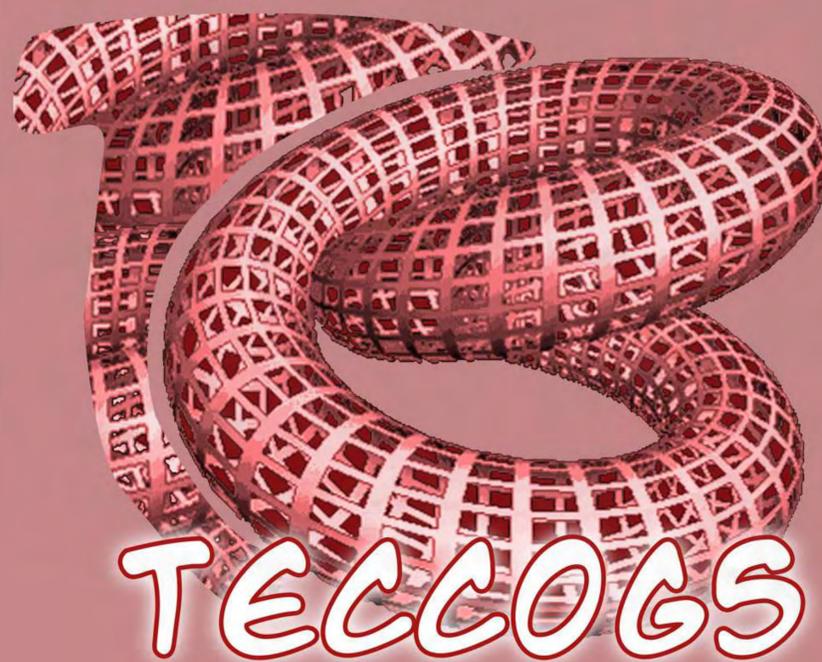


PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Inteligência e Design Digital

# COGNIÇÃO E INFORMAÇÃO



## TECCOGS

REVISTA DIGITAL DE  
TECNOLOGIAS COGNITIVAS

Nº 5

julho-dezembro / 2011

ISSN: 1984-3585

#### **Diretoria Científica:**

Profª Drª Lucia Santaella (PUC-SP)

Prof. Dr. Sérgio Basbaum (PUC-SP)

Profª Drª Lucila Pesce (UNIFESP)

#### **Editores científicos desta edição:**

Prof. Dr. Winfried Nöth (PUC-SP)

#### **Diretoria Executiva:**

Profª Drª Ana Maria Guimarães Jorge (FAAP)

Profª Drª Cândida Almeida (Anhanguera / SENAC-SP / PUC-SP)

#### **Conselho Editorial:**

Prof. Dr. Alex Primo (UFRGS)

Prof. Dr. André Lemos (UFBA)

Profª Drª. Cláudia Giannetti

Profª Drª Diana Domingues (UCS)

Profª Drª. Geane Alzamora (UFMG)

Profª Drª Giselle Beiguelman (USP)

Prof. Dr. João Teixeira (UFSCAR)

Profª Drª Luiza Alonso (UnB)

Profª. Drª. Maria Eunice Quilici Gonzalez (UNESP - Marília)

#### **Projeto gráfico e arquitetura da revista digital**

Profª Drª Cândida Almeida (Anhanguera / SENAC-SP / PUC-SP)

#### **Diagramação**

Prof. Diego Marques de Carvalho (FAPCOM)

## Introdução

No centro deste quinto número do **TECCOGS** estão os temas *cognição e informação*, que são áreas de pesquisa de relevância central nos estudos pós-graduados do programa de **Tecnologia da Inteligência e Design Digital da PUC de São Paulo**. Pela primeira vez, o fórum do TECCOGS foi aberto para a participação de doutorandos do programa TIDD. Amaral Gurick apresenta elementos dos seus estudos sobre o conceito da informação junto com o organizador deste número. O trabalho de Lucas Meneguette foi escolhido para ser incluído neste número como trabalho de aluno exemplar. Trata-se da monografia que o doutorando apresentou como trabalho final no curso “Elementos semióticos para as ciências cognitivas” no quadro do programa TIDD, PUCSP, Módulo II – Teórico Avançado, Área de Concentração: Processos Cognitivos e Ambientes Digitais, Linha de Pesquisa: Aprendizagem e Semiótica Cognitiva.

No seu texto sobre “Aspectos cognitivos na teoria gerativa da música tonal”, Lucas Meneguette apresenta uma introdução à influente teoria gerativa da música tonal proposta por Lerdahl & Jackendoff com o objetivo de identificar aspectos que estejam relacionados ao contexto da ciência cognitiva, tais quais cognição, computação, representação, imagens mentais e percepção.

Em “A teoria da informação de Charles S. Peirce” Winfried Nöth apresenta, com Amaral Gurick, um trabalho que foi primeiro em parte apresentado na ocasião do VI Encontro Internacional de Informação, Conhecimento e Ação com o tema geral “Informação, Conhecimento e Ética” realizado de 29 de setembro a 02 de outubro de 2011 na Universidade Estadual Paulista – “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP – Marília-SP.

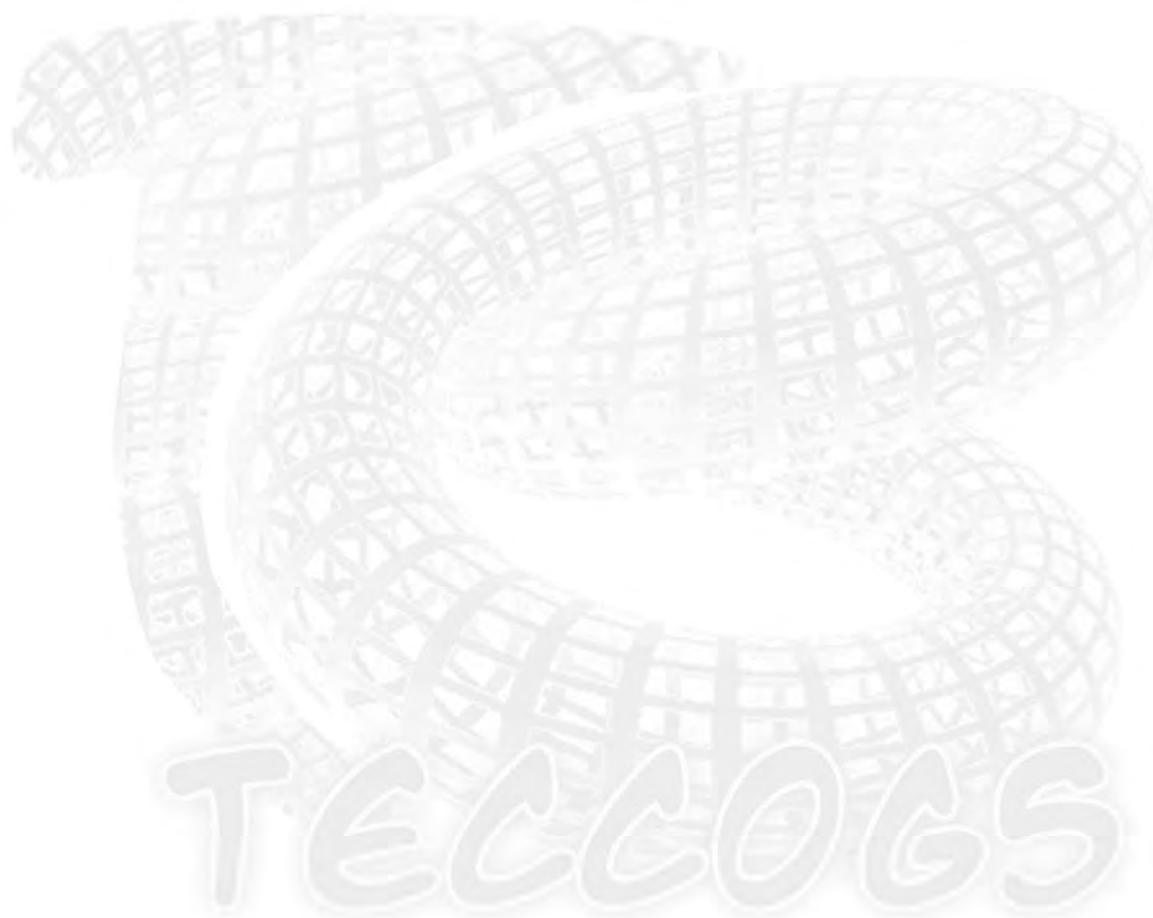
João Ranhel, em “Princípios para Processos Cognitivos”, apresenta a sua contribuição a um tema recentemente muito discutido nas ciências cognitivas: os critérios que organismos ou máquinas precisam cumprir para serem considerados envolvidos em processos cognitivos.

No dossiê, Mihai Nadin (Ashbel Smith University Professor, University of Texas at Dallas [www.nadin.ws; www.anteinstitute.org]) contribui com o seu artigo “Processos semióticos e de informação: A semiótica da computação” sobre o estado atual da semiótica computacional refletido em publicações recentes sobre este tema. O organizador deste número de TECCOGS e o comitê redacional são muito agradecidos ao pioneiro da semiótica computacional Mihai Nadin por ter consentido na tradução do artigo para este dossiê. Os agradecimentos incluem a tradutora Priscila Borges para a versão em português deste artigo.



Os títulos a serem resenhadas foram escolhidos pela sua complementaridade ao tema geral deste número. Poucos livros nos últimos anos são mais pertinentes neste contexto do que *Cybersemiotics: Why Information is not Enough* de Søren Brier, *Cyberpragmatics: Internet-Mediated Communication in Context* de Francisco Yus e *A mente pós-evolutiva: A filosofia da mente no universo do silício* de João de Fernandes Teixeira.

Winfried Nöth



**ARTIGOS***Winfried Nöth / Amaral Gurick*A teoria da informação de Charles S. Peirce **página 04***João Ranhel*Princípios para processos cognitivos **página 30***Lucas Meneguette*Aspectos cognitivos na teoria gerativa da música tonal **página 69****DOSSIÊ***Mihai Nadin (tradução: Priscila Borges)*Processos semióticos e de informação: A semiótica da computação **página 89****RESENHAS**Søren Brier. *Cybersemiotics: Why Information is not Enough*. Toronto: University of Toronto Press, 2008 (resenha de *Lucia Santaella e Winfried Nöth*) **página 119**Yus, Francisco. *Cyberpragmatics: Internet-Mediated Communication in Context*. Amsterdam: Benjamins, 2011 (resenha de *Lucia Santaella*) **página 121**Teixeira, João de Fernândes. *A mente pós-evolutiva: A filosofia da mente no universo do silício*. Petrópolis: Vozes, 2010 (resenha de *Winfried Nöth*) **página 123****ENTREVISTA**Lucia Santaella. Entrevista concedida à Revista IHU online **página 125**

## A TEORIA DA INFORMAÇÃO DE CHARLES S. PEIRCE

Winfried Nöth e Amaral Gurick

### Resumo

O objetivo desse artigo é apresentar a evolução pela qual passou o conceito de informação elaborado por Charles S. Peirce dentro do âmbito da semiótica. Ainda que informação não seja um conceito tão central para a semiótica, Peirce tinha muito mais a dizer sobre como signos veiculam ou não informação do que é geralmente reconhecido pelos seus comentadores. Na verdade, o próprio Peirce se referiu, certa vez, às suas ideias a respeito desse tópico, formuladas entre 1865 e 1867, como sua "teoria da informação". Neste artigo, vamos tratar de duas fases da teoria peirceana da informação: a primeira delas, entre os anos de 1865 e de 1867 e, a segunda, depois de 1900. A primeira (versão da) teoria peirceana da informação é ainda restrita a mensagens verbais e a abordagem está atrelada à lógica proposicional tradicional. Já a segunda (versão da) teoria peirceana da informação sofre uma espécie de expansão de seu horizonte teórico e passa a abarcar aspectos pragmáticos, cognitivos e semióticos da informação. Segundo esta última versão, informação é algo que pode ser carregado ou veiculado tanto verbalmente como não-verbalmente e não é apenas uma questão de significado, mas também de comunicação.

**Palavras-chave:** Informação, Semiótica, Signo, Cognição, Significado.

## Introdução

Informação não parece ser um conceito-chave na terminologia da semiótica peirceana. Semiótica, como Peirce a concebe, não é o estudo do *processamento de informação*, mas o estudo de *semioses*, i. e., do processo no qual signos representam objetos e criam interpretantes. Os termos chave para o estudo de tal processo são *signo*, *representação e mediação* ou *interpretação* e, dentre eles, não está o termo *informação*. Ainda assim, Peirce tinha muito mais a dizer sobre como signos veiculam ou não informação do que é geralmente reconhecido (cf. Johansen 1993, Liszka 1996: 28-31, Santaella e Nöth 2004, De Tienne 2005, Queiroz e El-Hani 2007, Fuhrmann 2009). Na verdade, o próprio Peirce se referiu, certa vez, às suas ideias a respeito desse tópico, formuladas entre 1865 e 1867, como sua “teoria da informação” (CP 5.288, fn 1, 1868).

Em contraste com a teoria matemática da informação, de acordo com a qual todos os sinais carregam certa quantidade de informação (cf. Nöth 2000: 169), e com as ciências da informação contemporâneas, para as quais dados e documentos de qualquer tipo são itens de informação (cf. Capurro e Hjørland 2003: 378-392), Peirce entende informação num sentido que está mais próximo do significado que a palavra *informação* possui na linguagem cotidiana e na mídia noticiosa, por exemplo, onde um “pedaço” de informação é uma mensagem significativa que comunica conhecimento novo. Nesse sentido, o estudo do que é informação requer uma abordagem semântica na medida em que envolve uma referência ao horizonte de conhecimento de algum intérprete.

### 1. Informação, significado e cognição

Independentemente de Peirce, teorias semânticas da informação têm sido desenvolvidas, no século XX, por lógicos e filósofos da mente. No quadro do positivismo lógico, por exemplo, Bar-Hillel e Carnap (1953) propuseram uma teoria semântica referencial da informação que é uma interessante sucessora à teoria peirceana da informação porque, como esta, aquela é medida de acordo com o princípio da proporção inversa entre em duas quantidades semióticas. Enquanto, na teoria de Peirce, as duas quantidades pertencem aos domínios de denotação e significação (ver abaixo), as quantidades inversamente relacionadas de Carnap e Bar-Hillel são, por um lado, as sentenças verdadeiras e, por outro, a probabilidade lógica delas.

De acordo com modelo de informação de Carnap e Bar-Hillel, a quantidade de informação de uma mensagem é calculada em relação a uma linguagem formal que consiste num conjunto de sentenças atômicas verdadeiras, como se fosse uma base onisciente daquilo que é verdadeiro no universo dos mundos possíveis (Bar-Hillel 1964: 224). A quantidade de informação veiculada por uma sentença dada é medida em termos do número de sentenças *excluídas* de sua base de conhecimento. Quando nada for excluído, a sentença será, então, necessariamente verdadeira, ou seja, totalmente previsível do ponto de vista lógico e, portanto, não-informativa. E, no outro caso extremo, quando todas as sentenças atômicas forem excluídas, então tal sentença será logicamente imprevisível, improvável e, portanto, altamente informativa.

De acordo com Carnap e Bar-Hillel, informação semântica é, então, medida contra um pano-de-fundo, um espaço de informação situado entre dois extremos: tautologia e contradição. Em sentenças analíticas, que são necessariamente verdadeiras e são, assim, logicamente tautológicas, nenhuma sentença atômica da base de conhecimento onisciente é excluída e, então, este tipo de sentença não carrega ou veicula informação nenhuma. Já as sentenças contraditórias, por contraste, veiculam o máximo de informação, pois são excluídas pelo conjunto de todas as sentenças atômicas da "base de dados" universal e, assim, são imprevisíveis e incompatíveis com todas elas.

O conceito probabilístico de informação de Carnap e Bar-Hillel dificilmente corresponde à maneira pela qual a palavra *informação* é entendida na linguagem cotidiana, uma vez que nesse contexto contradições e tautologias não são consideradas informativas, pois elas não veiculam nenhum conhecimento válido. Estudos mais recentes sobre informação em filosofia cognitiva (cf. Hanson, ed. 1990) têm abandonado a procura por informação dentro de um espaço probabilístico que vai das sentenças mais obviamente verdadeiras até as mais improváveis e mesmo falsas. Esses estudos têm redefinindo informação como aquilo que carrega conhecimento acerca de fatos.

Em *Knowledge and the Flow of Information*, Dretske (1981, 2008) propôs uma teoria cognitiva de informação deste tipo. Baseado numa distinção entre informação e significado, o autor apresenta significado e novidade como dois critérios essenciais de informatividade. O significado é um pré-requisito necessário para uma mensagem ser informativa, mas não é uma condição suficiente. Exemplo de algo que não cumpre estes dois critérios são palavras e frases absurdas. Porém, sentenças verdadeiras ouvidas em uma língua estrangeira têm significado ainda que não consigam levar

informação para um ouvinte que desconheça tal língua. Uma **enunciação** pode ter significado e, ainda assim, não carregar informação. Este é o caso de uma mensagem cujo conteúdo já é conhecido; então, enquanto todos os sinais são significativos, apenas aqueles que carregam *conhecimento novo* são informativos.

Além de significância e novidade, Dretske postula a verdade como um critério adicional para que uma mensagem seja informativa. Uma mensagem falsa (ainda que possua significado) não é informativa. Aquilo que se entende por “[dar uma] *falsa* informação e ‘informar erroneamente’ (*mis-information*) não são efetivamente tipos de informação”, pois, de acordo com Dretske (1981: 44), “quando eu digo ‘estou com dor de dente’, o que eu digo *significa* que eu estou com uma dor de dente seja o que digo verdadeiro ou falso. Porém, quando for falso, [o que digo] vai falhar em veicular a informação de que eu estou com dor de dente porque [o que digo] vai ser incapaz de produzir o conhecimento de que estou com dor de dente” (ibid.: 45).

Além disso, Dretske propõe a *quantificabilidade relativa* da informação. Embora o conteúdo informativo de uma proposição não possa ser medido em si mesmo, é possível determinar, entre duas proposições, qual delas carrega mais ou menos informação sobre determinado estado de coisas. “Por exemplo, se eu te contar que Denny vive na rua Adams em Madison, Wisconsin, eu te dou mais informação do que se dissesse simplesmente que ele vive em Madison, Wisconsin” (Dretske 1981: 54). O que Dretske elucida neste ponto é o *insight* lógico de que o aumento no número de predicados atribuídos ao sujeito em uma proposição também aumenta a quantidade de significado veiculado. A quantificabilidade relativa do significado é um dos elementos da teoria da informação elaborada por Peirce, como veremos mais adiante.

Enquanto que o critério da significância, verdade e quantificabilidade relativa são critérios semânticos, a novidade é um critério pragmático. De acordo com Dretske, se uma mensagem é ou não informativa depende exclusivamente do estado de conhecimento do receptor. Dretske chama esse *insight* de “a relativização do significado”: “quanta informação um sinal contém e, assim, quanta informação ele carrega depende do que o receptor já sabe” (1981: 79). Assim, se, por um lado, para um ouvinte onisciente, nada pode ser informativo, por outro, para um recém-nascido, tudo é informativo.

## 2. A teoria da informação elaborada de Peirce dos anos 1865-1868

Peirce discute o tópico relativo à informação em duas fases de sua carreira, a primeira delas, entre os anos de 1865 e de 1867 e, a segunda, depois de 1900. A primeira teoria peirceana da informação é ainda restrita a mensagens verbais e a abordagem está atrelada à lógica proposicional tradicional. Já a segunda teoria peirceana da informação sofre uma espécie de expansão de seu horizonte teórico e passa a abarcar aspectos pragmáticos, cognitivos e semióticos da informação. Segundo esta última versão, informação é algo que pode ser carregado ou veiculado tanto verbalmente como não-verbalmente e não é apenas uma questão de significado, mas também de comunicação.

## 2.1 Denotação e significação

A base da primeira teoria da informação de Peirce é uma distinção lógica e semântica entre denotação e significação de termos ou símbolos. Denotação, referência, extensão ou largura são conceitos que se referem aos objetos do conhecimento empírico aos quais os símbolos se aplicam. Significação, sentido, intenção, significado, compreensão ou profundidade são termos que se referem ao conhecimento verbal associado aos símbolos (cf. W 1: 459, W 2: 455-471, 1866-67). Nos primeiros escritos sobre a teoria da informação, essas duas dimensões lógico-semânticas são apresentadas com os nomes de largura e profundidade e, nos seus escritos mais tardios, Peirce utiliza os termos denotação e significação (e.g., EP 2: 304, 1904), que, aliás, serão adotados neste artigo.

Geralmente, aquilo que uma proposição denota é expresso em seu termo sujeito e aquilo que ela significa é expresso pelo termo predicado. Numa definição lógica mais precisa, a denotação de um símbolo é o conjunto de todas as “coisas reais” das quais ele pode ser predicado (CP 2.407, 1867) e a significação de um símbolo, por sua vez, é o conjunto dos predicados atribuíveis ao sujeito numa proposição verdadeira.

Tanto a denotação como a significação podem ser determinados por suas quantidades relativas. A quantidade de significação contida num termo cresce com o número de predicados atribuídos a este termo enquanto que a quantidade de denotação de um termo (sua extensão) cresce com o número de coisas reais que o termo representa. Dentre essas duas quantidades, há uma relação de proporcionalidade inversa, descrita pela primeira vez por Kant (W 2:84, 1867): qualquer adição à significação de um termo diminui o escopo de sua denotação (W 1: 467, 1866). Assim, quanto mais significação um símbolo contiver, menor será o número de coisas reais por ele denotadas e vice-versa. Por exemplo, o símbolo

“cachorro” se refere à classe de todos os cachorros. Por causa disso, as características atribuíveis a este símbolo são poucas, por exemplo, não incluem raça, tamanho e cor. Portanto, a denotação deste símbolo contém muitos elementos e a significação se compõe de poucas características. Por outro lado, um símbolo que denote um cachorro específico tem uma significação composta por inumeráveis características.

## 2.2 Informação como ampliação propocional

Contra esse pano de fundo lógico (apresentado no item anterior), Peirce introduz sua definição de informação de um símbolo como “a soma das proposições sintéticas nas quais o símbolo é sujeito ou predicado” (W 2: 59, 83, 1867). A informação é o novo significado que resulta da sintaxe do sujeito com o predicado. Do ponto de vista da denotação, informação é o conjunto de todos os fatos representados por uma proposição ou outros signos complexos. O termo informação significa “o total de fatos (verdadeiros ou falsos) que um signo incorpora em determinado estado de conhecimento” (EP 2: 305, 1904).

É digno de nota que sentenças analíticas, tais como “Capivaras são roedores”, não veiculam nenhuma informação porque o predicado destas sentenças apenas explica ou explicita o que o termo sujeito já implica logicamente por definição. Peirce estende este princípio ao propor uma distinção entre proposições *explicativas* e *ampliativas* e modos de raciocínio. Uma proposição cujo termo predicado apenas explica ou explicita a implicação contida no termo sujeito não carrega nenhuma informação nova. Para veicular informação (nova), a proposição deve ser ampliativa, ou seja, o que o termo predicado significa não pode ser denotado pelo termo sujeito (W 1: 458, 1866). A distinção entre proposições explicativas e ampliativas também é válida para inferências. Um exemplo de uma inferência explicativa é um raciocínio dedutivo, cuja conclusão não traz nada de novo porque toda a significação já está formulada nas premissas. Por outro lado, as inferências indutivas e abduativas são ampliativas e apenas elas são informativas (cf. Levi 1977: 37-39).

Ainda que possam ser significativos, os termos sujeito e predicado de uma proposição sintética não veiculam nenhuma informação. E isso é o que a informação tem em comum com a verdade. Se uma proposição é ou não verdadeira não é algo que possa ser derivado apenas de seus termos, pois somente proposições possuem valores de verdade enquanto que meras palavras (termos) não podem ser verdadeiras ou falsas.

Embora não se possa dizer que os termos, de forma isolada, veiculam propriamente informação, é evidente que eles contribuem para a veiculação de informação da proposição da qual são parte. Peirce, por um lado, denomina *largura informada* a denotação com a qual o termo sujeito contribui para a informação de uma proposição e, por outro, denomina *profundidade informada* a significação do termo predicado. Enquanto a largura informada de um termo sujeito consiste em todas as coisas reais denotadas por tal termo num determinado estado de informação (antes que a proposição informativa atribua a ele novo significado), a profundidade informada de um termo predicado consiste na soma de todas as significações que podemos atribuir a tal termo antes que a nova informação proposicional seja adicionada (CP 2.207-208, 1901).

Além desses dois tipos de largura e profundidade, Peirce apresenta a largura essencial e a profundidade essencial e também a largura substancial e a profundidade substancial. Esse primeiro tipo pertence somente a objetos factuais de proposições verdadeiras (a teoria da informação de Dretske admite apenas esse tipo de largura e profundidade). Já o último tipo (largura substancial e a profundidade substancial) pertence a um estado de conhecimento hipotético no qual tudo seria conhecido acerca desse objeto (CP 2.409-415, 1867).

