas e saídas no sentido tradicional [...] ao contrário do que se costuma pensar, o sistema nervoso não "capta informações" do meio, e sim produz um mundo ao especificar que configurações do meio são perturbações e que mudanças estas desencadeiam no organismo (p. 195, grifos da autora).

Os autores negam uma **arquitetura mental baseada no processamento de informações**, pois, segundo eles, os conceitos de entrada (*input*) e saída (*output*) se aplicam apenas a sistemas cujas operações implicam o fluxo de matéria, energia ou informação e em direção ao meio. Tal fluxo é característica intrínseca de sua constituição. Ao contrário desse tipo de sistemas, os seres vivos são sistemas autopoieticos, o que significa que são sistemas fechados em sua dinâmica de estado e só podem existir em autopoiesis. E "sistemas autopoieticos não têm entradas, nem saídas" (p. 260).



Sfez (1994) sintetiza essa posição dos autores:

Abandonando por inteiro o representacional e convocando a interpretação em sua ajuda (a realidade exterior **não informa** o cérebro, o cérebro não é uma tela e os neurônios **não são softwares** que tratam a informação armazenada), Varela e uma parte dos pesquisadores do seu time se acham necessária e diretamente diante das grandes questões de filosofia e de história biológica (p. 207)¹⁶.

Observe-se, entretanto, que, de acordo com Morin (1996) – e este é o ponto central deste artigo – deve-se entender que – a partir da perspectiva da auto-organização – apesar de os sistemas vivos não serem assimiláveis às formas dos computadores artificiais – que foram construídos por/programados por/operam para outrem –, todo ser vivo é dotado de uma aparelhagem computacional, onde há “computação de si, por si, para si” (p. 318). Esse comportamento é chamado de auto-referente, auto-ecoorganizador:

Uma computação auto-referente é necessariamente eco-referente, isto é, deve ser capaz de tratar, examinar, calcular em informações os dados/acontecimentos que coleta no ambiente. Mas o que é importante é que essa computação trata esses dados como “objetos”, precisamente porque o ser computante se constitui como **sujeito**, no sentido em que computa, decide, **age de si para si. Portanto, o importante é a afirmação ontológica distinta, única, privilegiada de si para si que caracteriza todo ser vivo** (Morin, 1996, p. 318-9).

Maturana (1996) afirma, exatamente nessa direção, que as máquinas diferem dos sistemas vivos não pelos princípios de funcionamento, mas quanto à referência. No caso da máquina existe **alorreferência**, “a relevância de seu funcionamento é determinada pelo modo como satisfaz os desenhos de quem a construiu” (p. 225).

Para os teóricos de Santiago, as características peculiares da vida social humana, sobretudo em vista de seu intenso acoplamento lingüístico, geraram a mente e a consciência¹⁷. Para eles, no homem, “a linguagem toma a capacidade de reflexão inseparável de sua identidade” (p. 245). Especificamente, dizem:

na rede de interações lingüísticas em que nos movemos, mantemos uma contínua recursão descritiva que chamamos de “eu”, e que nos permite conservar nossa coerência operacional lingüística e nossa adaptação ao domínio da linguagem (Maturana & Varela, 1995, p. 251).

Maturana afirma que, como seres vivos, acontecemos na linguagem e na linguagem acontecemos como a classe de sistemas vivos que somos, de tal modo que não há atos de referência fora da linguagem. A passagem do social ao biológico baseia-se numa interação em que, apesar de o **linguagemento** ter lugar no domínio social “como uma dança de relações recursivas de coordenações de ações”, as interações:

provocam na existência física dos corpos dos participantes mudanças estruturais que alteram os antecedentes fisiológicos (posição emocional), nos quais continuam expressando-se mediante a linguagem (Maturana, 1996, p. 150).

O fato é que para Maturana e Varela, ao contrário dos demais filósofos e cientistas da cognição que aderem a alguma das várias alternativas de aplicação da **restrição naturalista**, o mental não é algo que está no crânio ou um fluido no cérebro; mental e consciência “pertencem ao domínio do acoplamento social, e é neste que se dá sua dinâmica” (1995, p. 252).