De acordo com Peirce, o total de informação que uma proposição carrega pode então ser determinado como o produto da largura informada (expressa no termo sujeito) com a profundidade informada (expressa pelo termo predicado) (W 1: 288, 465, 1865, 1866; W 2: 83, 1867 = CP 2.419):

$$\text{Largura} \times \text{Profundidade} = \text{Informação}$$

Peirce explica que essa fórmula implica o seguinte: "Se aprendemos que S é P, então, como uma regra geral, a profundidade de S aumenta sem que sua largura diminua e a largura de P aumenta sem que sua profundidade diminua" (W 2: 83 = CP 2.420, 1867). Vejamos, então, essa ideia aplicada a um exemplo: a informação contida na sentença *Os cães da Rainha da Inglaterra são Corgis*. A informação que aprendemos disso aumenta a profundidade informada do termo sujeito *os cães da Rainha da Inglaterra* porque a proposição atribui a significação *Corgis* aos animais cuja dona é a Rainha. Simultaneamente, a largura informada, i. e., o escopo denotativo do termo predicado *Corgis* também aumenta porque aprendemos que os cães da Rainha pertencem à espécie denominada pela palavra *Corgis*. O resultado disso é que tanto o termo sujeito denota mais do que antes como também termo predicado significa mais do que antes. A razão pela qual a largura e profundidade informadas de um símbolo não são capazes, de forma isolada, de carregar informação deve ficar clara neste

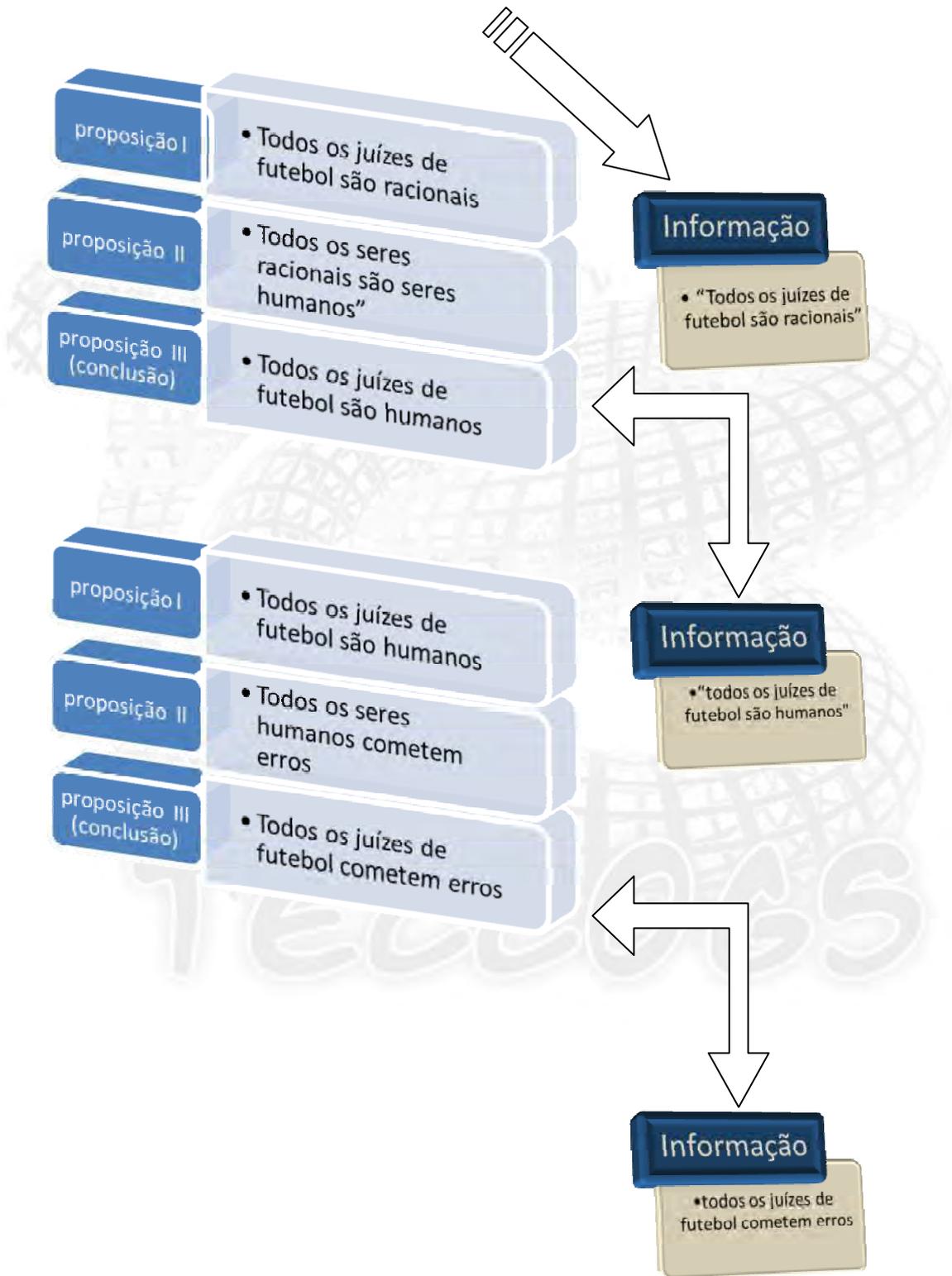
momento: a profundidade informada de um símbolo apenas significa o que já está contido em sua definição e a largura informada apenas denota aquelas coisas reais que já eram denotadas pelo termo antes que a nova informação proposicional fosse adicionada.

Se a largura informada do termo sujeito e a profundidade informada do termo predicado se referem respectivamente a coisas e características reais representadas pelos dois símbolos e, assim, se referem aos objetos dos signos, então é necessário que conheçamos previamente tais termos para que possamos entendê-los e, desse modo, entender a nova informação que a proposição veicula. Também é digno de nota que a nova informação criada pela proposição é uma questão de interpretante (W 1: 465, 1866). Como Liszka (1996: 29) resume a questão: “numa proposição, geralmente expressa por  $S$  é  $P$ , a cópula indica o trabalho do interpretante, pois ela conecta dois termos distintos, o que tem o efeito de produzir informação”.

### 2.3 Informação como ampliação argumentativa

Uma das correlações possíveis entre o conceito de informação elaborado por Peirce e o quadro geral apresentado por ele na Teoria Geral dos Signos é que tal conceito pode ser muito esclarecedor quando focalizamos, por exemplo, a relação entre o signo e o seu objeto. Semioticamente o que as informações parecem fazer é dar forma ao signo com a finalidade de torná-lo (cada vez mais) semelhante ou fiel àquilo que ele representa (que, em semiótica, denominamos objeto dinâmico) uma vez que o escopo de um processo interpretativo é justamente diminuir a distância que separa um signo do seu objeto. Esta aproximação fica mais evidente se voltarmos nossa atenção à aquisição de informações numa cadeia de argumentos como a que se segue. Primeiro devemos supor um contexto no qual essa cadeia de argumentos possa ser entendida de forma mais fundamentada. Suponha que se descobriu um planeta em que vivia uma espécie de ser vivo (aparentemente um homínido) cujo comportamento era muito similar a um tipo humano muito peculiar aqui na Terra: os juizes de futebol. Após algum tempo de observação constatou-se que essas criaturas possuíam algumas propriedades, a primeira e talvez mais notável dentre elas era certa racionalidade. Construído tal contexto, passemos aos argumentos dos quais podemos destacar informações acerca desses seres recém-descobertos.

ILUSTRAÇÃO 1



Assim, podemos imaginar que, num primeiro estado de informação, algo muito incipiente, a única coisa que se sabia a respeito daquelas criaturas recém-descobertas era a sua característica de “ser racional” (isto é, o signo “juízes de futebol alienígenas” estava, então, determinado com relação ao aspecto de ser ou não ser racional). Nos estados seguintes, este signo foi capaz de “absorver” as informações de que seu objeto (o conjunto formado pelos juízes de futebol alienígenas) possuía também as propriedades de ser humano e de um ser “que comete erros”. Antes de seguirmos, detalhemos melhor o conceito de (suposto) estado de informação de um signo.

Caso focalizemos um termo (signo ou, especificamente, símbolo) num determinado instante ou estágio, poderemos observar que sempre, seja qual for o instante ou estágio, existe um conjunto de coisas às quais este termo pode ser aplicado naquele momento e existe outro conjunto formado por todas as características (predicados ou formas) que podem ser efetivamente associadas a este termo naquele exato instante (em que focalizando tal termo). Ambos os conjuntos são, respectivamente, como já explicamos, a denotação informada e a significação informada daquele termo naquele instante. Portanto, de acordo com a exposição de Peirce, a denotação informada e a significação informada devem supor um estado de informação que esteja em algum lugar entre dois extremos imaginários (CP 2.409, 1867), um estado mínimo de informação e um estado máximo de informação. O estado mínimo de informação (definido, aqui, de forma arbitrária) poderia ser, por exemplo, determinado momento no qual o símbolo “juiz de futebol alienígena” apenas pode ser relacionado àquelas duas primeiras propriedades das criaturas alienígenas às quais denominamos juízes de futebol alienígenas (supondo que estas sejam consideradas as propriedades essenciais e mínimas para que este símbolo signifique). Esse estado mínimo de informação com relação ao símbolo “juiz de futebol alienígena” diz respeito a um estágio no qual os únicos fatos estabelecidos acerca do objeto do símbolo são que eles são racionais e são humanos. Neste estado mínimo, as únicas “verdades disponíveis” a respeito desses símbolos são dadas pelas seguintes proposições: “os juízes de futebol alienígenas são racionais” e “os juízes de futebol alienígenas são humanos”. Já o estado máximo de informação seria o extremo oposto e, de acordo com uma explicação fornecida por Lucia Santaella e Winfried Nöth (2004, p. 196), seria algo como um estado imaginário de intuição absoluta no qual a informação chegaria a um conhecimento completo de tudo o que o símbolo em questão foi, é e será. Assim, pode-se entender que qualquer outro estado informacional relativo a um signo esteja no meio desses dois extremos, ou seja, quaisquer fatos ou conjunto de proposições que sejam verdadeiras acerca de algum símbolo nalgum momento compõem algo que podemos chamar de suposto estado de informação (desse símbolo). E, ainda desenvolvendo este exemplo, pode-se também presumir que toda e quaisquer

características novas apenas sejam assumidas como “qualidades (ou simplesmente ideias) realmente associadas ao símbolo ‘juiz de futebol alienígena” após serem apresentadas “formalmente” a este símbolo por meio de um argumento (legi-signo simbólico argumentativo). E a conclusão de um argumento é uma proposição (legi-signo simbólico dicente) que pode ser denominada ampliativa ou informativa neste exato sentido. Esta é, acreditamos, a maneira formal e lógica pela qual um suposto estado de informação (de algum signo) é alterado. Talvez seja por este mesmo motivo que, num artigo inteiramente dedicado ao conceito de informação elaborado por Peirce, André De Tienne (2005, p. 154 e 155) definiu o suposto estado de informação como “o conjunto completo de premissas que sustenta a afirmação de uma proposição dada no modo indicativo (o modo genuinamente sintético)”.

## 2.4 O crescimento da informação

Quando escrevemos e lemos, falamos e ouvimos, bem como quando ensinamos e aprendemos, a informação vai se acumulando num *estado de informação* sempre crescente. Esse é o resultado da soma de todas as proposições assumidas como verdadeiras num determinado instante (cf. Kappner 2004: 132) que está situado entre dois extremos hipotéticos, largura substancial e profundidade substancial. O último é um estado hipotético no qual todos os significados de todos os termos são conhecidos (ainda que não o sejam os fatos) e, por sua vez, o primeiro desses estados hipotéticos é um estado no qual todos os fatos são conhecidos e, portanto, não são necessários termos gerais para denotá-los (W 2: 79, 1867).

Todas as proposições e os demais signos que possuem denotação e significação veiculam informação (W 1: 278, 1865). Enquanto a profundidade informada (quantidade de significação) e a largura informada (escopo denotativo) de uma proposição estão numa relação de proporcionalidade inversa, o crescimento da quantidade de informação veiculada pela proposição é proporcional ao crescimento dessas duas quantidades (W 2: 59, 1867). Dessa forma, Peirce também define informação como a quantidade de significação que um signo possui “além daquilo que limita a sua extensão” ou denotação (W 1: 287, 1865) ou, de acordo com a paráfrase de Johansen (1993: 148), informação é “o conjunto de características que podem ser predicadas de um símbolo menos as características contidas em sua definição verbal”.

Em contraste com Dretske, que argumenta que apenas os signos verdadeiros podem veicular informação (o que ocorre especificamente, segundo a teoria peirceana, com as proposições que possuem termos que tem apenas a largura e a

profundidade essenciais), Peirce postula que todas as proposições veiculam informação. O ficcional, por exemplo, é aquilo que é meramente possível e pode ser informativo na medida em que o possível é “aquilo que, num determinado estado de informação (real ou simulado), não se sabe [ainda] se é verdadeiro” (CP 3.527, 1883). Então, qualquer proposição que tenha uma verdade potencial carrega informação. Contudo, não há informação alguma em pseudo-proposições que combinam símbolos de forma a não apresentar sentido:

Um símbolo não apenas pode conter informação, mas um símbolo deve conter informação. Assim, todo símbolo deve ter denotação, ou seja, deve implicar na existência de algum objeto ao qual seja aplicável. Pode ser que tal símbolo seja uma mera ficção; e pode ser que saibamos que ele o é. [...] Existem certos pseudo-símbolos que são formados por combinações de símbolos [...] aos quais faltam tanto denotação como conotação. Então, *gatos e fogões* é um símbolo aguardando por conotação, uma vez que não intenciona se relacionar a nenhuma qualidade definida. [Já o símbolo] *Homens com rabo* aguarda uma denotação, pois ainda que implique que haja, por um lado, homens e haja, por outro, indivíduos ou coisas com rabos, isso não nega que essas classes sejam mutuamente exclusivas. Todos esses termos estão aguardando informação. (W 1: 287-288, 1865)

Outro ponto a respeito do qual a primeira teoria peirceana da informação difere significativamente daquela elaborada por Dretske é que Peirce não considera a informação apenas como uma questão relacionada ao estado de conhecimento do intérprete. Na teoria peirceana, esse seria apenas um tipo de informação, a saber, a *informação atual* que um símbolo “efetivamente desperta num intérprete particular” e que Peirce classifica como pertencente ao *interpretante atual do signo* (MS 854: 2-3, 1911; Johansen 1993: 146). Além disso, Peirce distingue dois outros tipos de informação: a informação essencial, que deriva das “características essenciais que a palavra implica” (ver acima) e a informação intencionada, que deriva das “características que foram especialmente intencionadas para despertar – talvez apenas uma parte das características essenciais, talvez outras não-essenciais e que a palavra agora desperta” (ibid.). Informação essencial é, então, uma propriedade do próprio símbolo. O que Peirce mais tarde chamaria de “o crescimento dos símbolos” é um crescimento da profundidade informada e da largura informada de um símbolo. No entanto, já em 1868, o filósofo e lógico norte-americano já tinha formulado a teoria segundo a qual os símbolos “adquirem informação” quando chegam ao ponto em que passam a “significar mais” do que significam antes. Ao longo desse processo de crescimento de informação, se, por um lado, palavras não agem autonomamente, por outro, os usuários humanos de signos também não o fazem, pois:

O homem faz a palavra e a palavra não significa nada além daquilo que o homem a faz significar e isso apenas para alguns homens. Porém, como o homem pode pensar apenas por meio de palavras ou outros tipos de símbolos externos, estes

símbolos podem si virar para homem e dizer: “você não significa nada que nós não tenhamos ensinado a você e isso apenas na medida em que você utiliza alguma palavra como interpretante do seu pensamento”. Na verdade, então, palavras e homens tem se educado reciprocamente; *cada crescimento da informação dos homens envolve e também é envolvido por um crescimento correspondente da informação das palavras.* (CP 5.313, 1868, itálicos adicionados)

Essa abordagem da quantidade de significado inerente a um símbolo é contrária à “relativização do significado” defendida por Drestske, para quem informação é apenas uma questão relativa ao horizonte de conhecimento do intérprete. De acordo com Peirce, como vimos, a informação essencial que um símbolo carrega não é uma questão relacionada ao intérprete, mas ao interpretante, isto é, à interpretabilidade de um signo.

## 2.5 Informação entre o objeto imediato e o interpretante imediato

Neste item do artigo, vejamos, então, de que maneira o conceito de informação de um signo está intimamente relacionado à interpretabilidade desse signo de forma completamente independente do horizonte de conhecimento de qualquer intérprete. O primeiro passo nesse sentido é notar que tanto a interpretabilidade peculiar de um signo (aquilo que, no quadro da teoria geral dos signos de Peirce, denominamos interpretante imediato) como a forma segundo a qual o objeto é, pelo signo, representado (isto é, seu objeto imediato) dependem de informações internalizadas ao longo do tempo no próprio signo. Começemos a abordagem dessa questão com um exemplo. Suponha que alguém (que esteja num ambiente relativamente fechado e não tenha acesso direto a janelas) nos pergunte como está “o tempo lá fora” e nós respondamos que “está um dia tempestuoso”. Nas palavras do próprio Peirce, se tomássemos a resposta que demos como signo, o interpretante imediato, nesse caso, seria algo como um esquema (*schema*) na imaginação da pessoa que nos fez a pergunta, “isto é, a Imagem vaga ou o que há de comum a diferentes Imagens de um dia tempestuoso” (CP 8.314, 1897). Entretanto, é necessário ter algum cuidado na interpretação dessa passagem, pois o conceito de intérprete imediato não pode ser entendido simplesmente como uma imagem particular gerada na cabeça de algum intérprete particular. Aquela imagem vaga que deve ter vindo à mente de nosso interlocutor (no exemplo fornecido) dependeria somente de experiências que ele deve ter tido com dias tempestuosos anteriormente, o que a coloca muito mais próxima do conceito peirceano de interpretante dinâmico. Caso contrário haveria tantos

interpretantes imediatos diferentes de um signo quantos intérpretes. Afinal, é bem provável que uma criança, por exemplo, tenha em mente uma imagem vaga do que seja uma tempestade muito mais pobre que um velho marinheiro que já viu, viveu e sobreviveu a diversas tempestades em alto mar e outras tantas em terra firme. Acreditamos que o escopo deste conceito é um pouco mais amplo e abstrato do que isso. Justamente por conta dessas diferenças, Thomas Short define o interpretante imediato como uma espécie de núcleo comum de significado que a maioria dos falantes da língua compartilha. No exemplo fornecido por Short (1988, p. 85), isto seria o que “palavra ‘cavalo’ significa, ao contrário do que significa para mim e para você”. Esta maneira de definir o conceito de interpretante imediato (como um núcleo comum) possui algum paralelo numa das maneiras de que Peirce lançou mão para exemplificar o conceito de objeto imediato. Naquele exemplo em que uma pessoa pergunta sobre o estado do tempo e a outra responde “está um dia tempestuoso”, Peirce afirma que o Objeto Imediato é “a noção do estado do tempo naquele momento até onde esta noção é comum” para a mente da pessoa que respondeu e para a mente da pessoa que perguntou e o Objeto Dinâmico, nesse caso, “é a identidade das reais ou atuais condições meteorológicas naquele momento” (CP 8.314, 1897).

Na verdade, deve-se enfatizar que o conceito de interpretante imediato é logicamente anterior ao fato de haver ou não efetivamente algum intérprete que tenha visto ou deixado de ver tempestades. Tomemos uma abstração formada pelo que deve haver de comum entre todas as características que são predicáveis deste símbolo em determinado momento e por tudo que deve haver de comum entre os objetos ao qual este símbolo pode ser aplicado naquele instante independentemente do que cada intérprete em particular entenda por “tempestade”. Esta abstração, apresentada dessa forma, diz respeito a todos os fatos que se sabe acerca do símbolo “tempestade” naquele determinado instante. Se fôssemos elaborar uma descrição que tentasse abranger toda essa imagem vaga (ou essa abstração) é possível que tivéssemos que elaborar uma lista com todas as preposições que fossem verdadeiras acerca daquilo que reconhecemos como tempestade naquele momento.

Por exemplo, imaginemos um intérprete (absurdamente fictício) que tivesse em mente tudo aquilo que o signo “tempestade” poderia significar nesse determinado momento. Esta imagem que ele possuiria em sua cabeça seria uma espécie de “fotografia composta” não só por todas as tempestades que já existiram, mas por todas as outras que poderiam existir segundo aquela concepção de “o que é uma tempestade” daquele estágio. As propriedades ou as características que entram na composição dessa fotografia (dessa imagem) não advêm apenas da experiência com eventos passados (como as tempestades que já ocorreram), mas, sobretudo, da expectativa com relação a eventos

que ocorreriam dadas algumas condições (que devem ser definidas pelo entendimento que se tem do que seja uma tempestade naquele momento). Acreditamos que é a esta capacidade antecipatória que De Tienne se refere em seu artigo (2005, p. 158) quando diz que a informação seria justamente a “coleção de proposições (sintéticas) que permite que antecipações aconteçam”. Em outro trecho, o autor continua: não pode haver antecipação se esta não estiver baseada num estoque confiável de proposições ampliáveis – um estoque que esteja aberto à verificação, ao teste, ao refinamento, à possibilidade de rejeição, e também um estoque cujos componentes tenham sido alguma vez (eles mesmos) objetos de antecipações que sobreviveram às vicissitudes de um processo ininterrupto de inferência.

Ora, se fosse mesmo possível conceber que algum intérprete pudesse ter em mente tudo o que um signo poderia significar em determinado instante, esta imagem mental seria mesmo algo muito próximo daquilo que se entende por interpretante imediato. Porém, o ponto mais interessante (mesmo que nunca seja realmente possível que o interpretante imediato de um signo fosse totalmente atualizado nalguma mente individual ou em qualquer outro lugar específico) é notar que o modo ou o processo pelo qual aquela imagem, fotografia composta ou abstração foi obtida deve ser necessariamente informativo, ou seja, se entendermos o interpretante imediato como uma margem de interpretabilidade, é admissível que esta fronteira de significação possível se localize nos limites daquilo que é também conhecido por “suposto estado de informação” do signo. Reitera-se: não é o suposto estado de informação de algum intérprete particular (não é aquilo que Peirce chama de “estado atual de quem fala” [CP 2.347, 1895]), mas sim o suposto estado de informação do signo (ele mesmo). Talvez seja exatamente isto que David Savan esteja dizendo nesta passagem esclarecedora: “a informação que o signo é capaz de transmitir aos seus intérpretes e que ele coletou dos signos anteriores que ele interpreta. É essa significância, produzida pela simples apresentação do signo ele mesmo, que é o interpretante Imediato” (Savan *apud* Santaella, 2000, p. 72).

Então, partindo da definição (do próprio Peirce) de que o “interpretante imediato está implicado no fato de que cada signo deve ter sua interpretabilidade peculiar, antes que ele alcance qualquer intérprete” (SS, p. 111) pode-se levantar a seguinte questão: de onde vem esta “interpretabilidade peculiar”, esta identidade sêmica, este poder (objetivo) para significar, esta “realidade própria”? Advém de informações que o signo coletou num longo processo de inferência, isto é, a informação é o material lógico internalizado por um processo que podemos denominar de interpretante. Se for apenas pela ação desse processo interpretante que um signo possa receber alguma forma, então a aparência com a qual um signo se refere a seu objeto em determinado instante também é devida ao “conteúdo informacional” que aquele signo contém. Isto é apenas

outra maneira de dizer que o conceito de objeto imediato (tal como o de interpretante imediato) também está intimamente relacionado com o conceito de informação.

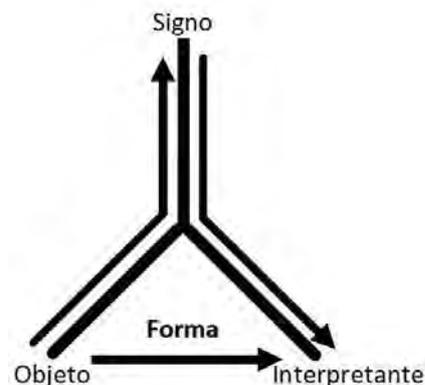
As margens delineadas no interpretante imediato e a forma esculpida no objeto imediato são, então, devidas ao caráter processual da semiose (dos caminhos interpretativos percorridos). Caso pudéssemos em determinado ponto desse processo interpretativo abrir um signo para observar o que está recolhido lá dentro é provável que encontrássemos diversos legi-signos simbólicos argumentativos (ou simplesmente argumentos) formando um contínuo de inferências que nos levaria do nascimento daquele signo até aquele suposto estado de informação.

As feições que o objeto imediato de um signo têm em algum momento são, portanto, devidas a um processo histórico de aquisição de informações realizado (deve-se supor) diligentemente pelo interpretante imediato. Isto não significa que as réplicas de alguns signos quando expressas devam imediatamente evocar na mente do ouvinte uma longa série de argumentos que os sustentassem ou que lhes dessem alguma consistência lógica (nem se o ouvinte em questão fosse alguém como Bertrand Russell). Aqueles argumentos dizem respeito à formação de um signo nalgum universo. Numa interpretação particular da réplica de um signo, aquelas informações encadeadas devem permanecer recolhidas e não parece haver nenhuma obrigação semiótica (ou lógica) para que haja alguma explicitação deste "conteúdo". Segundo Ransdell, é por este motivo que não há necessidade de que o interpretante seja atual.

Isso se mostra na expansão do julgamento "S é P" para a inferência "S é M; M é P; portanto S é P". Na premissa menor o interpretante ou o termo médio é predicado do Sujeito, assim como o termo signo é predicado do sujeito no julgamento não analisado. Mas "S é M" é, ele próprio, um julgamento expandível em "S é M'; M' é M; portanto S é M'", e assim ao infinito. A afirmação de que o interpretante não precisa ser atual se expressa no fato de que não há nenhuma obrigação lógica geral para se avaliar, e, conseqüentemente, de expandir todo e qualquer julgamento nosso em inferências explícitas. (Ransdell *apud* Santaella, 2000, p. 26)

Em artigo sobre a noção de informação (no pensamento peirceano), **ILUSTRAÇÃO 2**

João Queiroz e Charbel Niño El-Hani (2007, p. 291) afirmam que a semiose é um processo triádico de comunicação de uma forma do Objeto para o Interpretante através da mediação do Signo e a comunicação da forma foi representada graficamente pelos autores com esta figura (ao lado). Esta definição de semiose é interessante porque trabalha com uma concepção madura de Peirce a respeito do conceito de informação. Entretanto, o objeto e o interpretante que



aparecem nesta representação ainda são termos “visto de uma perspectiva ampla ou global”, isto é, uma perspectiva elaborada sem que se levasse em conta a subdivisão dupla do conceito de objeto e a subdivisão tripla do conceito de interpretante. O que pretendemos focalizar neste item ainda que estivesse longe de nossos objetivos definir o conceito de semiose utilizando o conceito de informação, foi apresentar uma perspectiva mais localizada, ao menos com relação às partes “internas” do signo (o objeto e o interpretante imediatos) e sua relação com a noção de suposto estado de informação (de um signo). Nesta perspectiva, a noção de suposto estado de informação funciona como uma ponte entre os conceitos de objeto imediato e interpretante imediato.

### 3. A teoria pragmática da informação de Peirce

As novas direções que a teoria peircena da informação tomou depois de 1900 dizem respeito, em primeiro lugar, a extensão de uma dimensão semântica para dimensões pragmática e cognitiva e, em segundo lugar, a reinterpretação da informação à luz da tipologia de signos (elaborada por Peirce), que, a esta altura, já estava completamente desenvolvida. Esses tópicos serão apresentados neste artigo de forma breve e esquemática.

#### 3.1 As dimensões pragmática e cognitiva da informação

Quando Peirce escreve que “se você me informa a respeito de qualquer verdade que eu já saiba, então não há informação” (MS 463: 13, 1903), ele estende sua teoria semântica inicial da informação essencial a uma teoria pragmática e cognitiva da informação atual. Informação, nesse sentido, refere-se ao *novo* conhecimento que um intérprete atual obtém de um falante ou escritor atual.

Informação, dessa forma, serve para estender o horizonte de conhecimento de um intérprete atual. O novo estado de conhecimento é distinto do antigo estado de conhecimento: “nada pode aparecer como definitivamente novo sem ser contrastado com o velho como um pano de fundo” (CP 7.188, ca. 1901). E isso é o que a obtenção de informação possui em comum com a aprendizagem. Além disso, o progresso da velha para a nova informação é também característico do raciocínio em geral. Isso explica porque podemos aprender por inferências lógicas, pois: “todo raciocínio conecta algo que acaba de ser aprendido com o conhecimento já adquirido

anteriormente de maneira que, assim, podemos aprender o que era desconhecido” (CP 7.536, ca. 1899).

Além da novidade, Peirce formula dois outros critérios pragmáticos que devem ser satisfeitos para que haja uma comunicação bem-sucedida de informação: o falante e o ouvinte devem ter algo em comum nos seus horizontes de conhecimento e a mensagem deve estar indicialmente relacionada a alguma experiência real de ambos. Com relação ao primeiro desses critérios, Peirce escreve:

Se há qualquer coisa que veicule informação e, ainda assim, não tenha absolutamente nenhuma relação com (nem faça referência a) qualquer coisa com a qual a pessoa para a qual a informação é levada tenha a menor familiaridade (direta ou indireta) no momento em que ela recebe a informação – informação essa que seria de um tipo muito estranho – o veículo desse tipo de informação não seria, neste caso, chamado de Signo. (CP 2.231, 1910)

O critério do ancoramento indexical do objeto do signo no mundo da experiência atual do ouvinte é uma exigência que se aplica a fatos no tempo e no espaço. Signos vagos e meramente icônicos falham em ser informativos. Sem um índice, nenhuma representação icônica pode representar fatos e realidade, pois “o mundo real não pode ser distinguido de um mundo ficcional por qualquer descrição” (CP 2.337, 1903). Peirce ilustra esta exigência de indexicalidade com relação à informatividade com o seguinte exemplo:

Dois homens, A e B, se encontram numa estrada quando se segue esta conversação abaixo: B – O proprietário daquela casa é o homem mais rico das redondezas. A – Que casa? B – Você não consegue ver uma casa à sua direita e distante mais ou menos uns sete quilômetros, localizada numa montanha? A – Sim, acho que posso avistá-la. B – Então, aquela é a casa. Portanto, A obteve informação. Mas se ele andar para um vilarejo distante e disser “o proprietário de uma casa é o homem mais rico daquelas redondezas”, o comentário vai ser referir a nada, a não ser que [o comentador] explique como o interlocutor deve proceder para que, dali de onde estão, este possa encontrar aquele distrito e aquela casa. Sem isso, não há indicação sobre o que a pessoa está falando. Para identificarmos um objeto, nós geralmente indicamos seu lugar e seu tempo; e, em qualquer caso, *devemos mostrar como uma experiência desse objeto* pode ser conectada com experiências prévias do ouvinte. (EP 2: 7, 1893)

Essa teoria pragmática da informação atual, cujo ponto de referência é o estado de conhecimento de um intérprete atual, não contradiz a teoria semântica da informação (elaborada por Peirce), que leva em conta a informação sem levar em consideração algum intérprete particular, ambas as abordagens à informação são complementares. A informação essencial de um símbolo constitui um potencial semiótico que o signo carrega numa comunicação, mas isso não impede que haja a possibilidade de que um signo talvez não seja informativo, o que é o caso quando um intérprete atual falha em captar o significado do signo.

Contudo, nem o falante nem o ouvinte são agentes semióticos completamente autônomos, i.e., informação não é algo criado apenas pela agência semióticas deles. O signo em si mesmo é um terceiro agente de comunicação (cf. Nöth 2009). Ainda que ele tenha que ser interpretado por um intérprete atual, o signo, independentemente da sua atualização, sempre possui a sua própria interpretabilidade, pela qual ele exerce um “esforço” para trazer a sua mensagem, embora possa falhar. Isso é o que Peirce diz na premissa do seguinte argumento, que também dá crédito à agência do interpretante na semiose: “uma proposição ordinária ingenuamente *dá um jeito de carregar informação nova* por meio de Signos cuja significância depende inteiramente da familiaridade do intérprete para com eles” (CP 4.534, 1905; itálicos adicionados). Também em relação a aspectos cognitivos, o intérprete do signo não é um agente totalmente autônomo cuja agência por si só determinaria o significado dos signos, como Dretske defenderia. É verdade que o estado de informação é um estado de conhecimento, mas, como Peirce indica, “todo nosso conhecimento chega a nós por observação” (CP 1.238, 1902); e como observação é observação de realidade e “o real é aquilo cujas características são independentes do que quer que qualquer pessoa pense que são” (CP 5.405, 1877), a informação veiculada para o sujeito cognoscente é também determinada pelo objeto do signo, e, assim, por uma esfera de realidade independente da agência semiótica do sujeito interpretante.

### 3.2 Dicentes informativos e seus ingredientes indexicais e icônicos

Após 1900, as distinções tipológicas de Peirce entre o signo considerado da perspectiva de seu objeto (visto, portanto, como ícone, índice ou símbolo) e de seu interpretante (visto, neste caso, como rema, dicente ou argumento) tornam-se relevantes para o estudo da informação. Termos e proposições são então redefinidos como *remas* ou *signos remáticos* e como *dicentes* ou *signos dicentes* respectivamente. A informação, então, não é mais restrita a símbolos, ela também pertence a índices em signos que não são verbalmente expressos em proposições. Além disso, Peirce interpreta os símbolos dicentes como um tipo de signo que deve incorporar um índice e um ícone como pré-requisitos para veiculação de informação.

A proposição consiste em duas partes, o predicado que desperta algo como uma imagem ou um sonho na mente do intérprete e o sujeito (ou sujeitos), cada um do qual serve para identificar algo que o predicado representa. (MS 280: 32, c.1905)

A interação da iconicidade com a indexicalidade em um dicente informativo é um tópico que está presente em toda a teoria peirceana da informação. Num manuscrito de 1902, Peirce descreve como essa interação dá lugar à informação:

Toda proposição é capaz de expressar seja por meio de uma fotografia ou de um compósito fotográfico [...] juntamente com algum *signo* que deve mostrar a conexão dessas imagens com o objeto de algum índice ou signo ou experiência que force nossa atenção ou traga alguma informação ou indique alguma fonte possível de informação; ou ainda por meio de algum ícone análogo que apele para outros sentidos além da visão juntamente com fortes indicações análogas e um signo conectando o ícone com aqueles índices. (MS 599: 9; Johansen 1993: 231)

Como um signo verbal, qualquer proposição é, do ponto de vista de seu interpretante, um dicente e, do ponto de vista de seu objeto, um símbolo, mas o símbolo dicente inclui, em seu sujeito, um índice e, no seu predicado, um ícone. Por exemplo, para que possamos entender o símbolo dicente *As folhas são verdes*, o intérprete deve ser capaz de relacionar indexicalmente o símbolo remático *folhas* ao seu objeto, i.e., uma espécie de "folhagem" com a qual ele deve ter efetivamente tido experiência e combiná-la com um ícone, uma imagem mental da cor verde. Dessa forma, informação é reinterpretada no quadro de uma nova sintaxe semiótica (cf. Kappner 2004: 215-219).

Com base na premissa de que apenas dicentes e argumentos podem carregar informação, as dez classes de signos elaboradas por Peirce (CP 2.254, 1903; 8.341, 1904) podem ser consultadas caso se queira saber quais tipos de signos são capazes de veicular informação e quais não são. Seis dessas dez classes de signos são remáticas naquilo que diz respeito à relação interpretante e, por isso, não são qualificadas para carregar ou veicular informação (embora eles possam ter largura e profundidade "informadas"). Entre as quatro classes restantes, duas delas, a nona (símbolo dicente) e a décima (argumento), já foram discutidas. As duas novas classes de signos que passaremos a discutir agora com relação às suas habilidades de veicular informação são a classe denominada sinsigno (indexical) dicente e a classe denominada legisigno indexical dicente. Caso algum tipo de informação também possa ser veiculado por essas classes (de signos) indiciais, então comentadores que defendem que apenas os símbolos podem veicular informação (e.g. Levi 1997: 36) precisam revisar suas asserções.

O exemplo prototípico de um sinsigno indexical dicente capaz de veicular informação é um cata-vento indicando a direção do vento. Aqui não se trata de um símbolo mas de um índice, porque o catavento age por uma relação de causalidade;

sendo singular é um sin-signo. Peirce descreve como esse signo veicula informação da seguinte maneira:

Um sinsigno dicente [e.g., um cata-vento] é qualquer objeto da experiência direta na medida em que é um signo e, como tal, fornece informação sobre seu Objeto. E ele pode fazê-lo apenas por ser efetivamente afetado por seu Objeto, o que faz dele necessariamente um Índice. A única informação que ele pode fornecer é acerca de fatos atuais. Tal Signo deve envolver um Sinsigno Icônico para incorporar a informação e um Sinsigno Indexical Remático para indicar o Objeto ao qual a informação se refere. Porém, o modo de combinação, ou Sintaxe, desses dois deve também ser significativa. (CP 2. 257, 1903)

Um segundo exemplo de um sinsigno indexical dicente informativo é uma fotografia. Essa é um dicente informativo, pois como é justamente “conhecida por ser o efeito da radiação proveniente de objetos e isso faz dela um índice que é também altamente informativo” (CP 2.265, 1903). Peirce explica como fotografias veiculam informação da seguinte maneira: “a mera impressão não veicula, por si mesma, qualquer informação. Porém, o fato de ela ser virtualmente uma secção de raios projetados por um objeto conhecidos de outras formas faz dela um Dicsigno [ou signo dicente] (CP 2.320, 1903).

Retratos (fotográfico ou não) com uma legenda são um terceiro exemplo de sinsigno indexical dicente. Peirce apresenta o exemplo de “um retrato de Leopardi com Leopardi escrito abaixo” que “veicula informação para uma pessoa que sabe quem Leopardi foi e para qualquer outra” para quem isso “diz apenas que algo chamado Leopardi tinha esta aparência” (CP 8.183, 1909; para mais exemplos, cf. Stjernfelt 2011).

Frequentemente, sinsignos indexicais dicentes incorporam diagramas. Como ícones, diagramas, de forma isolada, não podem veicular informação, mas, como parte de um índice dicente, um digrama contriui muito para veiculação de informação de um signo. Mapas são exemplos desse ponto. Em conexão com o elemento indexical de um mapa, que direceiona seus usuários e os orienta dentro do território representado, o elemento diagramático do mapa é informativo porque uma observação atenta de seus detalhes pode nos levar a descobrir conexões (entre seus elementos) onde antes parecia não haver conexão necessária alguma (CP 1.383, 1890; cf. Nöth 2011).

A segunda classe de signos dicentes não-simbólicos capazes de veicular informação são os legisignos indexicais dicentes e que diferem do sinsignos indexicais dicentes apenas na medida em que inclui signos indexicais que funcionam como leis:

Um Legisigno Indexical Dicente [como um pregão de um mercador ambulante] é qualquer tipo geral ou lei que, seja qual for a forma pela qual estiver se estabelecido, requer que cada instância sua seja realmente afetada pelo seu Objeto de uma tal maneira que possa fornecer informação definida acerca daquele Objeto. Deve envolver um Legisigno Icônico para significar a informação e um Legisigno Indexical Remático para denotar o sujeito daquela informação. Cada uma de suas Réplicas deverá ser um Sinsigno Dicente de um tipo especial. (CP 2.260, 1903)

Sinais de trânsito e sinais de comando são outros exemplos de legisignos indexicais dicentes. Entre essa classe de legisignos indexicais dicentes estão também as enunciações dêiticas tais como a frase “É de Farragut” dada como resposta à pergunta “de quem é esta estátua?” (CP 2.265, 1903).

Diagramas também contribuem para a informação veiculada por argumentos ampliativos. Um argumento, que é um legisigno simbólico, contém um diagrama mental na medida em que “constrói um ícone [...] no qual a relação entre sua partes [...] apresenta uma completa analogia com as partes do objeto do raciocínio”. O diagrama, que é um ícone, não pode, de forma isolada, veicular informação de um argumento, pois, para isso, elementos indexicais são indispensáveis. Estes estão presentes nos termos sujeitos das premissas e conclusões. Além disso, a necessidade lógica pela qual as premissas estão conectadas com (e levam a) as conclusões constitui um elemento quase-indexical do argumento. A nova informação veiculada pelo argumento vem das relações antes “despercebidas e ocultas entre as partes” (CP 3.363, 1885). Ela pode ser descoberta na sintaxe lógica que conecta as premissas e a conclusão.

### **3.3 Por qual motivo remas não podem veicular informação, mas apenas contribuir para isso**

Como já foi discutido, não se pode aprender informação nova de remas; apenas dicentes e argumentos veiculam informação (cf. Stjernfelt 2011: 47). A esse respeito, Peirce faz uma distinção entre signos que veiculam informação “em contraste com signos” (tais como o ícone remático) dos quais a “informação pode [apenas] ser derivada” (CP 2.309, 1903). A informação que pode ser derivada de um rema vem, conforme já explicado, de sua largura e profundidade informadas.

Quando Peirce diz que “o Signo [...] não é capaz de proporcionar familiaridade ou reconhecimento do Objeto, pois o Obejeto de um Signo [...]é aquilo com o qual já se pressupõe uma familiaridade para que possa ser veiculada alguma informação ulterior acerca desse Objeto (CP 2.231, 1910), ele está se referindo a remas, que não são

informativos porque são capazes apenas de representar objetos possíveis sem, no entanto, poder afirmar a existência de tais objetos. Deve-se enfatizar que remas não veiculam informação justamente porque não podem afirmar ou negar a existência de seus objetos. Um rema pode apenas sugerir seu objeto na forma de um ícone ou indicá-lo quando é um índice. Apenas quando remas são parte de um dicente ou de um argumento é que são capazes de veicular informação.

Se, por um lado, os remas, de forma isolada, são incapazes de veicular informação, por outro lado, os Símbolos remáticos, definidos como signos que se referem aos seus objetos "por meio de uma lei, geralmente uma associações de ideias gerais", informam mal. Esses signos são incapazes de veicular novos conhecimentos acerca dos objetos que representam porque são relacionados com tais objetos apenas por força de hábitos (cf. Nöth 2010). Meras palavras e outros signos convencionais não são informativos em si mesmos. Símbolos podem apenas informar quando, neles estão inclusos, ícones e índices e este é caso somente quando funcionam como dicentes. Aliás, é justamente isto que ocorre em símbolos dicentes que incluem em sua forma um índice como termo sujeito e um ícone como termo predicado relacionados ao mundo experiencial ao qual eles se referem.

Os índices remáticos também não são informativos, uma vez que apenas mostram seus objetos sem fornecer informações acerca deles. Peirce descreve essa capacidade particular dos índices remáticos da seguinte maneira: "O índice não afirma nada; Ele apenas diz 'lá!' Ele apenas capta nossos olhos, por assim dizer, e os direciona forçosamente para um objeto particular e lá eles param" (CP 3.361). É apenas numa combinação com um ícone que um índice pode tornar-se informativo. De Tienne (2003: 49) coloca esse ponto com a seguinte correlação: "Um índice sem um ícone é cego, um símbolo sem um índice é vazio. Índices puros e símbolos puros não ocorrem, exceto na classificação abstrata da teoria semiótica, na qual tais isolamentos são obviamente convenientes."

Ícones (que são sempre signo remáticos) são também incapazes de transmitir conhecimento, pois são, de forma isolada, inerentemente vagos. Um ícone puramente remático possui apenas qualidade estéticas e nem mesmo representa algo específico (Nöth 2002). Sobre essa capacidade de veicular significado, Peirce escreveu: "A ideia corporificada num ícone [...] não pode, por si mesma, veicular informação, sendo aplicada a tudo e a nada" (CP 3.433, 1896) e em outro trecho: "Um ícone não pode, por si só, veicular informação, pois seu Objeto é qualquer coisa que possa ser parecida com o Ícone e seu Objeto só o é na medida em que é parecido com ele, o Ícone" (CP 2.314, 1903). Além disso:

Um ícone puro é independente de qualquer propósito. Ele serve como signo simplesmente por exibir a qualidade que ele serve para significar. A relação com seu objeto é uma relação degenerada. Ela não afirma nada. Se ela veicula informação, ela o faz apenas no sentido de que o objeto que ela serviu para representar pode ser entendido como algo que veicule informação. Um ícone pode apenas ser um fragmento de um signo mais completo. (EP 2: 306, 1904)

#### 4. Conclusão

Em resumo, a teoria peircena da informação é baseada no *insight* de que aqueles signos que são os mais informativos (de acordo com as palavras de Peirce, “os signos mais perfeitos”) são aqueles cujas “características icônicas, indexicais e simbólicas estão combinadas da forma mais equilibrada possível” (CP 4.448, 1903). Tais signos altamente informativos não apenas veiculam informação sobre o que foi verdade no passado ou o que é verdade no presente, mas também o que será verdade no futuro, pois:

Um ícone tem um ser tal que ele pertence à experiência do passado. Ele existe apenas como uma imagem na mente. Um índice tem o ser da experiência do presente. E o ser de um símbolo está no fato real de que algo certamente irá ser experienciado se certas condições forem satisfeitas. (CP 4.447, ca. 1903)

A relevância desse *insight* para a teoria da informação consiste na definição de informação como conhecimento novo, pois conhecimento não é apenas conhecimento acerca do passado, mas também conhecimento acerca do futuro. Afinal, de acordo com Peirce, o “conhecimento que não tenha nenhuma influência sobre qualquer experiência futura – que não traga qualquer expectativa – seria informação acerca de um sonho” (CP 5.542, 1902).

## Referências

- Bar-Hillel, Yehoshua. 1964. *Language and Information*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Bar-Hillel, Yehoshua & Rudolf Carnap. 1953. Semantic information. In Willis Jackson, ed. *Communication Theory*. London: Butterworth, 503-12.
- Capurro, Rafael & Birger Hjørland. 2003. The concept of information. *Annual Review of Information Science and Technology* 37, 343-411.
- De Tienne, André. 2003. Learning qua semiosis. *S.E.E.D. Journal – Semiotics, Evolution, Energy, and Development* 3: 37-53. Online: [http://www.library.utoronto.ca/see/SEED/Vol3-3/De\\_Tienne.htm](http://www.library.utoronto.ca/see/SEED/Vol3-3/De_Tienne.htm)
- De Tienne, André. 2005. Information in formation: A Peircean approach. *Cognitio* 6.2: 149-156. – Também online 2006 como: Peirce's logic of information. *Seminario del Grupo de Estudios Peirceanos*, Universidad de Navarra 28-09-2006: [www.unav.es/gep/SeminariodeTienne.html](http://www.unav.es/gep/SeminariodeTienne.html).
- Dretske, Fred I. 1981. *Knowledge and the Flow of Information*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Dretske, Fred I. 2008. The metaphysics of information. In Alois Pichler & Herbert Hrachovec, eds. *Wittgenstein and the Philosophy of Information: Proceedings of the 30th International Ludwig Wittgenstein-Symposium in Kirchberg, 2007*. Frankfurt/Main: Ontos, 273-284.
- Fuhrman, Gary. 2009. Rehabilitating information. *Entropy* 11, 1-34. Online: doi:10.3390/e110x000x.
- Hanson, Philip P., ed. 1990. *Information, Language, and Cognition*. Vancouver: University of British Columbia Press.
- Hintikka, Jaakko. 1968. The varieties of information and scientific explanation. In B. Van Rootselaar & J. F. Staal, eds. *Logic, Methodology, and Philosophy of Science*. Amsterdam: North Holland, 311-31.
- Johansen, J. Dines. 1993. *Dialogic Semiosis*. Bloomington, IN: Indiana University Press.
- Kappner, Stefan. 2004. *Intensionalität aus semiotischer Sicht: Peirceanische Perspektiven*. Berlin: de Gruyter.
- Levi, Isaac. 1997. Inference and logic according to Peirce. In Jacqueline Brunning & Paul Forster, eds. *The Rule of Reason: The Philosophy of Charles Sanders Peirce*. Toronto: Toronto University Press, 34-56.
- Liszka, J. Jákob. 1996. *A General Introduction to the Semeiotic of Charles S. Peirce*. Bloomington: Indiana University Press.
- Nöth, Winfried. 2000. *Handbuch der Semiotik*, 2<sup>nd</sup> rev. ed. Stuttgart: Metzler.
- Nöth, Winfried. 2002. Semiotic form and the semantic paradox of the abstract sign. *Visio* 6.4: 153-163.
- Nöth, Winfried. 2009. On the instrumentality and semiotic agency of signs, tools, and intelligent machines. *Cybernetics & Human Knowing* 16.3-4: 11-36.
- Nöth, Winfried. 2010. The criterion of habit in Peirce's definitions of the symbol. *Transactions of the Charles S. Peirce Society* 46.1: 82-93.
- Nöth, Winfried. 2011. Medieval maps: Hybrid ideographic and geographic sign systems. In *Herrschaft verorten: Politische Kartographie des Mittelalters und der Frühen Neuzeit*, I. Baumgärtner & M. Stercken (eds.). Zürich: Chronos.

- Nöth, Winfried. 2012. From representation to thirdness and representamen to medium: Evolution of Peircean key terms and topics. *Transactions of the Charles S. Peirce Society* 48.1.
- Peirce, Charles Sanders. 1931-58. *Collected Papers*, vols. 1-6, ed. Charles Hartshorne & Paul Weiss, vols. 7-8, ed. Arthur W. Burks. Cambridge, MA: Harvard University Press (quoted as CP).
- Peirce, Charles Sanders. 1979. *The Charles S. Peirce Papers*, 30 reels, 3<sup>rd</sup> microfilm edition. Cambridge, MA: The Houghton Library, Harvard University, Microreproduction Service (quoted as MS).
- Peirce, Charles Sanders. 1982. *Writings of Charles S. Peirce, vol. 1: 1857-1866*. Bloomington, IN: Indiana Univ. Press (quoted as W 1).
- Peirce, Charles Sanders. 1984. *Writings of Charles S. Peirce, vol. 2: 1867-1871*. Bloomington, IN: Indiana Univ. Press (quoted as W 2).
- Peirce, Charles Sanders. 1998. *The Essential Peirce. Selected Philosophical Writings, vol. 2, 1893-1913*, ed. by the Peirce Edition Project. Bloomington, IN: Indiana University Press (quoted as EP 2).
- Queiroz, João & Chabel El-Hani. 2007. On Peirce's notion of information. *Cognitio* (São Paulo) 8.2: 289-298.
- Santaella, Lucia. 2000. *Teoria Geral dos Signos – Como as linguagens significam as coisas*. São Paulo. Ed. Pioneira Thomson Learning.
- Santaella, Lucia & Winfried Nöth. 2004. *Comunicação e semiótica*. São Paulo: Hacker.
- Stjernfeld, Frederik. 2011. Signs conveying information: On the range of Peirce's notion of propositions: Dicisigns. *International Journal of Signs and Semiotic Systems* 1.2: 40-52.