As idéias de Maturana & Varela evidenciam que sistemas que se auto-organizam, adaptam-se por aprendizagem não-dirigida. E como diz Morin (1996):

A reorganização permanente e a autopoese (sic) constituem categorias aplicáveis a toda ordem biológica e, **a fortiori**, à ordem sociológica humana. Uma célula está em autoprodução permanente por meio da morte de suas moléculas. Um organismo está em autoprodução permanente por meio da morte de suas células (que etc); uma sociedade está em autoprodução permanente por meio da morte de seus indivíduos (que etc); elas se reorganizam incessantemente por meio de desordens, antagonismos, conflitos que minam sua existência e, ao mesmo tempo, mantêm sua vitalidade (p. 300).

A cultura filosófico-científica que define cognição a partir de máquinas digitais ou connexionistas, cujas operações baseiam-se em processar informações, trouxe grandes contribuições para o estudo do raciocínio no modelo solução-de-problemas; elucidou aspectos dos processos inferenciais demonstrativos, como silogismos e outros raciocínios lógicos; avançou no tratamento de inferências não-demonstrativas, como as da conversação ordinária¹⁸; também focalizou-se, como na proposta gardneriana de inteligências múltiplas, competências construídas e valoradas culturalmente, com amplas conseqüências em nível de programas educacionais, sistemas de aprendizagem e avaliação de desempenho no sistema formal de educação. Porém, novos paradigmas, como o da auto-organização/complexidade, mesmo que ainda fundados sobre alguma noção de *computo*,

contemplam-nos com uma revigorante perspectiva de autonomia, ao mesmo tempo que evidencia novos papéis para a subjetividade. Ao integrar o observador-sujeito como parte constituinte do conhecimento, um sujeito que tem um lugar cultural e sócio-histórico, tem-se, conforme Morin (1996), uma teoria do sujeito no cerne da ciência, a possibilidade de uma crítica do sujeito na e pela epistemologia complexa.

Notas do texto

- ¹ Sobre a "antiga" e a "nova" transdisciplinaridade veja-se Monn (1996).
- ² Miller (apud Gardner, 1985, 1987) assinala o ano de 1956 como aquele em que as Ciências Cognitivas têm sua constituição oficializada, a partir do *Symposium on Information Theory*, realizado no *Massachusetts Institute of Technology*, entre 10 e 12 de setembro daquele ano.
- ³ O funcionalismo identifica os processos mentais com as operações das máquinas de Turing. Uma máquina de Turing caracteriza-se como um mecanismo com um número finito de estados de programa. Os *inputs* e *outputs* da máquina são escritos numa fita que é dividida em quadros idênticos onde consta um símbolo de um alfabeto finito. A máquina passa de um estado para outro executando operações mecânicas elementares de esquadramento, supressão e impressão. Os estados do programa são definidos em termos de símbolos de *input*, símbolos de *output* e tais operações elementares. O papel funcional de um estado depende de sua relação com outros estados, além de *inputs* e *ou outputs*. No funcionalismo, o caráter de um estado mental é independente de sua realização física, ou seja, não há restrições sobre o *hardware* que realiza o programa, tanto pode ser o cérebro de um ser humano como um computador. Esse ponto de vista, em filosofia da mente, remonta a Putnam (1960, 1967a, 1967b, 1975), que sustentava, nessa época, por exemplo, que (a) o ser humano como um todo é uma máquina de Turing e (b) que seus estados psicológicos são estados dessa máquina. Veja-se essa passagem: "Uma máquina de Turing poderia bem ser um organismo biológico [...]. Hoje não conhecemos nada estritamente incompatível com a hipótese de que você e eu somos todas máquinas de Turing" (Putnam, 1967a, p. 412). O funcionalista acredita que um estado cognitivo pode ser realizado por diferentes estados físicos e mais, conforme Putnam (1960): "Em particular, a 'descrição lógica' de uma máquina de Turing não inclui qualquer especificação da natureza física desses 'estados' -- ou, de fato, da natureza física da máquina como um todo [...]. Em outras palavras, uma dada 'máquina de Turing' é uma máquina *abstrata* que pode ser fisicamente realizada de um número quase infinito de formas diferentes" (Putnam, 1960, p. 371). O funcionalismo, em síntese, define os estados mentais a partir de suas causas e efeitos, em que: "A organização funcional (resolver problemas, pensar) do ser humano ou máquina pode ser descrita em termos de seqüências de estados mentais ou lógicos respectivamente [...] sem referência à natureza da realização física desses estados" (Putnam, 1960, p. 373).
- ⁴ Searle (1992) resume bem a questão (problemática) da **superveniência causal**. De acordo com o filósofo, a superveniência é uma relação entre propriedades. Em filosofia da mente diz-se que os estados mentais **supervêm** (são dependentes ou correspondem) a estados neurofisiológicos. O clássico problema do "cérebro na cuba" sugere que dois cérebros que fossem *type-identificados*, molécula com molécula, teriam, sob uma base causal, fenômenos mentais idênticos. Mas essa superveniência estabelece-se de modo que os "estados físicos são causalmente suficientes, mas não causalmente necessários para os estados mentais correspondentes" (p. 125). A idéia de que os estados mentais são epifenômenos é ligada exclusivamente à noção de superveniência causal. Enfim, "a identidade na neurofisiologia garante identidade no nível mental; mas identidade no nível mental não garante identidade de neurofisiologia" (p. 125).
- ⁵ Na base do funcionalismo encontra-se a tentativa de dar uma resposta ao problema mente-corpo. O funcionalismo é uma das formas de reducionismo materialista proposta em filosofia da ciência para responder ao dualismo cartesiano e à tese da irredutibilidade de Brentano. O problema mente-corpo é, em síntese, a questão de relacionar causalmente fenômenos mentais e estados físicos do corpo. A ciência cognitiva encontra-se engajada em "naturalizar" a mente, atendendo ao que se tem chamado de **restrição naturalista** das teorias. Na visão dualista, mente e corpo são substâncias diferentes. Na visão monista, mental e físico são idênticos. Há, ainda, uma outra alternativa (entre muitas) que McGinn (1997) chama de monismo não redutivo, segundo o qual "os fenômenos mentais estão intrincados no mundo físico em vista da identidade de objetos (eventos) mentais com objetos (eventos) físicos, mas eles não são redutíveis a fatos sobre o mundo físico porque as propriedades mentais não são propriedades físicas" (p. 29). De qualquer maneira, historicamente coloca-se, com relação ao problema mente-corpo o problema do interacionismo físico-psíquico. Veja-se a respeito do reducionismo Feltes (1998a).
- ⁶ Esta citação continua: "**Computadores analógicos**, por outro lado, não operam por codificação de um sistema simbólico. Antes, eles manipulam variáveis físicas contínuas, segundo uma mudança ou representando uma função por uma mudança equivalente ou função, mas de uma forma física diferente [...]. Os **computadores digitais** são muito mais versáteis do que os analógicos, já que, em princípio, eles podem ser programados para realizar qualquer operação que pode ser especificada. O mesmo mecanismo pode prontamente ser reprogramado para realizar operações muito diferentes, enquanto, tipicamente, os computadores analógicos devem ser **virtualmente** reconstruídos para usos diferentes [...]. É uma questão aberta se o cérebro é essencialmente analógico ou digital. É interessante que sejamos extremamente fracos em operações digitais, tais como em problemas aritméticos complexos, embora esses sejam fáceis de serem realizados mecânica ou eletronicamente em calculadoras de bolso, que de longe ultrapassam a precisão e rapidez humanas. Isso pode bem sugerir que o cérebro opere analógica antes que digitalmente" (Gregory, 1987, p. 192-3. Grifos da autora).
- ⁷ O algoritmo é um procedimento mecânico que fornece "uma seqüência de passos de rotina que geram a solução de um problema" (McGinn, 1996, p. 109).
- ⁸ Em se considerando mente-cérebro uma máquina algorítmica, um sistema formal, haveria limites para os problemas que essa máquina poderia resolver, tendo por base o teorema de Gödel. Esse teorema foi formulado e provado, em 1931, por Kurt Gödel. O teorema de Gödel baseia-se num paradoxo lógico formulado através de um enunciado metamatemático auto-referencial do tipo "Este enunciado não é passível de prova" ou em um paradoxo filosófico do tipo "Todos os cretenses são mentirosos, diz Epimênides, pensador cretense". A partir dele tem-se que, se ele estiver correto, o enunciado pode ser verdadeiro e não passível de prova, o que implica, por sua vez, que o sistema formal usado é incompleto. Essa incompletude (isto é, a idéia de um sistema lógico não se bastar para sua própria descrição) levaria à indecidibilidade (pois os axiomas do sistema não bastariam para a decisão). Ou seja, haverá sempre um enunciado que o sistema formal não poderá provar (Kovács, 1997; Teixeira, 1998). Todavia, é interessante analisar em detalhe a discussão de Changeaux e Connes em Changeaux & Connes (1996) sobre objeções à aplicação do teorema da incompletude a determinados desenvolvimentos da neurociência.