## PRINCÍPIOS PARA PROCESSOS COGNITIVOS

João Ranhel - Escola Politécnica da USP

### Resumo

Neste ensaio, uma discussão a respeito dos limiares do comportamento cognitivo é realizada por meio de um arcabouço que relaciona um conjunto de princípios, de atributos, de operações sobre dados e signos, e de processos computacionais. Alguns *princípios* (*significação, retenção, classificação, antecipação, seleção, e corporificação*) são propostos como necessários e capazes de impulsionar um agente (um organismo, um robô, um personagem virtual, um software) do domínio do tratamento de sinais (domínio do controle) para o domínio cognitivo. Esta é uma abordagem multidisciplinar, cujo foco está em como seleção natural e evolução levaram os organismos à cognição. Uma consideração é feita sobre como organismos unicelulares (e vários pluricelulares) operam no domínio dos sinais, enquanto que os sistemas cognitivos operam no domínio dos signos (da representação). Vários animais obtêm benefícios de alguns, mas não todos os princípios, e.g. os cnidários; portanto, há organismos que operam entre os dois domínios. Sistemas cognitivos usam todos os princípios propostos aqui. Algumas espécies de artrópodes e de moluscos são candidatos a sistemas cognitivos mínimos (que transpassam os limiares cognitivos). Pela análise de seus sistemas neurais, cientistas poderão encontrar o correlato neural para cognição (NCCog). Compreender os processos minimamente cognitivos pode ajudar em ambos: compreender o fenômeno cognitivo, e guiar a criação/simulação de agentes artificiais cognitivos.

### Palavras-chave

Cognição. Princípios da cognição. Comportamento cognitivo mínimo. Cognição corporificada. Detecção de Padrões. Cognição mínima.

TECCOGS

## 1 Introdução

O conceito de cognição tem sido construído com base em um conjunto de elementos obtidos desde simples observações de comportamento até inferências sobre os mais altos níveis de raciocínio humano. Mais ainda, alguns cientistas têm descrito cognição (ou têm defendido que ela existe) em níveis tão distintos quanto o molecular, o dos organismos unicelulares, e o nível mental humano. Como resultado, o termo tem sido evitado devido a sua imprecisão.

Nas últimas décadas coletou-se uma infinidade de dados advindos de vários campos de conhecimento ligados à Ciência Cognitiva. É tempo de examiná-los tentando encontrar leis, propriedades, atributos, estruturas e/ou organização que permitam formalizar uma definição de cognição, ou ao menos um conjunto de quesitos que possamos concordar como sendo responsável por levar uma *entidade* ao comportamento reconhecidamente cognitivo. No momento, uma análise conceitual de cognição parece ser tão importante para o progresso nesta área quanto são as construções de modelos e teorias sobre as questões concernentes. Há muito se suspeitava das capacidades cognitivas de mamíferos; porém, em um de seus livros, Darwin [1] abriu as portas para considerarmos inteligência em minhocas [2], [3].

Desde então, dados mais apurados vieram à luz e alguns cientistas inseriram insetos dentro do cenário cognitivo [4], [5]. Abelhas têm demonstrado várias capacidades cognitivas, como memória explícita para lugares (memória espacial) [6], [7], condicionamento associativo e de segunda-ordem, aprendizado contextual [8], [9], [10], abstração, generalização, categorização visual [11], [12], comunicação complexa, e talvez uma tosca linguagem por meio de sua dança (*waggle dance*) [13], [14], [15], [16], [17], [18]. Abelhas parecem ser capazes de distinguir entre fenômenos semelhantes e diferentes [11], [12], [19], [20]; embora algumas dessas capacidades gerem controvérsias e tenham sido rejeitadas [21], [22].

Formigas podem "ensinar" (ou pelo menos comunicar) companheiras ignorantes sobre um caminho para um alvo qualquer [16], [23], [24]. Vespas usam memória espacial (e.g. as da espécie *Cerceris rybyensis* [25], [26]) e comportamento antecipatório preparando tocas e esconderijos para onde carregam suas presas (ex: *Ampulex compressa* [27], [28], [29], [30]). Aranhas saltadoras do gênero *Portia* (*salticids*) demonstram capacidade antecipatória em labirintos, seguindo visualmente caminhos cheios de volteios (*detour*) para solucionar qual ramo, ou qual arame contorcido pode levar a uma presa [31], [32]. Elas demonstram também capacidade de planejamento, de imitar sinais sísmicos em teias de outras aranhas, comportamento de tentativa e erro, e podem trapacear e enganar presas maiores que

elas próprias [33], [34]. As *Portia* são as aracnídeas dotadas com a maior acuidade visual no mundo dos insetos [35], e são capazes de reconhecer objetos, formas, presas imóveis e parceiros sexuais [34], [36].

As moscas das frutas, *Drosophila melanogaster*, cujo cérebro é medido em micrômetros, são descritas como capazes de condicionamento associativo [37], [38], aprendizado conceitual [39], [40], [41], condicionamento de segunda-ordem [42], [43], orientação espacial, expectativa e antecipação, diferenciação de estímulo e sustentabilidade [5], [44]; todas essas características importantes para seus sistemas de decisão, que têm sido estudadas exaustivamente, trazendo novos dados para esclarecimentos na área [45].

Buscando na árvore filogenética podemos encontrar moluscos (e.g. polvos) que demonstram capacidades cognitivas excepcionais, como memória espacial e aprendizado associativo complexo. Cefalópodes possuem os sistemas nervosos maiores e mais complexos dentre todos os invertebrados [46], [47], [48], bem superior ao dos insetos; que geralmente são considerados meros sistemas responsivos. Polvos aprendem ao observar outros polvos serem ensinados.

Os comportamentos descritos acima deveriam ser reservados a “algo” (organismo/entidade) que consideramos cognitivo, embora o senso comum qualifique insetos como simples “programas”. Se traços de comportamento cognitivo podem ser encontrados em invertebrados, especialmente em insetos, por que marcas cognitivas não seriam encontradas em organismos filogeneticamente considerados mais “simples”? Dessa forma, é natural encontrarmos na literatura científica argumentos considerando cognição em bactérias [49], [50], [51], [52], [53], em plantas [54], [55], [56], e até mesmo em sistemas auto-organizados e *autopoieticos* [57], [58], [59], [60], [61]. Embora legítimo pensar cognição nesses domínios, o termo pode não ter ligação com o que o conceito cognição originalmente foi criado para representar [62].

Seria possível definir linhas que separam o que é cognitivo do que não pertence ao domínio da cognição? Seria possível encontrar um conjunto de princípios nos fenômenos que classificamos como cognitivos? Podem esses princípios guiar-nos para encontrar num substrato computacional uma estrutura e/ou uma organização sobre as quais um “mínimo cognitivo” se destaque? Podemos chegar a um acordo sobre o que seria um “limiar cognitivo”?

O objetivo desse ensaio é destacar *princípios* relacionados com *operações computacionais* que guiaram o surgimento das capacidades cognitivas em organismos; propriedades estas que não observamos em entidades meramente

reagentes, nem nas inanimadas. Portanto, o conceito de *cognição* aqui será analisado tentando compreender, de um ponto de vista computacional, o que torna algo minimamente cognitivo. Tais princípios mínimos devem ser o alicerce para fenômenos cognitivos de ordem superior. Embora existam outras formas de investigar atributos cognitivos, aqui analisaremos do ponto de vista da computação, do tratamento das informações que o sistema deve realizar e que o torna diferente dos sistemas meramente responsivos.

### 1.1 Darwin e Baldwin

É amplamente conhecido que a teoria da evolução foi desenvolvida por Darwin e Wallace, apresentada em dois ensaios de 1858; e em seguida publicada por Darwin em "*The Origin of Species by Means of Natural Selection*" [63]. A ideia de que espécies eram mutáveis não era nova. O francês Jean-Baptiste de Lamarck havia publicado, em 1809, um conceito de evolução baseado na teoria dos caracteres adquiridos. Evidências, especialmente fósseis, encarregaram de dar crédito à "*Seleção Natural*" de Darwin, apagando outras hipóteses. Seleção Natural (SN) – desenvolvida no cap. IV do livro de Darwin – é o mecanismo evolutivo mais aceito pela opinião corrente da comunidade científica para explicar adaptações e especializações por parte dos seres vivos, cujas evidências podem ser observadas desde os primeiros registros fósseis.

Três fatores importantes da SN são: hereditariedade, variação e seleção. Organismos se reproduzem e descendentes herdam características de seus progenitores – isso é o fator hereditariedade. No processo, acontecem mutações, ou variações nas características. O ambiente é exigente com os indivíduos de uma população, e nem sempre o meio suporta o crescimento de todos os membros de uma espécie; assim, os indivíduos com características mais adequadas (indivíduo mais aptos) terão mais chances de sobreviver e procriar, enquanto os indivíduos menos aptos morrerão – portanto, o meio realiza uma seleção (ver [63], [64]). Ponto chave na teoria darwiniana, é que a SN age no fenótipo. Indivíduos com fenótipos favoráveis terão mais chances de sobreviver e reproduzir. Como cada indivíduo tem um genótipo associado, então os genes dos indivíduos bem sucedidos terão frequência superior nas gerações seguintes. Passado longo período de tempo, o processo pode resultar em modificações e adaptações nos indivíduos de certos "nichos ecológicos", e pode inclusive resultar no surgimento de novas espécies. Em outras palavras, o que resulta no processo da SN é a evolução das espécies; elas evoluem e se adaptam; às vezes

se modificam, podendo tornar-se outras espécies no decorrer de um longo período de tempo.

Do ponto de vista *cognitivo*, como poderia a SN ter contribuído para o surgimento de seres com capacidade cognitiva? Podemos conjecturar que a SN sozinha pode explicar bem a emergência da cognição. Porém, parece que usamos o termo "cognitivo" para algumas características e propriedades com as quais o indivíduo nasce; mas que de alguma forma ele aprimora durante seu tempo de vida. Pode haver algum outro fator que explique melhor, ou que potencialize a existência de um aparelho cognitivo em animais? A resposta parece ser uma ideia complementar à SN, proposta por J. Mark Baldwin em 1896 [65], e no mesmo ano por trabalhos similares de Morgan [66], [67]. Dada a precedência na publicação, esta abordagem ficou conhecida como "*Efeito Baldwin*", contudo este termo retrata uma denominação incorreta, Baldwin propõe na verdade um conjunto de fatores que ocorrem com o indivíduo durante o tempo de vida, que ao final afeta a evolução das espécies [68].

A pergunta que Baldwin se propôs a responder foi: "*como organismos vêm a ser modificados durante sua história de vida?*". Em resposta, ele aponta que três fatores influenciam na produção de modificações ontogênicas, adaptações e variações. A primeira é agência física e influências do meio ambiente que operam sobre o organismo, produzindo modificações na sua forma e funções. Como exemplo, agentes químicos, esforços, contatos, atrasos no crescimento, má nutrição, mudança de temperatura, etc. Ele considera que tais forças agindo sobre os organismos são fortuitas ou acidentais; e propõe chamar tais fatores "*físico-genéticos*". A segunda classe de modificações surge de atividades espontâneas do organismo no decorrer de suas funções congênitas normais. Refere-se à disponibilidade e à capacidade por parte do organismo de sobrepujar-se, de sobressair-se, de estar pronto para uma ocasião assim que ela surja, e tirar proveito das circunstâncias que ocorram em sua vida. Baldwin propõe chamar tais fatores de "*neuro-genéticos*", relacionando-os ao que Morgan e outros chamavam "propriedades seletivas" do sistema nervoso, e da vida em geral.

A terceira classe de modificações é um conjunto de adaptações asseguradas pela "agência consciente", que o autor propôs ser chamada "*psico-genética*". O processo que envolve todas as mudanças nesta classe está amplamente denominado pelo termo "inteligência"; por exemplo, imitação, influências sociais, instruções maternas, lições obtidas por meio de prazer ou dor, por qualquer tipo de experiência em geral, ou ainda pelo raciocínio de meios para atingir algum fim (retirado de [65], com tradução livre).

A proposta de Baldwin é totalmente compatível com a SN de Darwin, e difere da teoria lamarckiana. Lamarck propunha que os caracteres adquiridos durante o tempo de vida do indivíduo eram passados para as gerações seguintes. Por exemplo, se certo indivíduo usasse bastante certa parte do corpo ele a fortaleceria, e isso seria passado para as gerações futuras – o que é incorreto. Não é possível que as modificações ocorridas por uso e desuso de algum membro ou parte do corpo alterem o genótipo daquele indivíduo durante o decorrer de sua vida. Assim, as teorias lamarckianas são refutadas porque as características que um indivíduo adquire durante a vida não podem ser incorporadas à sua herança genética e, portanto, não serão passadas para sua prole.

Por outro lado, o que Baldwin propõe de fato acontece. Se um indivíduo tem propensão genética (informação genética) para construir um aparelho ou membro, a má nutrição, a desidratação, a exposição a agentes químicos, e alguns danos físicos etc., podem comprometer ou favorecer a construção de tal aparelho. Esse indivíduo pode se tornar mais ou menos apto para sobreviver e procriar que os membros da mesma espécie. Assim, um *fator físico* haverá contribuído para que a carga genética de alguns indivíduos apareça com frequência superior nas gerações seguintes. Por outro lado, se uma espécie tem informação genética para criar um aparelho nervoso especializado em tratar informações, sistema este que pode ser mais facilmente modificado do que estruturas físicas mais rígidas; então, um organismo desta espécie estará mais apto a adequar seu comportamento durante seu tempo de vida. Assim, as experiências pelas quais o indivíduo passar durante um período de aprendizado e moldagem de seu comportamento se refletirão nos adultos mais ou menos aptos em um determinado meio, e da mesma forma, mais capacitados para sobreviver e procriar. Assim, um fator *neurológico* contribuirá para que o indivíduo passe sua carga genética para gerações futuras.

Além disso, traduziu-se numa enorme vantagem uma espécie ter evoluído um sistema nervoso plástico, capaz de gerenciar informações e modificar-se durante o decorrer da vida. O bom uso desse aparelho pode tornar um indivíduo mais ou menos adequado a sobreviver num meio em constante mutação. A plasticidade de tal sistema, com capacidade de imitar comportamentos de outros indivíduos, de ensino e aprendizado social ou maternal, com capacidade de inferir, de aprender por meio de dor e de prazer, proporcionou competências adaptativas até então inéditas a qualquer outro animal. Assim, um fator *psíquico* (segundo Baldwin) pode influenciar na transmissão de material genético para as futuras gerações. Diferente da proposta lamarckiana, a transmissão genética não se dá de forma direta para a prole.

Esses fatores complementam a explicação da SN darwiniana. Condicionamento, treinamento e aprendizado que indivíduos adquirem *durante o tempo de suas vidas* podem, em certas situações, acelerar a evolução de uma dada espécie. Em contrapartida, aprendizado é dispendioso, uma vez que: (i) demanda um aparelho com capacidade para tal, (ii) exige do indivíduo passar um tempo adequando tal aparelho, (iii) exige que o indivíduo passe por experiências que podem resultar em dor ou prazer, sucesso ou falha. Assim, em ambientes relativamente estáveis, há pressão seletiva para a evolução de comportamentos instintivos, mais estereotipados. Aprendizado tem benefícios, contudo também tem um preço. O efeito Baldwin se preocupa com os custos e benefícios do aprendizado durante o tempo de vida do indivíduo em uma população em evolução [68].

Quais desses fatores estariam mais diretamente relacionados com *cognição*? Seria demasiado prematuro tentar responder esta questão, ela fica pendente para uma resposta ponderada em outros argumentos, que serão explanados adiante.

## 1.2 Definições e pressupostos

O termo *princípio*, neste texto, deve ser entendido como “elemento predominante ou primário”, como os constituintes elementares; assim, princípios para cognição seriam as propriedades basais, ou ainda os elementos primordiais que levaram organismos a desenvolver um aparato cognitivo. Por outro lado, o termo *computação* é usado no texto num sentido amplo. Dada a liberdade no uso o termo poderá provocar estranheza aos teóricos da computação matemática. Computadores são máquinas que manipulam dados de acordo com um conjunto de instruções. Portanto, no senso estrito relacionado com máquinas seqüenciais (e.g. Turing), computação é uma atividade relacionada ao uso de computadores para resolver problemas algorítmicos. Em matemática e ciência da computação, computar é o ato de executar uma atividade orientada por meta que requer ou tira proveito de um computador. Ocorre que o termo tem sido usado como sinônimo para “tratamento de dados” orientados para um fim. Por exemplo, no livro “*Biophysics of Computation: Information Processing in Single Neurons*” [69], o autor inicia o livro com a frase: “*O cérebro computa! Este é um truísmo aceito pela maioria dos neurocientistas [...]*”. Fato é que *computação* tem sido usado para sistemas que recebem dados e aplicam sobre eles operações com o propósito de obter um resultado. É nesse sentido que se toma a liberdade de utilizar o termo computação neste trabalho.

Sistemas responsivos são considerados aqui como aqueles que possuem sistemas de controle não maleáveis, que não modificam suas respostas. Em geral, o propósito

de tais estruturas de controle é perseguir estados operacionalmente estáveis para o sistema que elas controlam (ver teoria do controle [70], [71]). Sistemas responsivos geralmente não criam representações internas de objetos, ações, ou dos fenômenos exteriores que os circundam. Eles operam com base em *sinais*, termo tomado aqui no sentido de veículos de informações, de um veículo potencial dos signos. Sinais são diferenciados de signos na medida em que, ao cumprirem sua função semiótica, os signos excedem as características puramente físicas do sinal (ver [72] p.80, e adicionais referências).

Assume-se neste trabalho que cognição se manifesta em sistemas complexos, razão pela qual o termo *Sistema Cognitivo* (SC) será usado daqui por diante em referência a entidades e organismos com algum nível de cognição. Portanto, assume-se também a existência de *níveis* de cognição. O termo *cognição* foi cunhado para descrever fenômenos que certamente reconhecemos em humanos, talvez reconheçamos em animais, mas que de forma alguma observamos em sistemas meramente físicos como uma nuvem, um termostato, ou uma rocha. Entenda-se que o mínimo cognitivo está em contraposição ao cognitivo pleno; por exemplo, humanos em plena capacidade de uso de suas faculdades cognitivas. Assim, é possível descrever alguns níveis de cognição entre os dois extremos da organização da matéria/energia. O que podemos reconhecer como o limiar do comportamento cognitivo? O que seria um "comportamento minimamente cognitivo"?

Existem algumas abordagens sobre "*comportamento cognitivo mínimo*" (seguindo [73]) na literatura científica, por exemplo, em [49], [51], [62], [74], [75], [76], [77]. Princípios do comportamento cognitivo mínimo também já foi assunto abordado em [51], [78], [79], [80] e certamente por outros cientistas. Embora fontes de inspiração, estas abordagens divergem da que se apresenta aqui, assim como suas conclusões; todavia, fica fora do escopo deste trabalho discuti-las mais profundamente. As premissas e argumentos apresentados nesse trabalho excluem a possibilidade de considerar cognição nesse tipo de entidade, num nível de análise tão baixo quanto o nível molecular ou de seres unicelulares, como será mostrado a seguir.

Uma *entidade* é considerada aqui como algo que pode ser/estar separada (física ou logicamente) do resto do universo. Entidade, de uma forma bastante abstrata, pode ser qualquer "coisa" com existência distinta ou que se comporte como uma unidade; como uma pedra, um software, alguns sistemas auto-organizados, artefatos criados pelo homem como robôs ou termostatos; ou ainda, por mais estranheza que a ideia provoque, pode ser um sistema vivo e um ser humano, embora seja preferido o termo *organismos* nestes casos.

Também será assumido neste trabalho que o que quer que faça uma entidade se tornar um sistema cognitivo, este “algo” estará *dentro da entidade*; considerando que uma membrana, fronteira ou interface é parte da entidade. Esta consideração tenta restringir dois problemas: primeiro, admitir que algo externo possa transformar uma entidade em um sistema cognitivo é um passo fora do caminho da investigação científica. Segundo, o pesquisador deve mudar seu ponto de vista de observador de comportamentos para um investigador de estruturas e organizações internas no SC. Portanto, assume-se a seguinte premissa: *“Existe algo dentro dos sistemas cognitivos, em suas estruturas, em sua organização, em seus modos de operação, em sua interação com o ambiente, que pode revelar os limiares do comportamento cognitivo”*. Um passo adiante é identificar quais princípios garantem a inclusão de uma entidade/organismo no conjunto dos sistemas cognitivos, e quais estruturas podem realizar tais fenômenos.

Embora seja relevante uma discussão sobre cognição em bactérias e sistemas *autopoiéticos*, esta abordagem está fora do contexto e do escopo deste ensaio. Assumimos aqui que sistemas cognitivos começaram a acontecer em organismos com neurônios, conforme defende Moreno e colegas [62], [77]. É provável que sistemas cognitivos tenham surgido somente depois da evolução dos tecidos neurais. Kirschner e Gerhart explicam que tecidos neurais criam uma *“ligação fraca” (weak linkage)* no acoplamento dos processos orgânicos: *“Metabolism, for example, is based on the strong linkage of its many components [...] The extended nervous system is based on weakly linked components”* [81]. Em outras palavras, neurônios permitem que organismos tenham sistemas exclusivamente dedicados ao tratamento de informação, desacoplados dos processos metabólicos.

A fim de justificar esta consideração assumida aqui, argumenta-se que o tratamento de sinais no nível metabólico é susceptível a ruídos e interferências. Os sinais nos níveis metabólicos usam, como meio de propagação, material da mesma natureza que compõe as células, daí o “acoplamento forte”. Para uma célula modificar a forma como faz um processamento (computacional) de um sinal ela precisa modificar processos internos que podem atuar sobre toda a cadeia estabelecida para manter seu equilíbrio operacional (sua *homeostase*). Ou seja, uma modificação para computar um estímulo externo de forma diferente pode exigir que uma bactéria, por exemplo, modifique toda sua estrutura, e pode comprometer o equilíbrio que a mantém funcional. Assim, o tecido neural surgiu no processo evolutivo para resolver tais problemas. De forma hierárquica, o tecido neural isola sinais de informação de sinais de controle que atuam no sistema metabólico [62], [77], [82]. Parece lógico este raciocínio, além de plausível com o que se observa nos organismos. Quanto mais

“evoluídos” ou “complexos” se classificam os organismos, maior o número de neurônios e mais diversos são os tipos de tecidos nervosos que eles contêm; além de apresentarem comportamentos mais diversificados.

## 2 Princípios dos sistemas minimamente cognitivos

Os *princípios* podem ser considerados como um conjunto de operações fundamentais, de linhas-guia, de elementos ou de propriedades que os sistemas cognitivos executam ou possuem a fim de aprimorar suas interações com o ambiente. Grosso modo, os *princípios* são operações que os sistemas cognitivos realizam sobre conjuntos de dados, que os tornam diferentes de sistemas de controle responsivos.

Dados são considerados aqui como um conjunto de estímulos advindo tanto do mundo externo, quanto de subsistemas internos; ou seja, tanto do aparelho sensorial quanto de subestruturas internas. Os *princípios* surgiram de um racional, da observação das relações de alguns animais com o meio e de hipóteses sobre as operações computacionais envolvidas em cada etapa; portanto, os princípios surgiram de uma abordagem analítica *bioinspirada*.

Acredito que seis princípios guiaram o surgimento da cognição mínima: *Significação, Retenção, Classificação/codificação, Antecipação, Seleção, e Corporificação*. Eles serão descritos no decorrer deste tópico.

### 2.1 Significação

É tão complexo encontrar uma definição para o conceito de *informação* quanto para cognição. O termo “informação” é usado em muitos contextos, denotando um amplo espectro de significados. Como resultado, o termo acaba perdendo a capacidade de significar aquilo que ele intenta representar. Às vezes informação é tratada como uma “coisa física”, como na Teoria da Comunicação [83]. Outras vezes uma abordagem semântica é dada à informação ligando-a a conhecimento, como em [84]. Há ainda a abordagem puramente matemática na qual informação é um caso particular da teoria da probabilidade [85]. Na década de 1970 era comum uma abordagem que tratava informação como “*padrões de organização da matéria e energia*” (revisões em [85], [86], [87]).

Adicionalmente às estas abordagens, existe um arcabouço conceitual, comum em áreas como administração, economia, matemática e outras ciências, que trabalha a seguinte hierarquia: “dados” (*data*) denotam apenas a quantificação de algo. Dados

podem ser estruturados e se tornar "informação" (*information*), algo com potencial para representar qualquer coisa, que adquire um significado para alguém. Subseqüentemente, informação pode se tornar "conhecimento" (*knowledge*) quando apropriadamente interpretada e contextualizada. Variações dessa hierarquia incluem "sabedoria" (*wisdom*) nesta cadeia, conhecida como D-I-K-W (uma sigla para *data*, *information*, *knowledge*, e *wisdom*; ver revisão em [86], [88], [89]). Embora a abordagem adotada aqui esteja vagamente relacionada com parte da cadeia (apenas D-I-K), este modelo não será adotado neste trabalho, o mesmo ocorrendo com o termo *informação*.

Sistemas cognitivos emergiram dentro de organismos vivos durante o processo evolutivo. Podemos inferir que, primeiramente, organismos trocaram dados brutos com o meio ambiente na forma de fluxo de matéria (advinda de e por meio dos canais de proteínas) e energia (por meio de transdutores). Nos primeiros estágios do desenvolvimento da vida os organismos não possuíam sistemas especialistas no tratamento de dados. Podemos inferir que eles necessitassem e possuíssem vários laços (*loops*) de controle para manterem-se num estado operacionalmente estável (chamado *homeostase*). Ainda hoje é possível observarmos todos esses processos em organismos mais "simples", como as bactérias. Portanto, é possível pensar nestes sistemas vivos primitivos como complexos sistemas de controles (ver abordagem de *controle* nas ciências biológicas em [90]). Passo a passo as criaturas vivas evoluíram ao ponto de terem *representação interna* do mundo que as circunda. A capacidade de lidar com representações é um grande passo além do mero controle. Isso não significa um passo fora do domínio do *controle*; pelo contrário, isso é um passo evolutivo para os sistemas de controle. No domínio da representação conjuntos de dados internos podem significar algo que não seja meramente um conjunto de sinais. Uma representação é um conjunto particular de dados causalmente relacionado com objetos e ações que estão ocorrendo fora (ou mesmo dentro) da entidade/organismo. Como os organismos alcançaram tal status?