- ⁹ Segundo Dennett & Haugeland (in Gregory, 1987), o termo 'intencionalidade' foi cunhado pelos escolásticos na Idade Média e foi revivido no século XIX pelo psicólogo Franz Brentano, predecessor da escola fenomenológica. Para Brentano, a intencionalidade é o que distingue o mental do físico: todos e apenas os estados mentais exibem intencionalidade. Desde que a intencionalidade é traço irreduzível dos fenômenos mentais, estes não podem ser considerados fenômenos físicos, merecendo um tratamento autônomo. O que se tem chamado de o **Problema de Brentano** é a tentativa de dar uma abordagem naturalista da intencionalidade. Dada a posição cética de Brentano, o Problema também é conhecido como a **Tese da Irreducibilidade**. Ainda segundo os autores, nas décadas de 60 e 70, o termo 'intencionalidade' é revivido por filósofos ingleses e americanos da tradição analítica, como Chisholm e Quine, e abordada em termos lógicos e semânticos.
- ¹⁰ O solipsismo, em termos genéricos, é a tese de que possa haver uma linguagem cujos significados advêm apenas dos conteúdos de uma única mente. O termo 'solipsismo metodológico' é devido a Putnam e diz respeito a estados mentais internos sem referência ao mundo externo. Em *Ciência Cognitiva*, o termo 'solipsismo' é tomado de diferentes formas. Segundo Traiger (1991), há pelo três versões do solipsismo: (a) o **solipsismo ontológico** que advoga a primazia da consciência introspectiva; (b) o **solipsismo epistemológico**, a partir do qual as únicas coisas de que se pode tomar conhecimento são os próprios estados (do próprio indivíduo com relação a si mesmo); e (c) o **solipsismo metodológico**, a partir do qual "o que é relevante para entender a mente é a representação mental não é o mundo que o agente cognitivo representa, mas o domínio mental interno em que as representações são construídas" (Traiger, 1991, p. 2).
- ¹¹ Sobre a relação entre 'sintático', 'formal' e 'semântico' a posição de Fodor é que os "processos computacionais são tanto simbólicos quanto formais. Eles são simbólicos porque são definidos sobre representações, e são formais porque se aplicam a representações, em vista (a grosso modo) da sintaxe das representações [...] Dizer que uma operação é formal não é o mesmo que dizer que é sintática, visto que poderíamos ter processos formais definidos sobre representações que não têm, em qualquer sentido óbvio, uma sintaxe. [...] O que faz das operações sintáticas uma espécie de operação formal é que ser sintático é uma forma de não ser semântico" (1981, p. 226-7).
- ¹² A apresentação da hipótese de modularidade da mente aqui apresentada é uma adaptação de exposições mais detalhadas feitas em Feltes (1996) e Silveira e Feltes (1998).
- ¹³ McLaughlin (1993) afirma que o termo 'conexionismo', usado por Feldman & Ballard para referir uma família de programas de pesquisa em ciência cognitiva, passou a ser usado para cobrir todos os programas que desenvolvem modelos de processamento distribuído e paralelo da cognição. Eles são simbólicos porque são definidos sobre representações, e são formais porque se aplicam a representações, em vista (a grosso modo) da sintaxe das representações [...] Dizer que uma operação é formal não é o mesmo que dizer que é sintática, visto que poderíamos ter processos formais definidos sobre representações que não têm, em qualquer sentido óbvio, uma sintaxe. [...] O que faz das operações sintáticas uma espécie de operação formal é que ser sintático é uma forma de não ser semântico" (1981, p. 226-7).
- ¹⁴ A Teoria de Santiago desenvolve-se ao longo da década de 70. Sfez (1994) categoriza-a como um "pós-neoconexionismo" (p. 207).
- ¹⁵ Mesmo deixando de lado aqui o tratamento de todo o *framework* conceitual das teorias sistêmicas, fundadas na idéia de **padrão de organização** e de **auto-organização**, e que são o quadro referencial da abordagem da Escola Chilena, é importante mencionar que ao padrão de organização de um sistema corresponde uma descrição abstrata - nível da forma -, enquanto que à estrutura corresponde uma descrição na linguagem das ciências básicas, pois trata-se da incorporação física do padrão de organização - nível da substância -. Como dizem Maturana e Varela (1987/1995): "Os seres vivos se caracterizam por sua organização autopoietica. Diferenciam-se entre si por terem estruturas diferentes, mas são iguais em sua organização" (p. 87).
- ¹⁶ Na verdade, Sfez (1996) desenvolve uma longa crítica, voltando-se mais para algumas obras e entrevistas de Varela, tanto que ao excerto temos a seguinte complementação: "Essa extensão do domínio das ciências cognitivas para a reflexão filosófica é então contemplada sem que esses "pós-neoconexionistas" tenham verdadeiramente meios para 'tratar' as questões da representação e de interpretação (uma hermenêutica) em seu terreno" (p. 207).
- ¹⁷ Maturana cunha a expressão, "languajar" (no português, "linguagemamento") para referir-se ao fato de que "expressar-se pela linguagem é interagir estruturalmente" (p. 150).
- ¹⁸ Veja-se, por exemplo, o modelo ostensivo-inferencial de comunicação, de Dan Sperber e Deirdre Wilson apresentado em Silveira e Feltes (1999).

Referências bibliográficas

- ATLAN, Henri. **Entre o cristal e a fumaça; ensaio sobre a organização do ser vivo**. Rio de Janeiro: Zahar, 1992.
- FELTES, Heloisa Pedrosa de Moraes. A arquitetura modular da mente na teoria da Relevância e nas semânticas cognitivas, **Cadernos de Pesquisa**, v. 4, n. 6, p.157-206, nov. 1996.
- _____. **Naturalização da semântica das representações mentais**. Tese de Doutorado apresentada junto ao Pós-Graduação em Letras da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 1998a.
- _____. **Relações intramodulares e intermodulares: a interface sintaxe-semântica e o status dos papéis temáticos**. **Colatânea Cultura e Saber**. Vol. 2, n. 1, set. 1998b.
- FODOR, Jerry A. **The language of thought**. Hassocks, Sussex: The Harvester Press, 1976.
- _____. **Representations; philosophical essays on the foundations of cognitive science**. Cambridge, Mass.: A Bradford Book/ The MIT Press, 1981.
- _____. **The modularity of mind; an essay on faculty psychology**. Cambridge, Mass.: A Bradford Book/The MIT Press, 1983.
- _____. **Psychosemantics; the problem of meaning in the philosophy of mind**. Cambridge, Mass.: A Bradford Book/