Organismos evoluíram sua maquinaria de detecção de padrões nas entradas de dados por meio do incremento do número, do tipo, da natureza dos canais em suas membranas (ou órgãos, como a pele, que servem de fronteiras entre organismos e o meio). Além do mais, organismos espalharam sensores por todo o corpo, criando regiões especializadas em receber certos tipos de estímulos. Observando do ponto de vista interno da entidade, uma grande quantidade de sensores localizados estrategicamente resultou em um conjunto de dados brutos constantemente fluindo, advindos de regiões específicas de seus corpos. Progressivamente, estes fluxos de dados foram tratados por camadas neurais mais e mais complexas, culminando em

uma maquinaria sensorial. Pelo uso desta estratégia, organismos se tornaram hábeis em detectar padrões nos dados brutos; mais ainda, tornaram-se capazes de realizar conexão entre padrões de naturezas diferentes (ver [91], [92]).

O uso do termo *informação* seria aceitável para nos referirmos a um padrão detectado em um fluxo de dados brutos; porém, parece mais apropriado o uso do termo "*signo*". Os signos são estudados em Semiótica, e signos como mediadores de representações entre coisas e mentes são objetos de estudos desde a Grécia antiga. A semiótica tem duas vertentes principais, a saussuriana (que estuda signos no ambiente da linguagem) e a peirciana, que entende o signo como um mediador mais amplo – portanto, mais apropriado ao presente estudo. Contudo, em Semiótica peirciana, um signo é uma abstração criada para explicar a relação entre um objeto, seu interpretante (não confundir com o intérprete) e uma mente que os interpreta [93]. Neste trabalho, o termo *signo* será usado para algo que acontece fisicamente num substrato, resultado de uma operação dentro de uma estrutura neural. Assim, semioticistas podem não concordar plenamente com a forma como signos serão abordados neste trabalho; porém, o conceito de signo continuará tendo ligação com sua base em semiótica.

No final do século XIX e início do XX Charles Peirce tentou descobrir como as coisas eram representadas nas mentes. Ele escreveu várias tentativas concisas de definição formal de signo [93], [94]. Naquele tempo, estudos sobre representação dos signos em neurobiologia eram ainda inimagináveis; isso porque Camillo Golgi e Santiago Ramón y Cajal estavam ainda tentando descrever as recém descobertas células nervosas e suas conexões sinápticas [95], [96]. Peirce pensou o signo como uma abstração, e uma de suas melhores definições reproduz-se abaixo, tirada de [97]: "*A sign, according to Peirce, is a material or merely mental phenomenon, related to a previous phenomenon, the object of the sign, and resulting in a further sign, the interpretant, which provides an interpretation of the first sign in relation to its object*". De acordo com a Semiótica peirciana, o conceito de signo descreve uma relação triádica. A fim de facilitar a compreensão, o conceito será explicado por meio de objetos reais percebidos pelo aparelho perceptivo visual.

Considere um objeto fora de uma entidade, digamos uma flor. A luz é refletida pela flor em todas as direções, e uma porção pode atingir a região fotossensorial da entidade (sua retina). Porém, a retina recebe indiscriminadamente estímulos luminosos advindos de todos os objetos para a qual ela está direcionada. A entidade precisa separar os estímulos vindos de um objeto em particular dos outros estímulos em geral. Para conseguir isto, durante todo o tempo, os olhos devem manter-se em movimento para ter a intensidade de luz (um fluxo de dados em um receptor em

particular) se modificando, de um transdutor para outro, no mapa sensorial da retina [35]. Humanos, e mamíferos em geral, realizam pequenos movimentos nos olhos (*micro-saccades*) associados a movimentos sacádicos maiores (*saccades*), relativos à fóvea [98]. Em insetos (e.g. moscas, besouros, abelhas) os olhos são fisicamente parte da cabeça, assim, eles precisam mover seus corpos em relação ao objeto focado para conseguir o mesmo efeito (ver [25], [26]); contudo, há outras soluções na natureza, como nos casos do camarão *Odontodactylus* e do louva-a-deus *Sphodromantis lineola*, que fazem varredura (*scan*) de imagens (ver cap. IX em [35]: *Movements of the eyes*).

Quando os organismos provocam o deslocamento da luz sobre o mapa sensorial (sobre a retina), olhando o conjunto de receptores como um todo, neurônios podem começar a disparar enquanto outros podem se tornar quiescentes. Quando ocorre o movimento dos olhos e um grupo de neurônios dispara continuamente, eles são chamados invariantes. Os movimentos provocam variação da intensidade de luz sobre a retina, conseqüentemente, neurônios invariantes formam um padrão de disparo que acompanha este movimento. Em outras palavras, um grupo de neurônios invariantes permanece disparando devido ao fato do estímulo vir da mesma fonte de luz, do mesmo objeto. O movimento dos olhos é necessário para permitir que o aparelho perceptivo separe diferentes grupos de neurônios disparando de forma invariante (em conjunto e temporalmente atados – *time-locked*). Ou seja, para separar diferentes objetos, os olhos são movidos para que a luz estimule diferentes áreas na retina.

O resultado interno de um grupo de neurônios disparando em conjunto pode resultar numa assembleia de neurônios, a qual pode ser detectada por estruturas neurais em camadas de níveis mais altos. Isto significa que neurônios nestas estruturas neurais superiores podem identificar padrões de estruturas inferiores e tratar tais “amostras” como fenômenos singulares. Extrair é usado aqui no sentido de “detectar”, de perceber um padrão de forma emergente. O resultado dessa detecção de padrões é considerado aqui como a primeira parte do signo – *a representação*. Toda vez que uma assembleia neural dispara devido ao conjunto de estímulos (e.g. a luz vinda da flor), considera-se aqui que esta assembleia ativa representa o objeto causador do estímulo. Esta é a parte do “*objeto imediato*” do signo, na semiótica peirciana (ver revisão em [72], [99]). Note-se que, neste caso, a formação da assembleia é uma situação ativada por evento (*event-driven*), e isso é importante para implementação de assembleias de redes neurais pulsantes.

Suponha agora que o objeto seja removido do campo visual. Seria desejável que atributos gerais desse objeto fossem retidos. Nem tudo, porque objetos possuem muitos detalhes irrelevantes. No entanto, é importante que depois de passar pela

experiência de identificar padrões presentes no grupo de estímulos o organismo (ou entidade) retenha atributos como uma forma de representação do objeto. Dessa forma, quando um padrão similar surgir, o organismo (ou entidade) será capaz de reconhecer outro objeto por meio da similaridade de suas representações.

Além disso, na ausência dos estímulos externos, o organismo (ou entidade) deve ser capaz de reativar, ao menos em parte, o padrão de disparo original; ou seja, ele/ela deve ser capaz de internamente reconstituir aspectos do padrão de disparo original. Em termos semióticos, esta é a parte do "*interpretante*" do signo, ou a parte do "*objeto dinâmico*" do signo [93], [94], [99]. Internamente, ao reativar uma assembleia neural, o padrão de disparo relativo a um signo, ou parte relevante dele, é reapresentado à rede de neurônios. Dessa forma, quando um objeto está ausente, mecanismos internos podem ativar assembleias neurais, fazendo com que aquele padrão de disparo "represente" o objeto original. Neste caso, o signo (o padrão de disparo, ou a assembleia neural) é ativado internamente, digamos, durante um pensamento ou na construção de um plano.

Pelo exemplo acima, e nos termos apresentados, detecção de padrões e operações com signos parecem ser complicadas, uma competência realizada apenas por organismos cognitivos superiores; mas na realidade não são. Insetos são capazes de reconhecer flores, predadores e outros objetos; embora reconhecimentos de padrões visuais sejam realmente complexos [100].

Devemos lembrar que, nos organismos, conjuntos de dados podem ser gerados internamente, ou podem advir do exterior por meio de fluxo de matéria e energia, ambos convertidos por sensores e transdutores em sinais eletroquímicos. Como foi descrito anteriormente, seguindo [72], distinções devem ser feitas entre *sinais* e *signos*: dentro de uma rede neural, sinais elétricos (potenciais de ação dos neurônios) são veículos potenciais dos signos, são as formas pelas quais os dados existem, pois nos potenciais de ação são veiculadas as mensagens advindas do exterior ou do interior do organismo. Sinais concomitantes (vários disparos paralelos e temporalmente atados) podem significar grande probabilidade de advirem da mesma fonte, do mesmo objeto (em termos semióticos, do *objeto do signo*). Um signo, por sua vez, é "algo" que não está num sinal isolado, algo que excede as características puramente físicas do sinal ao exercer sua função semiótica.

Um signo, aqui, é uma operação computacional de detecção de padrões nos dados veiculados nos potenciais de ação, o que resulta numa "*informação*", algo que emerge de um grupo de sinais. Em ciência da computação, redes neurais, e neurociências, os termos "*pattern detection*" e "*pattern recognition*" são comuns para definir esta operação computacional (e.g. [101]). Há controvérsias sobre o que é

signo, e sobre a questão da referência do signo em relação ao mundo para além dele (ver [72]); mas fica fora do escopo deste ensaio aprofundar neste assunto. Dessa forma, para este trabalho, um signo é uma *construção interna*, uma operação computacional realizada sobre um grupo de dados. Nos organismos pode ser uma operação simples realizada sobre pequenos grupos de sensores que detectam certo evento; ou pode ser uma operação sofisticada; aplicada sobre um fluxo contínuo de disparos neurais assíncronos e defasados, advindos concomitantemente de milhares de neurônios sensores ou transdutores de energia. Além disso, signos também podem ser resultados de operação interna, da reativação de padrões de sinais neurais que remontam àqueles pelos quais o organismo passou quando experimentou certos estímulos.

É possível notar que a abordagem adotada aqui é semelhante à hierarquia D-I-K (*data-information-knowledge*), uma vez que *dado* pode ser entendido como o conjunto de disparo dos neurônios, digamos causados pela quantidade de luz atingindo um grupo de sensores ou transdutores. Tais dados existem internamente na forma de *sinais* elétricos pulsantes (*spikes*), que funcionam como veículo para os signos. Operações sobre este fluxo contínuo e paralelo de dados podem resultar internamente na detecção de padrões que constituem *informação*. Neste sentido, informação é sinônimo de signo e representação. Um conjunto de *spikes* traz informações que não estão nos sinais elétricos isolados. Por último, conhecimento pode ser alcançado por meio da retenção e operações computacionais sobre signos, em níveis estruturais e organizacionais mais altos.

Em resumo, o princípio da *significação* está relacionado à capacidade de detectar padrões invariantes a partir de aflusos de dados, da retenção dos resultados dessa detecção como representações do objeto ou do evento que os causou, e da capacidade interna de reativar tais padrões de dados (*interpretantes*, em termos semióticos); sendo todas estas operações realizadas dentro de, ou por meio de, um substrato neural.

## 2.2 Retenção

A fim de detectar ou identificar padrões invariantes de um fluxo de entrada contínuo de dados, um sistema deve *reter* algum montante de dados por um tempo maior que zero, e então, de alguma forma, comparar ou executar alguma operação computacional entre os dados do passado e os correntes. Isto pode ocorrer em intervalos de tempo de frações de segundo, chamado "memória perceptiva implícita" ou *priming* ([102], [103]). Uma vez que um signo é detectado, o princípio da retenção

é também usado para manter a representação em estruturas como “memória de trabalho” (*working memory*) ou memória de longa duração (*long-term memory*) [103], [104].

Retenção de dados é uma necessidade, caso contrário, seria inútil ter um aparelho que detectasse padrões (ou signos) e os deixassem desaparecer tão logo fossem detectados. Mais ainda, em escalas de tempos intermediárias, este atributo é útil para que o organismo (ou entidade) armazene cadeias de signos que podem representar fatos, ações, eventos, e ocorrências da vida desse organismo; todos importantes para ajudar na tomada de decisão. O princípio da retenção é ainda importante para que a entidade crie e execute tarefas baseadas em metas e planos. Consideremos planos como uma sequência de ações. Assim, planos devem ser “esboçados” em algum tipo de estrutura que os retenha até que sejam executados ou descartados. Sua execução deve ser acompanhada, geralmente passo a passo; portanto, planos e metas exigem um sistema de memória que retenha não só o plano em si, mas também em qual etapa se encontra o processo de execução.

*Retenção* também aparece em qualquer atividade de aprendizado, de treinamento, de fixação e definição de comportamento estereotipado. Este princípio é fundamental para que o fator “*neuro-genético*” de Baldwin se estabeleça na evolução do indivíduo [65]. Durante este processo os organismos mudam suas estruturas internas a fim de agregar novas respostas estereotipadas em seus repertórios. Tais mudanças poderão ser mais ou menos permanentes na estrutura física. Processos de aprendizagem são responsáveis pela aquisição de novas habilidades, de novos padrões de respostas durante o tempo de vida daquela entidade; ou são responsáveis por aprimorar os já existentes.

### 2.3 Classificação ou codificação

Qualquer sistema cognitivo capaz de perceber e obter signos deve encarar um problema inerente a esta capacidade: o mundo é cheio de fenômenos físicos de diversas naturezas, e uma grande quantidade de dados atinge os sistemas sensoriais do organismo durante todo o tempo. Como descrito acima, aparelhos sensoriais detectam padrões, juntam aspectos componentes advindos da mesma fonte, e os memorizam. Todavia, o sistema de retenção não possui capacidade infinita e alguns signos são presumivelmente mais importantes do que outros em certos contextos.

Além disso, a fim de serem úteis, os signos que ingressam num instante qualquer devem ser combinados com aqueles memorizados. É possível que a complexidade das

operações com signos cresça exponencialmente. Mais ainda, signos são continuamente obtidos a partir de fontes de natureza diferentes, por exemplo, estímulos químicos, luz, estímulos mecânicos, além de outros. O aparelho cognitivo deve codificar signos relacionados advindos de fontes diferentes, e apontá-los todos para uma mesma estrutura de representação interna. Por exemplo, no sistema cognitivo humano, o padrão obtido do som da palavra "flor" provavelmente aponta para um "lugar comum" numa estrutura de memória (ou para uma assembleia de neurônios comum) que responda também ao padrão gerado pela visualização de uma flor, ou pelo padrão advindo do cheiro característico de certa flor. Portanto, parece razoável acreditar que algum tipo de classificação e/ou codificação está implícito ao fato de identificar cada signo; ou seja, é inerente de cada signo.

Parece plausível supor que quando signos são detectados eles são intrinsecamente classificados, codificados e organizados para preencher um aparelho estruturalmente existente (a rede neural para a qual eles têm algum significado). Neste sentido quando signos são detectados, selecionados por meio de mecanismos de *atenção*, e classificados, eles são também restringidos, enquadrados em um código; eles são organizados de acordo com uma estrutura existente. Esta é a razão pela qual *classificação* e *codificação* são ambas consideradas sobre o mesmo *princípio* aqui. Portanto, ao selecionarem, classificarem, codificarem e organizarem os signos, os sistemas cognitivos criam uma forma robusta de representar parcialmente o mundo.

## 2.4 Antecipação

Considere um sistema capaz de detectar ou extrair padrões invariantes, de retê-los e de classificá-los/codificá-los – o que foi exposto até este ponto pela introdução dos princípios anteriores. Então, considere este sistema recebendo estímulos (signos) que informam que um objeto está indo na direção de outro. Assim, considere o sistema retendo amostras de signos (como instantâneos) enquanto a ação se desenrola. Pela análise da sequência de signos o sistema deveria prever, ou ser capaz de detectar uma lei: o objeto "**A**" irá se chocar com o objeto "**B**". Computacionalmente falando, é mais econômico e eficiente identificar leis que descrevam ações do que armazenar grandes quantidades de dados descrevendo detalhes. O termo "*instantâneo*" não quer dizer imagens internas, mas assembleias de neurônios disparando e retendo os estados formados por algum tempo, representando assim tempos discretos na ocorrência dos signos (objetos "**A**" e "**B**" codificados).

Como um sistema cognitivo pode concluir que “A” e “B” irão colidir antes que isso aconteça no mundo real? Parece razoável formular a hipótese de que os sistemas cognitivos “encadeiam signos” numa velocidade maior que os eventos acontecendo no mundo real. Assim, ações e relações podem ser previstas internamente, por meio de rápidas operações sobre cadeias de signos (existentes como sinais elétricos). O princípio da *antecipação* descreve esta operação.

Ao considerar esta hipótese, assume-se que sistemas cognitivos possuem a capacidade de conectar signos (ou *interpretantes*) de forma que mantenham suas relações causais, a tal ponto que o aparelho cognitivo possa obter representações complexas de contextos, objetos, ações e eventos acontecendo ao seu redor. Em termos de operações neurais, a forma como isso acontece permanece desconhecida, tratando-se de um importante assunto para pesquisas. Tenho defendido uma abordagem de computação por meio de assembleias neurais que pode explicar como esse processo acontece em redes de neurônios artificiais e naturais [105], [106], [107].

Quaisquer que sejam as formas como as conexões entre signos sejam feitas, é possível inferir que se trata de uma operação que se ramifica; e a quantidade de opções que se abre para cada evento que se apresenta a um cérebro num certo instante pode ser exponencial. Some-se a isso o fato de o processo ser contínuo, ininterrupto. Assim, uma alegoria que cria uma imagem de como tal processo pode se parecer é o de uma cachoeira; e o fluxo constante de signos entrando nessa cascata parece ser uma torrente de impulsos elétricos. Torrentes de signos podem rapidamente simular possibilidades e apresentar opções para um sistema de seleção. Dessa forma, computacionalmente falando, a “consequência” da operação com torrentes de signos é uma antecipação; ou seja, podemos dizer que o propósito das torrentes de signos é antecipar eventos, fatos, relações etc. É plausível levantar a hipótese de que uma torrente de signos sejam as principais operações pelas quais cérebros (ou sistemas cognitivos) obtêm leis, antecipações, resultados, consequências, opções, entre outras operações. Seria possível chamar a torrente de signos uma espécie tosca de “*pensamento*”? Parece ser exatamente o que acontece. Pode ser que pensamento seja o resultado de um contínuo *fluxo de signos*, que nos cérebros seriam cadeias de assembleias neurais. Contudo, parece adequado reservar o termo *pensamento* apenas para operações cognitivas de alto nível. Dessa forma, este mecanismo computacional deveria ser chamado “*torrente de signos*”.

Em suma, *antecipação* pode ser uma característica distintiva dos sistemas cognitivos; e é resultado direto de operações computacionais na forma de encadeamento de signos. Depois de obter signos, e de codificá-los em sinais

eletroquímicos muito mais rápidos que certos eventos no mundo exterior, sistemas cognitivos podem criar torrentes de signos relacionados de forma causal. Como as torrentes podem antecipar estados de mundo, isso se torna uma enorme vantagem para o organismo. Antecipações podem representar opções e chances para um subsistema de tomada de decisões.

## 2.5 Seleção

O princípio da *seleção* também está intimamente ligado à forma de computação de torrentes de signos. Haverá casos em que uma decisão não será necessária porque o sistema de veto bloqueia outras opções durante o próprio fluxo dos signos; assim, não há opções a selecionar. Contudo, optou-se por separar *seleção* como um princípio à parte em virtude de não existir seleção apenas no processo de decisão; pelo contrário, o princípio da seleção se aplica tanto à entrada dos estímulos quanto aos processos de saída e respostas do sistema.

Quando organismos aplicam seleção aos estímulos de entrada, diz-se que algum mecanismo de "*atenção*" está em uso; por exemplo, por escolher observar um objeto em vez de outros, ou mesmo destacando-o do plano de fundo. O mesmo acontece quando algum processo interno é preferido, por exemplo, quando se tem um pensamento específico em vez de outros. Atenção é um mecanismo presente quando se obtém e classifica signos, quando se cria planos ou metas, e quando a entidade foca na antecipação de algum evento particular. A outra aplicação para o princípio da seleção está relacionada à escolha e execução de respostas ao meio, à geração de saídas. Esta está diretamente relacionada com mecanismos de tomada de decisão, algo parecido com a ideia de "*action selection*" proposta em [108], [109]. Muitas vezes, *atenção* depende da execução de respostas físicas para direcionar o corpo, os olhos, etc. Assim, ambos os mecanismos – *atenção* e *decisão* – estão sobre o mesmo princípio da *seleção* porque, ao final, eles formam um laço (*loop*) relacionado com selecionar algo em detrimento de muitas outras opções.

Desde a Grécia antiga os pensadores tentam explicar como tomamos decisões. Por um longo tempo este assunto foi tratado como pertencendo ao domínio da correta avaliação e julgamento preciso. Decisões foram estudadas como um subconjunto da racionalidade (concisa revisão em [110]). Na abordagem epistemológica, decisão foi relacionada ao conceito de Verdade, o qual propeliu o surgimento da disciplina da lógica formal. A lógica formal (a ciência do raciocínio) é uma capacidade humana que advém como consequência de pensamentos elaborados, criados por meio de linguagem. Não é provável que animais realizem raciocínios lógicos, pelo menos no

sentido que a Filosofia, a ciência da computação e a matemática os utilizam. Animais certamente são capazes de tomadas de decisões (revisão em [111]). Todavia, humanos e animais não nascem “entidades lógicas”. Na verdade, “afetos” (humor, emoções, etc.) alteram consideravelmente a racionalidade e as decisões (ver [112], [113]). Entidades minimamente cognitivas lidam com tomada de decisão em muito baixo nível, bem mais simples que a mais simples das construções lógicas. Mais simples até que as respostas afetivas e emocionais (positivas ou negativas), que são mecanismos que emergiram a partir do surgimento dos mamíferos (ver [114], [115], [116]).

Qual seria a mais simples forma de tomada de decisão? Com o intuito de esclarecer quando provavelmente o problema de tomada de decisão foi introduzido em organismos, uma pequena digressão se faz necessária. Voltemos ao período cambriano, que começou há aproximadamente 542 milhões de anos (*mya*). Paleontologistas encontraram fósseis de caminhos e rastros de animais (*trace fossils*) em rochas a partir do período Ediacaran (580-542 *mya*) ou até mesmo antes (~ 660 *mya*) [117], [118], [119]; apesar de que os traços fósseis do início do período cambriano sejam os mais relevantes para este texto. Durante o início da “explosão cambriana” os traços fósseis aumentaram de variedade, complexidade, e diversidade. Nesta era surgiram vários *phyla* metazoários [120], [121], [122]. Os fósseis de rastros e caminhos revelam quando os animais começaram a se mover, cavar e a se enterrarem. Devido ao tamanho e à complexidade de seus corpos, os fósseis cambrianos revelam algo que não pode ser feito por locomoção puramente ciliar. Portanto, os fósseis indicam o surgimento de músculos e controle neuromuscular [117], [119]. Além disso, na mesma época olhos e sistemas de visão foram desenvolvidos e aprimorados [35], [92], [123], [124], coincidentemente com o surgimento da *predação* carnívora. Esta conjunção de habilidades pode ter levado ao estilo de vida da *predação* guiada pela visão (*predação visual*) [123], [125], [126].

É possível inferir que organismos, imersos em ambientes onde a *predação* visual era constante, foram forçadas a encarar um problema de tomada de decisão: “*a estimativa do risco da predação contra oportunidades para adquirir energia ou acasalar*” (daqui para frente ERPxAEA).

Alguém pode arguir que *predação* existe no mundo procariótico. A literatura científica é cheia de exemplos considerando relações procarióticas de predador-presa (e.g. [127], [128], [129], [130]). Esta é outra armadilha linguística na qual “*predação*”, o conceito e o termo, podem levar a confusões. Num sentido amplo, qualquer interação entre organismos que se alimentam de outros organismos pode ser chamada *predação*. Neste trabalho, faz-se uma distinção: *predação* é usada para

denotar apenas o estilo “predação guiada por sentidos de distância” – que descreve um estilo de predação na qual o predador está distante da presa, guiado por representações de mundo. Estímulos vindos de longe do limite de seus corpos permitem ao predador identificar presas. Assim, o predador tem que se mover no sentido da presa seguindo um propósito, guiado por sentidos de distância, executando um plano ou perseguindo uma meta. É quase certo que este estilo de predação entrou em cena no período cambriano, e deve ter sido importante para a emergência dos princípios aqui descritos; ou vice-versa, os princípios podem ter guiado os animais para este estilo de predação.

Por que apenas os animais com capacidade de se guiarem por sentidos à distância? Tomemos por exemplo os organismos unicelulares. Os procariotas não possuem sistemas especializados para tratar com representações. Ao contrário, seus sistemas de entrada traduzem fenômenos externos para dados internos que geralmente são sinais químicos. Isto significa que os procariotas (e.g. bactéria, arqueia, cianobactérias), e muitos eucariotas (e.g. amebas, tripanossomos) operam no domínio dos sinais (domínio do controle – ainda que complexo); enquanto que animais mais desenvolvidos podem operar no domínio dos signos (das representações).

A partir dos períodos Ediacaran e Cambriano, talvez antes, animais desenvolveram tecidos neurais [91], [108], [131], [132]. Cnidários (celenterados - hidras, águas vivas, medusas etc.), atualmente os organismos mais simples a possuir sistemas nervosos, são os animais mais simples nos quais os movimentos são governados por um sistema neuromuscular, e também os mais simples a apresentar um comportamento alimentar ativo. Pelo conhecimento presente, não é possível dizer se cnidários possuem algum tipo de sistema neural que realiza o “*action selection*” de Prescott; dessa forma, eles não são candidatos a terem um sistema de tomada de decisão – é possível que tenham um circuito neural reativo. É plausível inferir que alguns animais, com sistemas nervosos mais complexos, transpuseram o problema ERPxAEA para circuitos neurais, uma vez que este é um dilema onipresente durante todo o tempo de vida de um animal. No passado, algum animal transpôs para os processos neurais (mais flexíveis – *weakly linked*, segundo [81]) o que poderia ser difícil implantar em suas intrincadas redes de controle metabólico.

O problema ERPxAEA pode existir em animais unicelulares? Suponha que moléculas exaladas por ambos, um predador e uma fonte de alimento, atinjam uma membrana de uma bactéria. Tais moléculas causam sinais internos na bactéria, mas o que eles revelam? Eles podem apenas revelar que a membrana foi atingida por tais moléculas. A presença das moléculas revela nada sobre “o que” as emitiu ou “onde”

está sua fonte. A incerteza sobre tais sinais é enorme. A combinação de sinais advindos de muitos canais paralelos de entrada pode resultar milhares de respostas diferentes na bactéria, mas elas ainda assim respondem depois de serem estimuladas; elas não possuem a capacidade de avaliar risco algum. Milhares de sinais atingindo uma bactéria não podem ser evitados antecipadamente, ou perseguidos como uma meta; isso porque as bactérias não possuem aparelhos adequados para obter dados e informações além das fronteiras imediatas de seus corpos. Os sinais internos de uma bactéria podem “disparar” ou “bloquear” e extinguir processos de respostas, mas elas estão longe de computar, antecipar ou decidir por qualquer ação.

Todavia, na medida em que organismos se tornaram capazes de identificar padrões a partir de dados de entrada (visão, audição, cheiro etc.), os signos puderam representar objetos externos (fonte de comida, predador, parceiro sexual etc.) e suas relações e propriedades (distância, tamanho, velocidade, etc.). Além desses, signos internos (fome, sede, impulso sexual etc.) podem impelir o organismo a uma situação que requeira tomar uma decisão. Dessa forma, vários signos devem ser postos juntos em uma torrente e serem processados a fim de compor o contexto. Portanto, por ter detectado, classificado e encadeado signos e suas relações causais, e por obter antecipações virtuais de eventos neste domínio dos signos, é possível para um organismo computar suas chances. Neste caso, é possível argumentar que animais estão realizando *a estimativa do risco da predação contra oportunidades para suprir suas necessidades*. Parece aceitável acreditar que os circuitos neurais para executar esta computação são tão velhos quanto os da visão, quanto a explosão cambriana e quanto o estilo de vida da predação guiada por sistema sensorial a distância.

Em resumo, é plausível acreditar que sistemas de tomada de decisão existam em animais “simples”. Decisão, dentro do princípio da *seleção*, não deve ser entendida como resultado de inferências ou raciocínio lógico. Ao contrário, deve ser visto como o resultado de um conjunto de operações computacionais paralelas, que anteciparam possíveis estados de mundo, e culminaram no disparo de uma resposta estereotípica. Exatamente por simularem, anteciparem ou calcularem riscos é que os organismos puderam incrementar seus processos de tomadas de decisão, selecionando a melhor forma de utilizar seus sistemas efetores; ou selecionando o melhor repertório de respostas corporificadas. A melhor forma de não precisarem sempre passar pelo mesmo processo de simulação e tomada de decisão cada vez que um problema repetitivo se apresenta, foi justamente incorporar as melhores respostas em seus corpos; assunto do próximo tópico.

## 2.6 Corporificação

O princípio *corporificação* pode ser visto mais como uma predisposição do que uma operação computacional. Considerando uma escala de tempo muito longa, organismos tendem a incorporar estruturas e processos recorrentes dentro de suas estruturas organizacionais. Nesses casos, os mecanismos envolvidos seriam os da seleção natural de Darwin. Considerando o tempo de vida dos organismos, em grande parte das espécies, especialmente mamíferos, indivíduos nascem com vários sistemas imaturos, mas com capacidade para treiná-los e adequá-los às respostas exigidas pelo meio; mecanismos descritos por Baldwin. Em ambos os casos, boa parte dos ajustes e calibrações de operações estereotípicas são corporificadas – tornam-se componentes de um repertório. Após aprendizado ou calibração, por meio de treino e experiência, tais “rotinas” ou operações passam a ser executadas autonomamente, da mesma forma que estruturas inatas e plenamente adaptadas.

Tais componentes corporificados podem ser tanto para operações de entradas quanto para saídas. Assim, organismos tendem a corporificar alguns subsistemas como parte permanente de seus corpos, algo parecido com máquinas de estados finitos (FSM, *finite state machine*) que serão utilizados durante sua existência. Vale lembrar que a porção ou o conteúdo “calibrado” das estruturas corporificadas não são transmitidas para a prole. Contudo, indivíduos que nascem com estruturas que permitem calibração podem ter vantagens que os ajudam a sobreviver e procriar; assim, este traço genético (nascer com tal estrutura) será passado para futuras gerações.

Em vários animais, agrupamentos de neurônios formam centrais de geração de padrões de disparos (CPG - *Central Pattern Generators*) que agem como FSM para produzir a maioria dos comandos motores para músculos que executam atividades rítmicas, como o batimento cardíaco, respiração, locomoção, etc. [133], [134], [135], [136], [137]. Em adição a estes, organismos desenvolveram estruturas de redes neurais capazes de detectar padrões a partir dos sistemas sensoriais, como o sistema auditivo, os olhos/retina associados ao córtex visual [92], [95], [96] ou sistema visual similar em outros animais [46], [92], [138]; além de outros sistemas de identificação de padrões.

Assim sendo, uma vez que um organismo tenha um aparelho capaz de tratar dados de entrada, este organismo tem corporificado a estrutura para lidar com tais conjuntos de dados – o que não quer dizer que o indivíduo nasça com a estrutura pronta ou que saiba organizar os dados recebidos. Assim, subsistemas para obter signos, para retenção, recuperação e para encadear signos, estão todos corporificados

– apesar de nem sempre estarem calibrados. Eles foram construídos, passo a passo, à medida que os organismos evoluíram no lento processo de seleção natural. Da mesma forma, a maioria das respostas e sequências de saídas (*respostas comportamentais*) também está corporificada. Respostas estão corporificadas tanto dentro das estruturas físicas formadas por ossos e músculos (que permite o indivíduo andar, saltar, correr, etc.; ou seja, realizar a atuação física) quanto em agrupamentos de neurônios e CPGs que geram os padrões de disparo para ativar os músculos; ou ainda dentro de córtex cerebrais e estruturas auxiliares, que refinam movimentos.

Organismos mais “simples”, como os cnidários (e.g. medusas, águas-vivas), geram seus movimentos de nado pela sincronização da rede neural em torno da cavidade de entrada, o “anel do sino”, e pela ativação da estrutura corporificada de seus músculos [139, 140]. Conforme apontado por Menzel e Giurfa (2001), em abelhas uma grande variedade de módulos de processamento de domínio específico são responsáveis por saídas estereotipadas. Em peixes e lampreias, CPGs na *notocorda* geram padrões de disparos que, aplicados à estrutura muscular suportada por ossos e/ou cartilagem, resultam em movimentos na forma de ondas da cabeça à ponta do rabo, o que impulsiona seus nados [141], [142]. Répteis incorporaram a este padrão sinusoidal, novos CPGs que geram padrões sincronizados para movimentação das pernas, resultando no movimento arquetípico das salamandras e outros répteis (ver [137], [143] para abordagem *biomimética* de robôs salamandras comandados por CPGs e redes neurais artificiais).

Neste sentido, aquilo que chamamos de resposta “instintiva” na realidade parece ser uma questão de disparar certas saídas (ou sequências de saídas) corporificadas na estrutura de um organismo. Assim, atuar por instinto parece ser uma questão de disparar certos CPGs a fim de gerar sequências de respostas estereotipadas.

Uma das metas dos sistemas cognitivos é aprender, ou incorporar habilidades. Uma característica básica dos sistemas cognitivos é registrar (permanente ou temporariamente) em sua estrutura e organização novas respostas estereotipadas, adquiridas durante o período de suas vidas. Na maioria das vezes, “aprender” significa transferir para estruturas (mais ou menos) permanentes sequências de respostas adequadas a certos contextos. Portanto, as respostas instintivas (inatas) e as respostas adquiridas (aprendidas) são ambas corporificadas, e em diferentes graus, associadas a algum tipo de estrutura informacional.

A fim de ativar e coordenar tais respostas corporificadas, sequências de padrões de disparos (comandos) são gerados, geralmente por camadas neurais superiores. O propósito das camadas superiores de neurônios é disparar CPGs e estruturas neurais corporificadas de mais baixo nível (ver [144]). CPGs são entendidos como circuitos

fixos (*hardwired*) que geram padrões de atividade neural estereotípica, embora esta visão esteja se modificando. Yuste e colaboradores [145], por exemplo, sugerem que circuitos no neocórtex evoluíram a partir de circuitos rítmicos motores e de CPGs, originalmente presentes na espinha e tronco cerebral. Essa é uma visão revolucionária que faz muito sentido quando pensamos no processamento por assembleias neurais. Há certo consenso acadêmico que neurônios formem assembleias ou coalizões para executar funções cognitivas, embora os mecanismos estejam ainda sobre investigação [105], [146].

Em resumo, treinamento e experiência resultam, na maioria das vezes, em calibração de estruturas corporificadas. Um mamífero quadrúpede aprende a caminhar pouco tempo depois de nascido – a estrutura estava pronta, faltava calibrar; e a partir de então, o ato de caminhar passa a ser parte de suas respostas estereotípicas, corporificadas. Um humano leva um tempo maior para coordenar um grupo maior de estruturas neuromusculares para conseguir se equilibrar na forma bípede; contudo, após o aprendizado, também incorpora esta resposta que passa a ser instintiva. O mesmo ocorre com alguém que aprende a tocar um instrumento musical. Assim, várias respostas são corporificadas durante o tempo de vida do indivíduo, seja em animais de alto nível cognitivo seja em animais simples – novamente, é o tipo de adaptação “*neuro-genética*” apontada por Baldwin [65]. Quanto mais “complexo” ou “evoluído” o animal mais sua estrutura neural será capaz de incorporar respostas novas em sua estrutura informacional. Nas palavras de Yuste et al. “[o neocórtex pode ser formado por] um tipo especial de CPG baseado em assembleias hebbianas específico para aprendizado e armazenagem ou recuperação de memórias (um ‘CPG aprendiz’ ou ‘CPG memória’)” [145]. Esta teoria reafirma quatro dos princípios defendidos neste ensaio: CPGs são corporificados, assembleias neurais são as formas como signos existem internamente nas redes de neurônios, são as formas como os signos são codificados e classificados; e memória resulta dos atributos da retenção, em especial alguns tipos de memórias de curto-prazo podem ser resultado de operações de assembleias neurais biestáveis, como demonstramos recentemente em [105], [106].

### 3 Relacionando os princípios

A forma como os princípios estão relacionados pode ser sucintamente descrita como se segue. O princípio *significação* está relacionado com uma operação que os sistemas cognitivos executam sobre um fluxo contínuo de dados a fim obterem representações (*signos*). O princípio da *retenção* está relacionado com a capacidade

de retenção de dados, de estados de mundo, ou *signos* por um período de tempo maior que zero. O princípio da *classificação* está relacionado com organização, codificação e priorização das representações. O princípio da *antecipação* está relacionado com as correlações causais entre signos resultando num continuum. Metaforicamente é possível comparar um encadeamento de signos aos pensamentos, uma operação fluente (contínua) de signos criando correlações causais, temporais e espaciais entre as representações; assim, o princípio da *antecipação* está relacionado com operações sobre representações a fim de antecipar eventos. Este princípio está intimamente ligado à forma de computação fluida das torrentes de assembleias. É possível dizer que as torrentes causam antecipações, cujo objetivo é apresentar alternativas ao aparelho cognitivo. Antecipações em sistemas cognitivos são conseguidas por meio de encadeamento de representações internas, as quais, rapidamente simulam eventos, ações, reações, etc. a fim de obter estados de mundo possíveis que possam ser apresentados para mecanismos de seleção.

O princípio da *seleção* está relacionado com operações de escolha de entradas e saídas, e conseqüentemente, com descarte de inúmeras possibilidades concorrentes. Quando o princípio da seleção se aplica a entradas ou a certos processos, diz-se que organismos estão utilizando mecanismos de *atenção*; enquanto que, quando selecionam um conjunto de saídas, diz-se que estão fazendo uso de mecanismos de *decisão*. O princípio da seleção, geralmente, está ligado a contextos e aos outros princípios, ou ainda a alguns tipos de processos de avaliação.

O princípio, ou a característica da *corporificação* está relacionado à tendência de incorporar (*to embody, to represent in bodily or material form*) as operações, que passam a ser feitas por subestruturas fixas (*hardwired*) do corpo; ou seja, que fazem parte da estrutura e organização que estão incorporadas ao organismo. Algumas respostas ou sequências de respostas são constantemente utilizadas e é importante ter um conjunto de saídas predefinidas, corporificadas, como máquinas de estados finitos (FSM) ou algo parecido, a fim de executar ou gerar saídas automáticas. Outro exemplo pode ser os sistemas de entradas e de detecção de padrões que possuem estruturas corporificadas para executar as detecções de representações (signos).

#### 4 Organismos com comportamentos minimamente cognitivos

A *Vida* surgiu na terra há mais ou menos 3,5 bilhões de anos e permaneceu unicelular até aproximadamente 600 milhões de anos. Em organismos unicelulares matéria e energia transpondo a membrana celular são ambos, *dados* e *componentes* do metabolismo das células. Organismos unicelulares transformam fenômenos

externos em sinais internos, e estes sinais existem dentro dos organismos unicelulares por meio das mesmas substâncias usadas pelas células para manter seus processos metabólicos (e.g. moléculas, fluxos iônicos, marcadores, etc.). Isto significa que, nestes organismos, um subsistema para processar informações experimentais interferências advindas de vários processos metabólicos paralelos. Neste trabalho, classificamos organismos unicelulares como pertencentes ao (ou operantes no) domínio dos sinais. Seus processos operacionais, mecanismos de sinalização, realimentação, etc. podem ser explicados por meio da Teoria do Controle, ou talvez por meio de novas ferramentas matemáticas (ver [49], [147], [148], [149], [150]). Animais unicelulares podem ser vistos como sistemas de controle complexos, nos quais a “coisa controlada” (a *planta*, em termos de controle) é constituída dos mesmos componentes que o próprio sistema de controle; ou seja, controle e planta são feitos de componentes da mesma natureza. Porém, tais organismos operam no domínio do *controle*, reagindo a sinais e estímulos de entrada.

Por volta do período pré-cambriano organismos multicelulares (metazoários) desenvolveram novas células e tecidos, entre eles os neurais e musculares [122], [151], [152]. Isso permitiu que desenvolvessem estruturas capazes de lidar exclusivamente com dados, (até certo nível) desacoplado do processo metabólico que ocorre em cada célula e no indivíduo como um todo [62], [81], [153]. Tais estruturas evoluíram e apresentam ainda hoje algumas características, algumas propriedades, algumas particularidades operacionais às quais demos o nome de cognição.

Seremos capazes de decidir quais são estas características? Em termos puramente filosóficos este pode parecer um esforço desnecessário, pois parece não fazer sentido apenas definir: “cognição é isso” ou “cognição se limita a isto ou aquilo”. Sempre haverá alguém defendendo o livre uso do termo em várias áreas do conhecimento. Porém, por razões pragmáticas, em ciência da computação, engenharia, biologia, ou em outros ramos do conhecimento, talvez essa empreitada seja útil.

O mundo biológico está cheio de organismos que apresentam combinações parciais dos princípios propostos acima. Dessa forma, é difícil definir limites precisos para classificar os organismos como não cognitivos, parcial ou plenamente cognitivos. Os *princípios* (seus graus de interação e suas combinações parciais ou integrais) permitem a criação de um amplo espectro de organizações estruturais, algumas perto de sistemas de controle sofisticados, outras perto de serem sistemas representativos complexos. Transições do domínio do tratamento dos sinais (do controle) para o domínio dos signos (da representação) é central no *framework* descrito neste trabalho. A conjunção dos seis princípios em um espécime (ou uma espécie) é que

propomos ser uma estrutura que ultrapassa o *limiar cognitivo*; ou seja, que é minimamente cognitiva.

Tal conjunção pode ser encontrada em animais tão “simples” quanto os artrópodes, moluscos, quem sabe até em animais ainda mais simples. Os *princípios* podem explicar como operações com signos transformaram os organismos de responsivos em cognitivos. Não se expressa neste texto a intenção de propor uma teoria, apenas um arcabouço (*framework*) que requer e é aberto a futuras discussões. Esta é uma tentativa de compreender quais componentes e quais operações computacionais poderiam descrever o que chamamos “cognição”.

Por meio de uma discussão cuidadosa e melhoramentos que possam ser introduzido ao conjunto e idéias apresentadas neste texto, será possível sugerir, simular, e provavelmente entender as estruturas que levaram organismos à cognição, algo que poderíamos denominar “correlato neural da cognição” (*neural correlate of cognition* - NCCog), a exemplo do que propuseram Crick e Koch no campo da consciência [154]; além promover embasamento para criação de máquinas e personagens virtuais com comportamento mais próximo do que entendemos como cognitivo. Até onde este trabalho pode ser aprofundado em comportamento animal, parece que os candidatos mais sérios a representarem as criaturas com comportamentos minimamente cognitivos são os insetos, uma vez que o conjunto dos atributos (dos *princípios*) pode ser encontrado neles.

## Agradecimentos

O autor agradece Cacilda Vilela de Lima por importantes contribuições, e a Winfred Nöth por valiosas sugestões sobre o texto e sobre o título. Agradece ainda aos colegas do grupo *Cognitio* da Escola Politécnica da USP por incontáveis e frutíferos debates: Marcio L. Netto, J. C. Piqueira, João Kogler Jr., Walter Lima, Daniel Paiva, Júlio Monteiro, Fabius Leineweber, Osvaldo Guimarães, Cesar Miguel, Marcos Cavalhieri, Flávio Yamamoto, Reginaldo I. Filho, Luciene Rinaldi, Ana Contier; e em memória de Henrique Del Nero.

*Correspondência:* jranhel (at) ieee.org

## Referências

- [1] DARWIN, C. The formation of vegetable mould through the action of worms with some observations on their habits. London, UK: John Murray, 1881.
- [2] CRIST, E. The inner life of earthworms: Darwin's argument and its implications. In: BEKOFF, M.; ALLEN, C.; BURGHARDT, G. M. (Ed.). *The Cognitive Animal: Empirical and Theoretical Perspectives on Animal Cognition*. Cambridge: MA: MIT Press, 2002, (Bradford Book). p. 3–8.
- [3] BROWN, G. et al. With Darwin, earthworms turn intelligent and become human friends. *Pedobiologia*, v. 47, p. 924–933, 2004.
- [4] MENZEL, R.; GIURFA, M. Cognitive architecture of a mini-brain: the honeybee. *Trends in Cognitive Sciences*, v. 5, n. 2, p. 62–71, 2001.
- [5] GREENSPAN, R. J.; SWINDEREN, B. van. Cognitive consonance: complex brain functions in the fruit fly and its relatives. *Trends in Neurosciences*, v. 27, n. 12, p. 707–711, 2004.
- [6] MENZEL, R. et al. Honey bees navigate according to a map-like spatial memory. *Proceedings of the National Academy of Science*, v. 102, n. 8, p. 3040–3045, 2005.
- [7] MENZEL, R. et al. Two spatial memories for honeybee navigation. *Proc. Royal Society London Biological Sciences*, v. 267, p. 961–968, 2000.
- [8] MENZEL, R. Searching for the memory trace in a mini-brain, the honeybee. *Learning & Memory*, v. 8, n. 2, p. 53–62, 2001.
- [9] MENZEL, R.; MÜLLER, U. Learning and memory in honeybees: from behavior to neural substrates. *Annual Review of Neuroscience*, v. 19, n. 1, p. 379–404, 1996.
- [10] FABER, T.; JOERGES, J.; MENZEL, R. Associative learning modifies neural representations of odors in the insect brain. *Nature Neuroscience*, v. 2, p. 74–78, 1999.
- [11] STACH, S.; BENARD, J.; GIURFA, M. Local-feature assembling in visual pattern recognition and generalization in honeybees. *Nature*, v. 429, p. 758–761, 2004.
- [12] BENARD, J.; STACH, S.; GIURFA, M. Categorization of visual stimuli in the honeybee *Apis mellifera*. *Animal Cognition*, v. 9, n. 4, p. 257–270, 2006.
- [13] ESCH, H. E. et al. Honeybee dances communicate distances measured by optic flow. *Nature*, v. 411, p. 581–583, 2001.
- [14] DYER, F. C. The biology of the dance language. *Annual Review of Entomology*, v. 47, n. 1, p. 917–949, 2002.

- [15] MARCO, R. D.; MENZEL, R. Encoding spatial information in the waggle dance. *J. Exp. Biol.*, v. 208, n. 20, p. 3885–3894, 2005.
- [16] LEADBEATER, E.; CHITTKA, L. Social learning in insects - from miniature brains to consensus building. *Current Biology*, v. 17, n. 16, p. 703–713, 2007.
- [17] SRINIVASAN, M. V. et al. Honeybee navigation: nature and calibration of the 'odometer'. *Science*, v. 287, n. 5454, p. 851–853, 2000.
- [18] RILEY, J. et al. The flight paths of honeybees recruited by the waggle dance. *Nat.*, v. 435, p. 205–207, 2005.
- [19] GIURFA, M. et al. The concepts of 'sameness' and 'difference' in an insect. *Nat.*, v. 410, p. 930–933, 2001.
- [20] GIURFA, M. Cognitive neuroethology: dissecting non-elemental learning in a honeybee brain. *Current Opinion in Neurobiology*, v. 13, n. 6, p. 726–735, 2003.
- [21] HORRIDGE, A. Generalization in visual recognition by the honeybee (*Apis mellifera*): a review and explanation. *Journal of Insect Physiology*, v. 55, n. 6, p. 499–511, 2009.
- [22] HORRIDGE, A. What the honeybee sees: a review of the recognition system of *Apis mellifera*. *Physiological Entomology*, v. 30, n. 1, p. 2–13, 2005.
- [23] FRANKS, N. R.; RICHARDSON, T. Teaching in tandem-running ants. *Nature*, v. 439, n. 7073, p. 153, 2006.
- [24] LEADBEATER, E.; RAINE, N. E.; CHITTKA, L. Social learning: ants and the meaning of teaching. *Current Biology*, v. 16, n. 9, p. 323–325, 2006.
- [25] COLLETT, T. S.; LEHRER, M. Looking and learning: a spatial pattern in the orientation flight of the wasp *Vespula vulgaris*. *Proc. R. Soc. Lond. Biological Sciences*, v. 252, n. 1334, p. 129–134, 1993.
- [26] ZEIL, J.; KELBER, A.; VOSS, R. Structure and function of learning flights in ground-nesting bees and wasps. *Journal of Experimental Biology*, v. 199, n. 1, p. 245–252, 1996.
- [27] LIBERSAT, F.; DELAGO, A.; GAL, R. Manipulation of host behavior by parasitic insects and insect parasites. *Annual Review of Entomology*, v. 54, n. 1, p. 189–207, 2009.
- [28] HASPEL, G. et al. Parasitoid wasp affects metabolism of cockroach host to favor food preservation for its offspring. *Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*, v. 191, n. 6, p. 529–534, 2005.
- [29] GAL, R.; ROSENBERG, L. A.; LIBERSAT, F. Parasitoid wasp uses a venom cocktail injected into the brain to manipulate the behavior and metabolism of its cockroach prey. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, v. 60, n. 4, p. 198–208, 2005.