- The MIT Press, 1987.
- _____. **A theory of content and other essays.** Cambridge, Mass.: A Bradford Book/The MIT Press, 1990.
- FODOR, Jerry A. and PYLYSHYN, Zenon. Connectionism and cognitive architecture: a critical analysis. *Cognition*, v. 28, p. 3-71, 1988.
- GARDNER, Howard. **Frames of mind: the theory of multiple intelligences.** New York: Basic Books, 1983 [Tradução para a língua portuguesa de Sandra Costa: Estruturas da mente: a teoria das inteligências múltiplas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.]
- _____. **The mind's new science: a history of the cognitive revolution.** New York: Basic Books, 1985. [A edição de 1987, em *paperback*, conta com o epílogo: *Cognitive Science after 1984*]
- GREGORY, Richard L. **The Oxford companion to the mind.** New York: Oxford University Press, 1987.
- JACKENDOFF, Ray. **Semantics and cognition.** Cambridge, Mass.: A Bradford Books/The MIT Press, 1983.
- _____. **Consciousness and the computational mind.** Cambridge, Mass.: A Bradford Book, 1987.
- _____. **Languages of the mind; essays on mental representation.** Cambridge, Mass.: A Bradford Book/ The MIT Press, 1992.
- KOVÁCS, Zsolt L. **O cérebro e sua mente; uma introdução à neurociência computacional.** São Paulo: Edição Acadêmica, 1997.
- LÉVY, Pierre. **La machine univers: création, cognition et culture informatique.** La Découverte: Paris, 1987.
- _____. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática.** São Paulo: Editora 34, 1993.
- MATURANA, Humberto. **La realidad: objetiva o construida? II. Fundamentos biológicos del conocimiento.** Barcelona: Anthropos; México: Universidad Iberoamericana; Guadalajara: Instituto Tecnológico y de estudios Superiores de Occidente, 1996.
- _____. **A ontologia da realidade.** Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1999. (orgs. Cristina Magro; Miriam Graciano; Nelson Vaz)
- MATURANA, Humberto e VARELA, Francisco G. **A árvore do conhecimento; as bases biológicas do entendimento humano.** Campinas: Editorial Psy, 1995.
- McGINN, Colin. **The character of mind; na introduction to the philosophy of mind.** 2.ed. New York: Oxford University Press, 1997.
- McLAUGHLIN, Brian P. The conecionism/classicism battle to win souls. *Philosophical Studies*, v. 71, n. 2, p. 163-190, aug. 1993.
- MORIN, Edgar. **Ciência com consciência.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.
- POPPER, Karl R. e ECCLES, John C. **O eu e seu cérebro.** Campinas: Papirus; Brasília: Ed. UnB, 1991.
- PUTNAM, Hilary. Minds and machines In: —. **Mind, Language and Reality.** Cambridge: Cambridge University Press, (1960) 1975, p. 362-407.
- _____. The mental life of some machines. In: —. **Mind, Language and Reality.** Cambridge: Cambridge University Press, (1967a) 1975, p. 408-28.
- _____. The nature of mental states. In: —. **Mind, Language and Reality.** Cambridge: Cambridge University Press, (1967b) 1975, p. 429-40.
- _____. Philosophy and our mental life. In: —. **Mind, Language and Reality.** Cambridge: Cambridge University Press, (1973) 1975, p. 291-303.
- _____. The meaning of 'meaning'. In: —. **Mind, Language and Reality.** Cambridge: Cambridge University Press, 1975, p. 215-71.
- PYLYSHYN, Zenon W. **Computation and cognition: toward a foundation for cognitive science.** Cambridge, Mass.: MIT Press, 1986.
- RUMELHART, D. E. e McCLELLAND, J. L. **Parallel distribuid processing: explorations in the microestruure of cognition.** Cambridge, Mass: The MIT Press, 1986. Foundations I.
- SFEZ, Lucien. **Crítica da comunicação.** São Paulo: Edições Loyola, 1996. [Tradução de Maria Stela Gonçalves e Adail Ubirajara Sobral.]
- SILVEIRA, Jane Rita Caetano da. e FELTES, Heloisa Pedrosa de Moraes. **Pragmática e cognição: a textualidade pela Relevância.** 2. ed. Porto Alegre/Caxias do Sul: EDIPUCRS/EDUCS, 1999.
- TEIXEIRA, João de Fernandes. **Mentes e máquinas: uma introdução à ciência cognitiva.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- TRAIGER, Saul. Solipsism, individualism and cognitive science. *Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence*. vol. 3, p. 163-70, 1991 [Obtido na Internet: sics.htmlat www oxy edu., p. 1-8.]