- [30] HASPEL, G.; ROSENBERG, L. A.; LIBERSAT, F. Direct injection of venom by a predatory wasp into cockroach brain. *Journal of Neurobiology*, v. 56, n. 3, p. 287–292, 2003.
- [31] TARSITANO, M. S.; ANDREW, R. Scanning and route selection in the jumping spider *Portia labiata*. *Animal Behaviour*, v. 58, n. 2, p. 255–265, 1999.
- [32] TARSITANO, M. S.; JACKSON, R. R. Araneophagic jumping spiders discriminate between detour routes that do and do not lead to prey. *Animal Behaviour*, v. 53, p. 257–266, 1997.
- [33] WILCOX, S.; JACKSON, R. Jumping spider tricksters: deceit, predation, and cognition. In: BEKOFF, M.; ALLEN, C.; BURGARDT, G. M. (Ed.). *The Cognitive Animal: Empirical and Theoretical Perspectives on Animal Cognition*. Cambridge: MA: MIT Press, 2002, (Bradford Book). p. 27–33.
- [34] HARLAND, D. P.; JACKSON, R. R. ‘Eight-legged cats’ and how they see - a review of recent research on jumping spiders (Araneae: Salticidae). *Cimbebasia*, v. 16, p. 231–240, 2000.
- [35] LAND, M. F.; NILSSON, D.-E. *Animal Eyes*. New York: Oxford University Press, 2002.
- [36] JACKSON, R. R.; LI, D. One-encounter search-image formation by araneophagic spiders. *Animal Cognition*, v. 7, p. 247–254, 2004.
- [37] DAVIS, R. L. Olfactory memory formation in *Drosophila*: from molecular to systems neuroscience. *Annual Review of Neuroscience*, v. 28, n. 1, p. 275–302, 2005.
- [38] TULLY, T.; QUINN, W. G. Classical conditioning and retention in normal and mutant *Drosophila melanogaster*. *Journal of Comparative Physiology A*, v. 157, n. 2, p. 263–277, 1985.
- [39] LIU, L. et al. Context generalization in *Drosophila* visual learning requires the mushroom bodies. *Nature*, v. 400, n. 6746, p. 753–756, 1999.
- [40] WADDELL, S.; G., Q. W. What can we teach *Drosophila*? What can they teach us? *Trends in Genetics*, v. 17, p. 719–726, 2001.
- [41] GUO, J.; GUO, A. Crossmodal interactions between olfactory and visual learning in *Drosophila*. *Science*, v. 309, n. 5732, p. 307–310, 2005.
- [42] YU, D.; PONOMAREV, A.; DAVIS, R. L. Altered representation of the spatial code for odors after olfactory classical conditioning: Memory trace formation by synaptic recruitment. *Neuron*, v. 42, n. 3, p. 437–449, 2004.
- [43] BREMBS, B.; HEISENBERG, M. Conditioning with compound stimuli in *Drosophila melanogaster* in the flight simulator. *The Journal of Experimental Biology*, v. 204, n. 16, p. 2849–2859, 2001.
- [44] SWINDEREN, B. van; GREENSPAN, R. J. Salience modulates 20–30 Hz brain activity in *Drosophila*. *Nature Neuroscience*, v. 6, p. 579–586, 2003.

- [45] SWINDEREN, B. van; FLORES, K. A. Attention-like processes underlying optomotor performance in a *Drosophila* choice maze. *Developmental Neurobiology*, v. 67, n. 2, p. 129–145, 2007.
- [46] WILLIAMSON, R.; CHRACHRI, A. Cephalopod neural networks. *Neurosignals*, v. 13, n. 1, p. 87–98, 2004.
- [47] ALVES, C.; BOAL, J.; DICKEL, L. Short-distance navigation in cephalopods: a review and synthesis. *Cognitive Processing*, v. 9, n. 4, p. 239–247, 2008.
- [48] MATHER, J. A. Cephalopod consciousness: behavioural evidence. *Consciousness and Cognition*, v. 17, n. 1, p. 37–48, 2008.
- [49] MÜLLER, B. S.; PRIMIO, F. di; LENGELER, J. W. Contributions of minimal cognition to flexibility. In: CALLAOS, N.; BADAWEY, W.; BOZINOVSKI, S. (Ed.). *SCI 2001 Proc. of the 5th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics. (Industrial Systems: Part II, v. 15)*, p. 93–98.
- [50] BEN-JACOB, E. et al. Bacterial linguistic communication and social intelligence. *Trends in Microbiology*, v. 12, n. 8, p. 366–372, 2004.
- [51] DUIJN, M. van; KEIJZER, F.; FRANKEN, D. Principles of minimal cognition: Casting cognition as sensorimotor coordination. *Adaptive Behavior*, v. 14, n. 2, p. 157–170, 2006.
- [52] SHAPIRO, J. Bacteria are small but not stupid: cognition, natural genetic engineering and socio-bacteriology. *Studies in Hist. and Phil. of Science: Biological and Biomedical Sciences*, v. 38, n. 4, p. 807–819, 2007.
- [53] BEN-JACOB, E. Learning from bacteria about natural information processing. *Annals of the New York Academy of Sciences*, v. 1178, p. 78–90, 2009.
- [54] GARZÓN, P. C.; KEIJZER, F. Cognition in plants. In: BALUŠKA, F. (Ed.). *Plant–environment interactions: Behavioral perspective*. Elsevier, 2009. p. 247–266.
- [55] BALUŠKA, F.; MANCUSO, S. Plant neurobiology: from sensory biology, via plant communication, to social plant behavior. *Cognitive Processing*, v. 10, n. 1, p. 3–7, 2009.
- [56] GARZÓN, F. C. The quest for cognition in plant neurobiology. *Plant Signaling & Behavior*, v. 2, n. 4, p. 208–211, 2007.
- [57] MATURANA, H. R. Autopoiesis, structural coupling and cognition: a history of these and other notions in the biology of cognition. *Cybernetics & Human Knowing*, v. 9, p. 5–34, 2002.
- [58] VARELA, F. J. Autopoiesis and a biology of intentionality. In: MCMULLIN, B.; MURPHY, N. (Ed.). *Proceedings of the Workshop Autopoiesis and Perception*. [S.l.]: Dublin City University Press, 1992.
- [59] BOURGINE, P.; STEWART, J. Autopoiesis and cognition. *Artificial Life*, v. 10, n. 3, p. 327–345, 2004.

- [60] BITBOL, M.; LUISI, P. L. Autopoiesis with or without cognition: defining life at its edge. *Journal of The Royal Society Interface*, v. 1, n. 1, p. 99–107, 2004.
- [61] BEER, R. D. Autopoiesis and cognition in the game of life. *Artificial Life*, v. 10, n. 3, p. 309–326, 2004.
- [62] MORENO, A.; UMEREZ, J.; NEZ, J. I. Cognition and life: the autonomy of cognition. *Brain and Cognition*, v. 34, n. 1, p. 107–129, 1997.
- [63] DARWIN, C. *The Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. 6th Edition, with additions and corrections to 1872. London: John Murray, 1859.
- [64] DAWKINS, R. *The Blind Watchmaker: why the Evidence of Evolution Reveals a Universe without Design*. New York, NY: W.W. Norton & Co., 1996.
- [65] BALDWIN, J. M. A new factor in evolution. *The American Naturalist*, The University of Chicago Press for The American Society of Naturalists, v. 30, n. 354, p. 441–451, 1896.
- [66] MORGAN, C. L. On modification and variation. *Science*, v. 4, n. 99, p. 733–740, 1896.
- [67] OSBORN, H. F. Ontogenic and phylogenic variations. *Science*, v. 4, n. 100, p. 786–789, 1896.
- [68] TURNEY, P. D. Myths and legends of the Baldwin effect. *NPArc / Proc. 13th Int. Conf. Machine Learning (ICML-96)*, 1996, v. 1, p. 135–142, 1996.
- [69] KOCH, C. *Biophysics of Computation: Information Processing in Single Neurons*. New York, NY: Oxford University Press, 1999.
- [70] OGATA, K. *Engenharia de Controle Moderno*. 4a. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2003.
- [71] CRUSE, H. *Neural Networks as Cybernetic Systems*. 3rd and revised edition. Bielefeld, Germany: Brains, Minds & Media, 2009. ISSN 1861-1680.
- [72] NÖTH, W. *Handbook of Semiotics: Advances in Semiotics*. Bloomington, IN: Indiana University Press, 1990.
- [73] SLOCUM, A. C. et al. Further experiments in the evolution of minimally cognitive behavior: From perceiving affordances to selective attention. In: MEYER, J. e. a. (Ed.). *From Animals to Animats 6 (Proc. 6th Int. Conf. Simulation Adapt. Behav.)*. Cambridge, MA: MIT Press, 2000. p. 430–439.
- [74] BEER, R. D. Toward the evolution of dynamical neural networks for minimally cognitive behavior. In: P., M. et al. (Ed.). *From animals to animats 4*. Cambridge, MA: MIT Press, 1996. p. 421–429.
- [75] BEER, R. D. The dynamics of active categorical perception in an evolved model agent. *Adaptive Behavior*, v. 11, n. 4, p. 209–243, 2003.

- [76] KEIJZER, F. Making decisions does not suffice for minimal cognition. *Adaptive Behavior*, v. 11, n. 4, p. 266–269, 2003.
- [77] BARANDIARAN, X.; MORENO, A. On what makes certain dynamical systems cognitive: A minimally cognitive organization program. *Adaptive Behavior - Animals, Animats, Software Agents, Robots, Adaptive Systems*, v. 14, n. 2, p. 171–185, 2006.
- [78] GODFREY-SMITH, P. Environmental complexity, signal detection, and the evolution of cognition. In: BEKOFF, M.; ALLEN, C.; BURGARDT, G. M. (Ed.). *The Cognitive Animal: Empirical and Theoretical Perspectives on Animal Cognition*. Cambridge, MA: MIT Press, 2002, p. 135–141.
- [79] LYON, P. The biogenic approach to cognition. *Cognitive Processing*, v. 7, n. 1, p. 11–29, 2006.
- [80] PREMACK, D. Human and animal cognition: continuity and discontinuity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 104, n. 35, p. 13861–13867, 2007.
- [81] KIRSCHNER, M.; GERHART, J. Evolvability. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 95, n. 15, p. 8420–8427, 1998.
- [82] BARANDIARAN, X. Mental life: conceptual models and synthetic methodologies for a post cognitivist psychology. In: WALLACE, B. et al. (Ed.). *The Mind, the Body and the World: Psychology After Cognitivism?* Charlottesville, VA: Imprint Academic, 2007. p. 49–90.
- [83] SHANNON, C. A mathematical theory of communication. *Bell System Tech. Journal*, v. 27, p. 379–423, 1948.
- [84] DRETSKE, F. I. *Knowledge and the Flow of Information*. Cambridge, MA: MIT Press, 1981.
- [85] LOMBARDI, O. What is information? *Foundations of Science*, v. 9, n. 2, p. 105–134, 2004.
- [86] BATES, M. J. Information and knowledge: an evolutionary framework for information science. *Information Research*, v. 10, n. 4, p. 239, 2005. ISSN 13681613.
- [87] BATES, M. J. Fundamental forms of information: research articles. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 57, n. 8, p. 1033–1045, 2006.
- [88] DAVENPORT, T. H.; PRUSAK, L. *Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know*. Boston, MA: Harvard Business School Press, 1998.
- [89] ROWLEY, J. The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy. *Journal of Information Science*, v. 33, n. 2, p. 163–180, 2007.

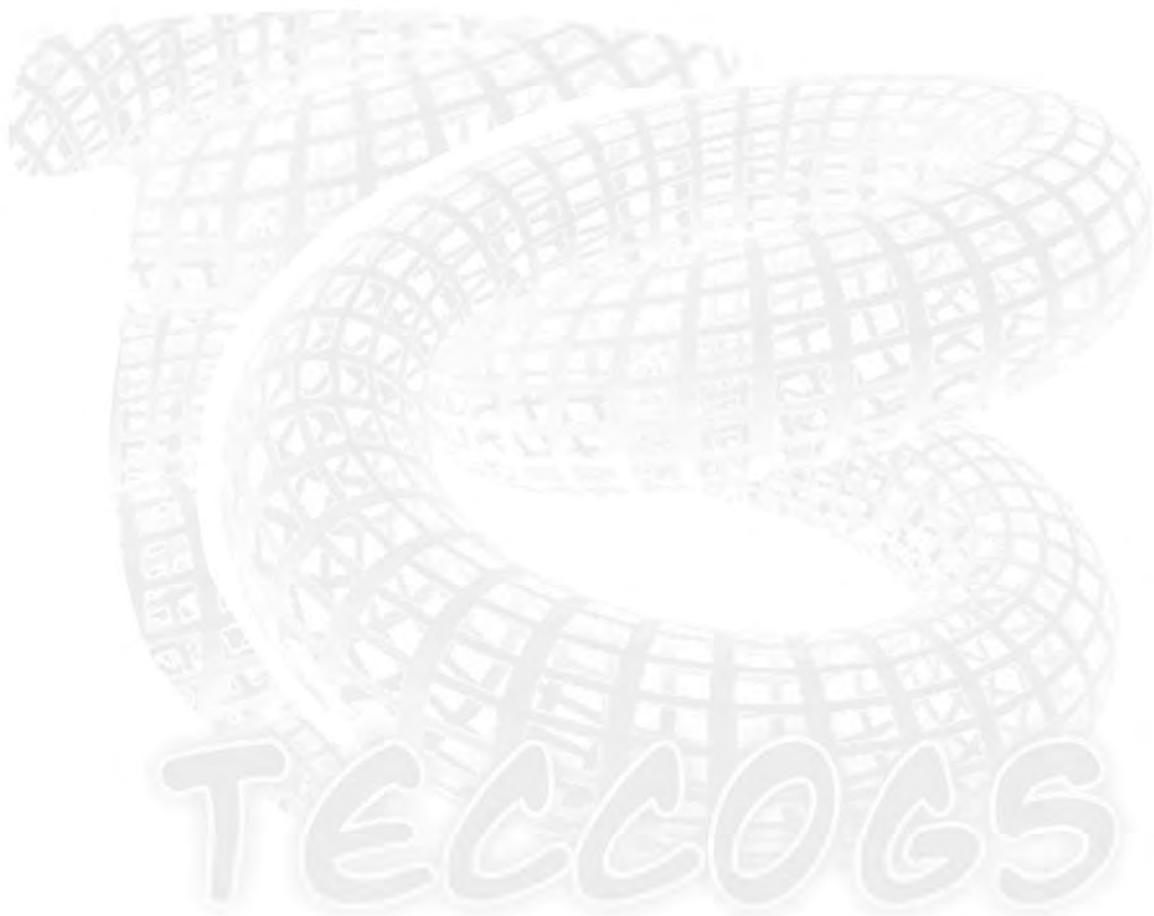
- [90] SONTAG, E. D. Molecular systems biology and control. *European Journal of Control*, v. 11, n. 4–5, p. 396–435, 2005.
- [91] SCHMIDT-RHAESA, A. *The Evolution of Organ Systems*. : Oxford University Press, 2007.
- [92] SMITH, C. U. M. *Biology of Sensory Systems*. West Sussex - England: John Wiley & Sons, 2000.
- [93] SANTAELLA, L. *A Teoria Geral dos Signos: Como as Linguagens Significam as Coisas*. São Paulo: Cengage Learning, 2000.
- [94] SHORT, T. L. *Peirce's Theory of Signs*. New York, NY: Cambridge University Press, 2009.
- [95] BEAR, M. F.; CONNORS, B. W.; PARADISO, M. A. *Neuroscience: Exploring the Brain*. 3rd ed. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins, 2007.
- [96] KANDEL, E. R.; SCHWARTZ, J. H.; JESSEL, T. M. *Principles of Neural Science*. 4th ed. USA: McGrall-Hill Health Professions Division, 2000.
- [97] NÖTH, W. Semiotic machines. *Cybernetics & Human Knowing*, v. 9, p. 5–21, 2002.
- [98] MARTINEZ-CONDE, S.; MACKNIK, S. L.; HUBEL, D. H. The role of fixational eye movements in visual perception. *Nature Review Neuroscience*, v. 5, n. 3, p. 229–240, 2004.
- [99] NÖTH, W. Representation in semiotics and in computer science. *Semiotica*, v. 115, n. 3–4, p. 203–214, 1997.
- [100] MARR, D. *Vision: a Computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information*. San Francisco, CA: W. H. Freeman, 1982.
- [101] THEODORIDIS, S.; KOUTROUMBAS, K. *Pattern Recognition*. Burlington, MA: Academic Press, 2009.
- [102] SCHACTER, D. L.; BUCKNER, R. L. Priming and the brain. *Neuron*, v. 20, n. 2, p. 185–195, 1998.
- [103] MOSCOVITCH, M. Theories of memory and consciousness. In: TULVING, E.; CRAIK, F. I. M. (Ed.). *The Oxford Handbook of Memory*. New York, NY: Oxford University Press, 2000. p. 609–525.
- [104] TULVING, E. Episodic memory: From mind to brain. *Annual Review of Psychology*, v. 53, n. 1, p. 1–25, 2002.
- [105] RANHEL, J. a. *Computação por assembléias neurais em redes neurais pulsadas*. Tese (Doutorado em Ciências) — Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Depto. Eng. Eletrônica, dez 2011.

- [106] RANHEL, J. et al. Bistable memory and binary counters in spiking neural network. In: PRESS, I. (Ed.). In 2011 IEEE Symposium on Foundations of Computational Intelligence. FOCI 2011 Proceedings, v. 1, p. 66–73.
- [107] RANHEL, J.; NETTO, M. L. Computing with spiking neural assemblies. IEEE Trans on Systems, Man, and Cybernetics-Part B: Cybernetics, v. 1, n. 1, p. 1–7, 2011.
- [108] PRESCOTT, T. J. Forced moves or good tricks in design space? Landmarks in the evolution of neural mechanisms for action selection. Adaptive Behavior, v. 15, n. 1, p. 9–31, 2007.
- [109] PRESCOTT, T. J.; BRYSON, J. J.; SETH, A. K. Introduction. modelling natural action selection. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, v. 362, n. 1485, p. 1521–1529, 2007.
- [110] SOUSA, R. de. Rationality. In: SANDER, D.; SCHERER, K. (Ed.). Oxford Companion to Emotion and the Affective Sciences. New York, NY: Oxford University Press, 2009. p. 329.
- [111] WATANABE, S.; HUBER, L. Animal logics: decisions in the absence of human language. Animal Cognition, v. 9, n. 4, p. 235–245, 2006.
- [112] LOEWENSTEIN, G.; LERNER, J. S. The role of affect in decision making. In: DAVIDSON, R.; SCHERER, K.; GOLDSMITH, H. (Ed.). Handbook of Affective Sciences. NY: Oxford Univ. Press, 2003. p. 619–642.
- [113] HAN, S.; LERNER, J. S. Decision making. In: SANDER, D.; SCHERER, K. (Ed.). Oxford Companion to Emotion and the Affective Sciences. New York, NY: Oxford University Press, 2009. p. 111–113.
- [114] LEDOUX, J. E. Emotion circuits in the brain. Annual Review of Neuroscience, v. 23, n. 1, p. 155–184, 2000.
- [115] LEWIS, M. D. Bridging emotion theory and neurobiology through dynamic systems modeling. Behavioral and Brain Sciences, v. 28, n. 02, p. 169–194, 2005.
- [116] PANKSEPP, J. Affective consciousness: core emotional feelings in animals and humans. Consciousness and Cognition, v. 14, n. 1, p. 30–80, 2005.
- [117] FEDONKIN, M. A. et al. The Rise of Animals: Evolution and Diversification of the Kingdom Animalia. Baltimore, MD: John Hopkins Univ. Press, 2007.
- [118] MARSHALL, C. R. Explaining the Cambrian ‘explosion’ of animals. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, v. 34, p. 355–384, 2006.
- [119] VALENTINE, J. W. Prelude to the Cambrian explosion. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, v. 30, p. 285–306, 2002.
- [120] NARBONNE, G. M. The Ediacara biota: Neoproterozoic origin of animals and their ecosystems. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, v. 33, p. 421–442, 2005.

- [121] SEILACHER, A.; BUATOIS, L. A.; MÁNGANO, M. G. Trace fossils in the Ediacaran-Cambrian transition: behavioral diversification, ecological turnover and environmental shift. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 227, n. 4, p. 323–356, 2005.
- [122] KNOLL, A. H.; CARROLL, S. B. Early animal evolution: Emerging views from comparative biology and geology. *Science*, v. 284, n. 5423, p. 2129–2137, 1999.
- [123] FERNALD, R. D. Evolution of eyes. *Current Opinion in Neurobiology*, v. 10, n. 4, p. 444–450, 2000.
- [124] LAND, M. F.; FERNALD, R. D. The evolution of eyes. *Annual Review of Neuroscience*, v. 15, p. 1–29, 1992.
- [125] PARKER, A. R. Colour in Burgess shale animals and the effect of light on evolution in the Cambrian. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, v. 265, n. 1400, p. 967–972, 1998.
- [126] PARKER, A. In *The Blink Of An Eye: How Vision Sparked The Big Bang Of Evolution*. New York, NY: Basic Books, 2004..
- [127] MARTIN, M. O. Predatory prokaryotes: an emerging research opportunity. *Journal of molecular microbiology and Biotechnology*, v. 4, n. 5, p. 467–477, 2002.
- [128] PERNTHALER, J. Predation on prokaryotes in the water column and its ecological implications. *Nature Reviews Microbiology*, v. 3, n. 7, p. 537–546, 2005.
- [129] SHERR, E.; SHERR, B. Significance of predation by protists in aquatic microbial food webs. *Antonie van Leeuwenhoek*, v. 81, n. 1, p. 293–308, 2002.
- [130] SOCKETT, R. E. Predatory lifestyle of *Bdellovibrio bacteriovorus*. *Annual Review of Microbiology*, v. 63, n. 1, p. 523–539, 2009.
- [131] MOROZ, L. L. On the independent origins of complex brains and neurons. *Brain, Behavior and Evolution*, v. 74, n. 3, p. 177–190, 2009.
- [132] MILJKOVIC-LICINA, M.; GAUCHAT, D.; GALLIOT, B. Neuronal evolution: analysis of regulatory genes in a first-evolved nervous system, the hydra nervous system. *Biosystems*, v. 76, n. 1–3, p. 75–87, 2004.
- [133] BÜSCHGES, A. et al. Organizing network action for locomotion: insights from studying insect walking. *Brain Research Reviews*, v. 57, n. 1, p. 162–171, 2008.
- [134] RABINOVICH, M. I. et al. Dynamical principles in neuroscience. *Reviews of Modern Physics*, v. 78, n. 4, p. 1213–1265, 2006.
- [135] KIEHN, O. Locomotor circuits in the mammalian spinal cord. *Annual Review of Neuroscience*, v. 29, n. 1, p. 279–306, 2006.
- [136] DIETZ, V. Spinal cord pattern generators for locomotion. *Clinical Neurophysiology*, v. 114, n. 8, p. 1379–1389, 2003.

- [137] IJSPEERT, A. J. A connectionist central pattern generator for the aquatic and terrestrial gaits of a simulated salamander. *Biological Cybernetics*, v. 84, n. 5, p. 331–348, 2001.
- [138] YOUNG, J. Z. The optic lobes of *Octopus vulgaris*. *Phil Trans of the Royal Society of London: Biological Sciences*, v. 245, n. 718, p. 19–58, 1962.
- [139] GARM, A.; BIELECKI, J. Swim pacemakers in box jellyfish are modulated by the visual input. *Journal of Comparative Physiology A*: v. 194, n. 7, p. 641–651, 2008.
- [140] GARM, A. et al. The ring nerve of the box jellyfish *Tripedalia cystophora*. *Cell and Tissue Research*, v. 329, n. 1, p. 147–157, 2007.
- [141] GRILLNER, S. The motor infrastructure: from ion channels to neuronal networks. *Nature Review Neurosciences*, v. 4, n. 7, p. 573–586, 2003.
- [142] PEARSON, K. G. Common principles of motor control in vertebrates and invertebrates. *Annual Review of Neuroscience*, v. 16, n. 1, p. 265–297, 1993.
- [143] IJSPEERT, A. J. et al. From swimming to walking with a salamander robot driven by a spinal cord model. *Science*, v. 315, n. 5817, p. 1416–1420, 2007.
- [144] GRILLNER, S. Biological pattern generation: the cellular and computational logic of networks in motion. *Neuron*, v. 52, n. 5, p. 751–766, 2006.
- [145] YUSTE, R. et al. The cortex as a central pattern generator. *Nat Rev Neurosci*, v. 6, n. 6, p. 477–483, 2005.
- [146] PAUGAM-MOISY, H.; BOHTE, S. Computing with spiking neuron networks. In: ROZENBERG, G.; BÄCK, T.; KOK, J. N. (Ed.). *Handbook of Natural Computing*. 1st Edition. Heidelberg, Germany: Springer 2010. v. 1.
- [147] SONTAG, E. D. Molecular systems biology and control: A qualitative-quantitative approach. In: IEEE, C.-E. . (Ed.). *CDC-ECC '05. 44th IEEE Conference on Control*. IEEE, 2005. p. 2314–2319.
- [148] SONTAG, E. D. Some new directions in control theory inspired by systems biology. *Systems Biology, IEEE Proceedings*, v. 1, n. 1, p. 9–18, June 2004.
- [149] BORNHOLDT, S. Systems biology: less is more in modeling large genetic networks. *Science*, v. 310, n. 5747, p. 449–451, 2005.
- [150] KLAMT, S.; SAEZ-RODRIGUEZ, J.; GILLES, E. Structural and functional analysis of cellular networks with cellnetanalyzer. *BMC Systems Biology*, v. 1, n. 1, p. 1–13, 2007.
- [151] VICKERS-RICH, P. Body plans, strange and familiar, and the enigma of 542. In: FEDONKIN, M. A. et al. (Ed.). *The Rise of Animals: Evolution and Diversification of the Kingdom Animalia*. Baltimore, MA: John Hopkins Univ. Press, 2007. p. 235–256.

- [152] VALENTINE, J. W. On the Origen of Phyla. Chicago - : The Univ. of Chicago Press, 2006.
- [153] JEONG, H. et al. The large-scale organization of metabolic networks. Nature, v. 407, n. 6804, p. 651–654, 2000.
- [154] CRICK, F.; KOCH, C. A framework for consciousness. Nature Neuroscience, v. 6, n. 2, p. 119–126, 2003.



## ASPECTOS COGNITIVOS NA TEORIA GERATIVA DA MÚSICA TONAL

Lucas Meneguette<sup>1</sup>

### Resumo

O artigo procura analisar a Teoria Gerativa da Música Tonal (GTTM), proposta por Lerdahl & Jackendoff (1996), com o objetivo de identificar aspectos que estejam relacionados ao contexto da ciência cognitiva – tais quais cognição, computação, representação, imagens mentais e percepção.

### Palavras-chave

Teoria musical. Linguística gerativa. Gestalt. Cognição. Percepção.



1 Lucas Meneguette é Doutorando em Tecnologias da Inteligência e Design Digital pela PUC-SP, com a pesquisa *Situações sonoras: fenomenologia, paisagens e design adaptativo*. Orientador: Prof. Dr. Sergio Roclaw Basbaum. Contato: [lucasmenguette@gmail.com](mailto:lucasmenguette@gmail.com)

## 1. INTRODUÇÃO

O livro de Lerdahl & Jackendoff (1996), *A Generative Theory of Tonal Music*, originalmente publicado em 1983, apresenta uma abordagem inovadora para pensar a cognição e o fazer musical – denominada de “GTTM”. Historicamente, a disciplina da teoria musical, construto teórico voltado à descoberta dos princípios gerais que regem a música – qual seja o que se entende por música – foi ligada a fundamentos diversos. Princípios ontológicos ou teológicos, por medievais como Boécio ou Papa Gregório I; princípios físicos, a partir de uma interpretação dos parciais harmônicos do som, por Rameau ou Hindemith; ou ainda princípios filosóficos, como a teoria de Hauptmann, que aplica a dialética de Hegel. Segundo Lerdahl & Jackendoff (1996), tais abordagens passaram a não ter boa aceitação durante o século XX, e outras duas tendências de explicação para a música emergiram: de um lado, uma fundação matemática para os construtos e relações musicais; de outro, o retorno à intuição artística.

Todavia, os autores consideram ambas inadequadas, pois a matemática “é capaz de descrever qualquer tipo concebível de organização” e, no entanto, não é capaz de explicar por que na música certos construtos são utilizados e outros não; e a intuição artística opera “essencialmente ignorando a fonte de tal intuição” e, assim, não trabalha questões em um nível mais profundo de investigação racional (LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.2). Diferentemente, a GTTM trabalha a partir de metodologia científica para a própria *gramática* musical – derivada da psicologia da Gestalt e da linguística chomskyana –, segundo a qual se pode estabelecer experimentos que verificam ou falseiam as hipóteses construídas.

## 2. ELEMENTOS BÁSICOS DA GTTM

Antes de elaborarmos uma discussão sobre os aspectos cognitivos desta abordagem, parece oportuno apresentar uma sumarização geral da teoria. É importante ressaltar que a teoria foi criada para lidar sobretudo com a *música tonal*<sup>2</sup>. De modo mais geral, a teoria gerativa da música abrange o tipo de música cuja descrição estrutural pode ser feita de modo hierárquico<sup>3</sup>.

2 Música tonal é música estruturada a partir da noção de *tonalidade*. Apresenta uma hierarquia entre os tons, sendo a *tônica* notada como som principal do sistema, ou da *escala*, e como que a “morada” para qual a dinâmica tonal, ou conjunto das cadências harmônicas, sempre irá retornar. Apesar de a GTTM ter sido feita originalmente para dar conta desse tipo de música, ela é compatível, pelo menos parcialmente, com músicas ditas *atonais*. Cf., por exemplo, Lerdahl (1989; 2001, p.344), Packalén (2005, p.101), ou Carvalho (2008, p.41). Para uma crítica acerca da posição tonalista da teoria, ver Meredith (1996, pp.3-4).

3 Isso é uma escolha metodológica, pois a ideia de uma teoria abrangente que tivesse como objetivo dar conta de todas as “intuições musicais” do ouvinte é, para eles, “prematura” (LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.8).

Lerdahl & Jackendoff (1996) introduzem quatro componentes da gramática musical que apresentam natureza hierárquica: estrutura de agrupamento [*grouping structure*], estrutura métrica [*metrical structure*], redução temporal [*time-span reduction*] e redução prolongacional [*prolongational reduction*]. Por serem hierárquicos, possuem níveis de organização próprios, mas raramente existem isoladamente na música, posto que há interação entre os diversos componentes musicais. Além desses componentes, os autores apresentam dois conjuntos de regras que estabelecem critérios de coerência para as estruturas: regras de boa-formatividade [*well-formedness rules*] e regras preferenciais [*preference rules*]<sup>4</sup>.

## 2.1. ESTRUTURAS DE AGRUPAMENTO

Ouvimos frases musicais, não fragmentos isolados. As diversas notas tocadas formam grupos, unidades compostas que são percebidas como um todo e seus segmentos. O componente responsável pela descrição das unidades musicais é a estrutura de agrupamento. Motivos, frases e seções são elementos desse componente, em níveis diferentes. O motivo é o elemento básico da construção do grupo, que compõe as frases – podendo operar como pergunta e resposta, por exemplo –, que então constituem as seções da peça musical.

a



b



Two musical score examples, labeled 'a' and 'b', illustrating musical grouping. Example 'a' shows a piano piece with a treble and bass staff. Brackets are drawn under the notes to group them into phrases. Example 'b' shows a more complex piano piece with a treble and bass staff, also featuring brackets to indicate musical groupings.

4 A tradução dos termos é tomada de Carvalho (2008), muito embora o autor não indique se a tradução foi livre ou se foi baseada na tradução existente em espanhol. De qualquer modo, consideramos que existe a necessidade de atentamento quanto às traduções: o termo "gerativo", inclusive, tem sido traduzido como "generativo" em contextos relativamente próximos, como o dos "algoritmos generativos" para a composição musical. No presente trabalho, as citações são traduzidas livremente a partir do inglês.



Imagem 1: análise da estrutura de agrupamento em obras de Beethoven.  
Em a, o scherzo da Sonata op. 2, n. 2; em b, a abertura da Oitava Sinfonia.  
(LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.15)

Analisemos a imagem 1a. As unidades musicais (representadas por  $\cup$ ) são

eventos de menor escala que se agrupam formando sucessivamente níveis de escala maior. A seção que resulta das frases musicais é o domínio comum das unidades. Neste exemplo, a hierarquia dos agrupamentos se evidencia: cada nível maior inclui, *recursivamente*, eventos de menor nível; os eventos agrupam-se com aqueles que estão *lado a lado*, ou seja, que estão estruturalmente em proximidade. Como regra geral, os eventos são segmentos destacados entre si.

No entanto, há uma exceção em 1b: o último compasso apresenta uma *sobreposição* de estruturas – o início de uma é também o fim da outra. Ela só é possível quando ocorre *simultaneamente* em todos os níveis, só desaparecendo no nível mais amplo. Em resumo, três características hierárquicas podem ser reveladas aqui: *não-sobreposição*, *adjacência* e *recursividade*.

## 2.2. ESTRUTURAS MÉTRICAS

Sobretudo na música tonal, qualquer peça apresentada ao ouvinte possui inerentemente um padrão de “batidas” rítmicas regulares, que se alternam entre pulsos fortes [*strong beat*] e pulsos fracos [*weak beat*]. A estrutura métrica descreve esse padrão em alguns níveis: nos níveis *métricos* do compasso, ou nas subdivisões internas do compasso; e nos níveis *hipermétricos*, que abrangem lapsos temporais maiores que o compasso.

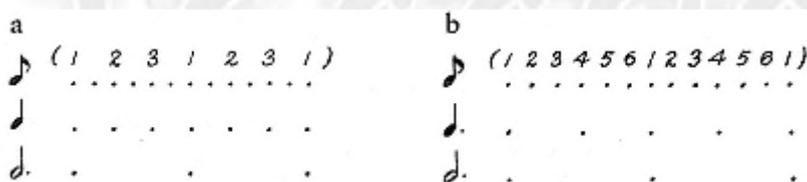


Imagem 2: duas estruturas rítmicas. Em a, dois compassos 3/4; em b, 6/8.  
(LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.20)

A imagem 2 representa métricas em três níveis: colcheia [*eighth-note*] ( ), semínima (pontuada em 2b) [(*dotted*) *quarter-note*] ( e  $\grave{\text{e}}$ ) e mínima pontuada [*dotted half-note*] (  $\grave{\text{e}}$ ).

Cada nível métrico possui sua própria regularidade em relação ao compasso (conjuntos numerados na imagem), com intervalos-temporais [*time-spans*] constantes<sup>5</sup>. No entanto, os níveis se estruturam hierarquicamente e, assim, um pulso percebido como forte em um nível menor é também uma pulso forte em um nível mais amplo<sup>6</sup>, o que forma um *acento métrico*. Além disso, o intervalo-temporal entre as pulsações de um nível inferior não ultrapassa o intervalo-temporal dos níveis superiores, obedecendo o princípio de não-sobreposição.

Ressalta-se que os padrões métricos não se confundem com o ritmo efetivamente presente nos agrupamentos de notas, que é criado *sobre* a estrutura métrica mas não se restringe a um único padrão de intervalos temporais, como ocorre em cada um dos níveis métricos. A métrica não possui agrupamento, é apenas um padrão. Os grupos, por sua vez, não possuem acento métrico por si mesmos. Essa diferenciação entre métrica e agrupamento – e também a interação entre ambos os componentes – pode ser percebida na imagem 3.

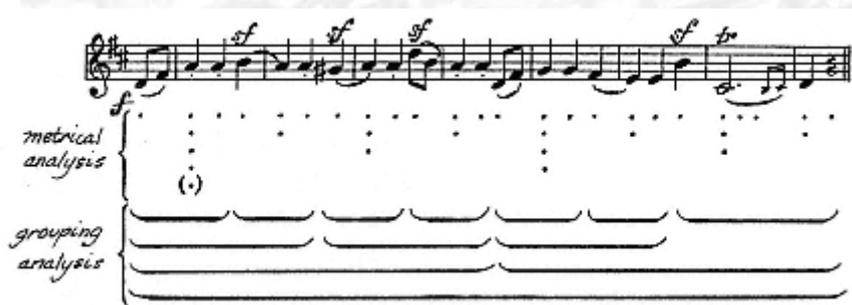


Imagem 3: análise métrica e de agrupamento na Sinfonia n. 104, de Haydn.  
Nota-se que a posição dos agrupamentos não coincide com a das métricas.  
Diz-se, neste caso, que estão fora de fase.  
(LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.26)

### 2.3. REDUÇÃO TEMPORAL

Ao escutarmos uma música, tacitamente percebemos nos eventos musicais relações de identidade e, sobretudo, de importância. Alguns eventos são os principais, outros são ornamentos, ou *elaborações*. Por exemplo, o trecho representado na imagem 4b é ouvido como elaboração do trecho temático representado em 4a. Apesar de possuírem organizações rítmicas e melódicas bem diferentes, percebe-se a

5 Embora os pulsos tenham intervalos-temporais determinados, eles mesmos não possuem duração. Neste sentido, "pulsos são idealizações, utilizadas pelo performer e inferidas pelo ouvinte do sinal musical. Para usar uma analogia espacial: pulsos correspondem a pontos geométricos, ao invés de linhas desenhadas entre eles" (LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.18).

6 A percepção da métrica enfraquece gradativamente em níveis altos, sendo um fenômeno relativamente local.

identidade temática por meio da atribuição de importância a alguns tons da sequência. Essa relação hierárquica entre os eventos-altura<sup>7</sup> pode ser descrita e melhor visualizada por simplificações sucessivas de um trecho musical, que omitem eventos menos importantes a cada etapa. Esse método constitui a base para as reduções<sup>8</sup>.



Imagem 4: dois trechos da Sinfonia Pastoral, de Beethoven.  
(LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.105)

A redução temporal é o processo pelo qual se desvenda as estruturas mais importantes de um agrupamento por meio de simplificações consecutivas baseadas na estrutura rítmica. O procedimento utilizado é o seguinte: 1) analisa-se *agrupamento* e *métrica* (como na imagem 3); 2) faz-se uma *segmentação* do trecho em intervalos-temporais, como resultado da relação de ambos; 3) determina-se, dentro de cada segmentação, qual evento sonoro tem mais *estabilidade*, em termos de harmonia<sup>9</sup> e também da relação entre agrupamento e métrica (se coincidem em fase ou não). Os eventos mais estáveis dominam os menos estáveis adjacentes e, assim, permanecem através das reduções recursivas, como pode ser visto na imagem 5.

7 A tradução de *pitch-event* para "evento-altura" – que significa livremente evento melódico, ou evento de frequência sonora determinada – é também tomada de Carvalho (2008).

8 Lerdahl & Jackendoff (1996, p.106) descrevem a *hipótese da redução*, tomada da análise schenkeriana, um dos métodos mais importantes de análise da música tonal: "o ouvinte tenta organizar todos os eventos-altura [*pitch-events*] de uma peça em uma única estrutura coerente, de tal forma que são ouvidos em uma hierarquia de relativa importância". A partir disso, formulam a *strong reduction hypothesis*, que adiciona as seguintes condições: 1) "Eventos-altura são escutados em uma hierarquia estrita"; e 2) "Eventos estruturalmente menos importantes não são escutados simplesmente como inserções, mas em uma relação específica com os eventos mais importantes que os circundam".

9 Um evento dissonante, por exemplo um acorde de apogiatura na música tonal, deve *resolver* – mudar para uma estrutura mais estável – para um evento consonante. Neste sentido, o acorde dissonante é hierarquicamente subordinado, ou derivado, do acorde consonante. Isso é melhor descrito pela redução prolongacional.

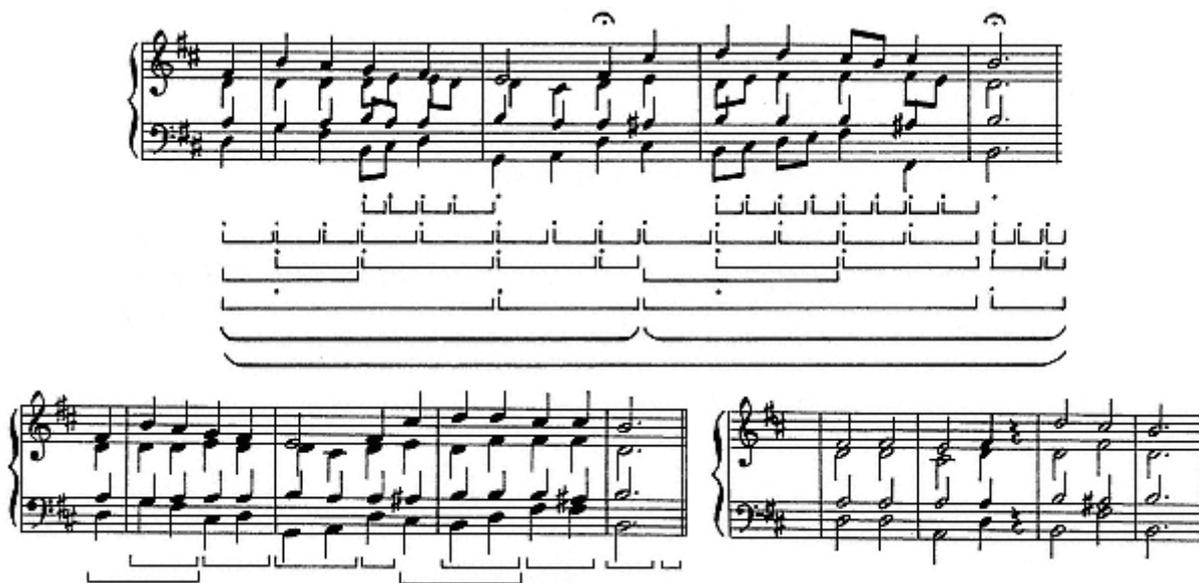


Imagem 5: segmentação intervalo-temporal e duas reduções temporais das primeiras duas frases do coral O Haupt voll Blut und Wunden, de Bach. (adaptado de LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.129 e p.131)

#### 2.4. REDUÇÃO PROLONGACIONAL

Enquanto conjunto de progressões harmônicas, a música tonal hierarquiza também estruturas verticais de eventos-altura. Os acordes são percebidos em uma dinâmica de tensões e relaxamentos que é central nesse sistema e dá como que a direção do movimento tonal. A redução temporal sozinha não é suficiente para descrever esta característica, embora tensão e repouso também tenham um componente rítmico. Para tanto, a teoria de Lerdaahl & Jackendoff (1996) desenvolve a noção de redução prolongacional, originalmente abordada na análise schenkeriana.

Um acorde estável não oferece tensão. Se a nota mais aguda do acorde – ou melodia – for repetida, pode ser que se gere alguma mínima tensão rítmica, mas nenhuma tensão melódica será de fato criada: a nota melódica será meramente *prolongada*. Por sua vez, caso se insira, entre as notas melódicas repetidas, uma nota estranha à tríade natural do acorde (tom fundamental, terça e quinta), gerar-se-á tensão por dissonância. Do mesmo modo, pode-se alterar a nota prolongada e/ou o baixo do acorde, gerando mais tensão. Veja imagem 6.



Imagem 6: tensões e repousos. (adaptado de LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.180)

Neste contexto, existem três tipos de conexão de eventos-altura: *progressão*, quando as fundamentais harmônicas dos eventos analisados são diferentes (imagem 7a); *prolongação fraca*, quando se mantém a fundamental, mas se altera a estrutura

para outra nota do próprio acorde, formando estruturas com graus levemente diferentes de dissonância (7b); e *prolongação forte*, quando há a mera repetição e mínima tensão (7c). Para representar os diferentes níveis de tensão e repouso dessas concatenações possíveis, a GTTM utiliza uma espécie de notação em árvores inspirada na linguística chomskyana<sup>10</sup>. Uma ramificação à direita indica aumento de tensão, enquanto uma ramificação à esquerda, repouso, como na imagem 7. Isso permite analisar como se dá a dinâmica tonal em trechos musicais, como mostra a imagem 8.

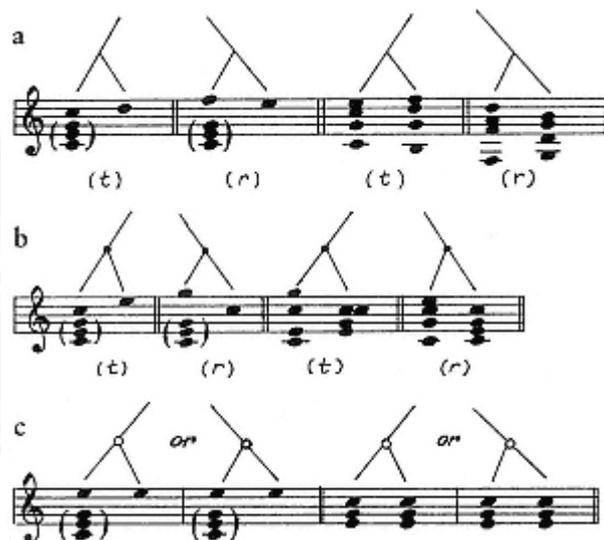


Imagem 7: representação em árvores dos três tipos de prolongação.  
(adaptado de LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.180)

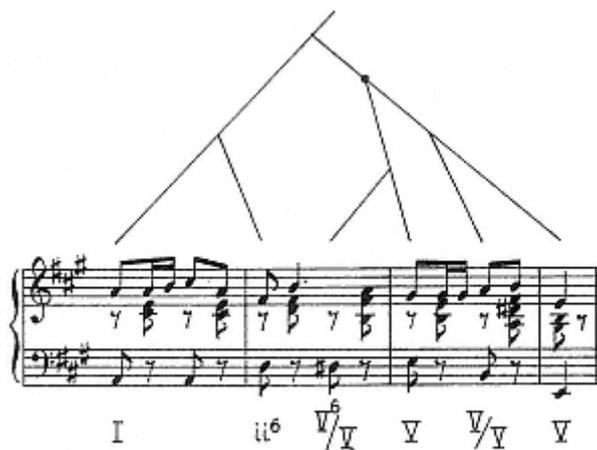


Imagem 8: análise do início de La ci darem la mano, em Don Giovanni, de Mozart.  
(LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.200)

## 2.5. REGRAS DE BOA-FORMATIVIDADE

As regras de boa-formatividade são leis específicas que regem cada um dos componentes musicais descritos pela GTTM. Basicamente, elas formalizam e

10 Essa forma de representação é utilizada também para a redução temporal, com cada ramo correspondendo a um nível de descrição dentro de um mesmo segmento.

asseguram as condições pelas quais se dá a configuração hierárquica das estruturas. No caso das estruturas de agrupamento, por exemplo, as leis de boa-formatividade de agrupamento [*grouping well-formedness rules*], ou GWFRs, são cinco (LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, pp.37-38):

- GWFR 1: "qualquer sequência contígua de eventos-altura, pulsos de bateria, ou afins podem constituir um grupo, e apenas sequências contíguas podem constituir um grupo";
- GWFR 2: "uma peça constitui um grupo";
- GWFR 3: "um grupo pode conter grupos menores";
- GWFR 4: "se um grupo G1 contém parte de um grupo G2, ele deve conter tudo do G2"; e
- GWFR 5: "se um grupo G1 contém um grupo menor G2, então G1 deve ser exaustivamente particionado em grupos menores".

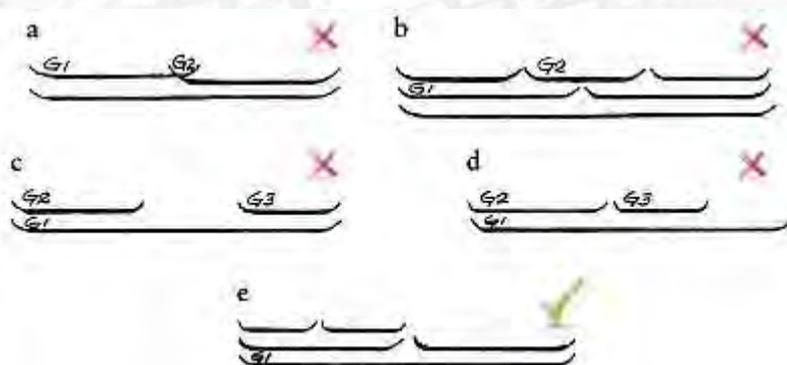


Imagem 9: boa-formatividade em agrupamentos. Apenas o agrupamento "e" segue todas as GWFRs. (adaptado de LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, pp.38-39)

## 2.6. REGRAS PREFERENCIAIS

As regras de boa-formatividade, por serem puramente formais, podem corresponder ou não às intuições musicais efetivas. A percepção musical, assim como a visual, não agrupa eventos de qualquer modo possível, mas em modos específicos motivados pelo todo das partes da superfície. Cada um dos componentes estruturais descritos pela GTTM possui regras preferenciais, além de regras transformativas que dão conta de exceções aceitáveis, como sobreposição ou elisão das fronteiras entre agrupamentos. Essa abordagem tem estreita ligação com a teoria da Gestalt, como será discutido mais adiante.

No caso dos agrupamentos, as regras preferenciais [*grouping preference rules*] (GPRs) são as seguintes (LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, pp.43-52):

- GPR 1: "evita análises com grupos muito pequenos – quanto menor, menos preferível";

- GPR 2 (Proximidade): "considere uma sequência de quatro notas  $n_1n_2n_3n_4$ . Tudo o mais sendo igual, a transição  $n_2 - n_3$  deve ser ouvida como uma fronteira de grupo se
  - a. (Ligadura/Pausa) o intervalo de tempo do fim de  $n_2$  até o início de  $n_3$  é maior do que aquele do fim de  $n_1$  até o início de  $n_2$  e aquele do fim de  $n_3$  até o início de  $n_4$ , ou se
  - b. (Ponto-de-ataque) o intervalo de tempo entre os pontos de ataque de  $n_2$  e  $n_3$  é maior do que aquele entre os pontos de ataque de  $n_1$  e  $n_2$  e aquele entre os pontos de ataque de  $n_3$  e  $n_4$ ";
- GPR 3 (Mudança): "considere uma sequência de quatro notas  $n_1n_2n_3n_4$ . Tudo o mais sendo igual, a transição  $n_2 - n_3$  deve ser ouvida como uma fronteira de grupo se
  - a. (Registro) a transição  $n_2-n_3$  envolve uma maior distância intervalar do que ambas  $n_1-n_2$  e  $n_3-n_4$ , ou se
  - b. (Dinâmica) a transição  $n_2-n_3$  envolve uma mudança nas dinâmicas e  $n_1-n_2$  e  $n_3-n_4$  não, ou se
  - c. (Articulação) a transição  $n_2-n_3$  envolve uma mudança na articulação e  $n_1-n_2$  e  $n_3-n_4$  não, ou se
  - d. (Duração)  $n_2$  e  $n_3$  são de diferentes durações e ambos os pares  $n_1,n_2$  e  $n_3,n_4$  não diferem em duração";
- GPR 4 (Intensificação): "onde os efeitos capturados pelas GPRs 2 e 3 são relativamente mais pronunciados, uma fronteira de grupo de maior-nível pode ter lugar";
- GPR 5 (Simetria): "prefira análises de agrupamento que se aproximam mais da subdivisão ideal dos grupos em duas partes de igual duração";
- GPR 6 (Paralelismo): "onde dois ou mais segmentos da música podem ser construídos como paralelos, eles preferivelmente formam partes paralelas de grupos";
- GPR 7 (Estabilidade temporal e prolongacional): "prefira uma estrutura de agrupamento que resulte em reduções temporais e/ou prolongacionais mais estáveis".



Imagem 10: embora bem-formados, os exemplos "b" e "c" não correspondem à organização efetiva da escuta. O exemplo "a" respeita todas as leis preferenciais de agrupamento.

Trecho da Sinfonia em G Menor, K. 550, de Mozart.  
(adaptado de LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.37 e p.39)

### 3. TEORIA MUSICAL COMO CIÊNCIA COGNITIVA

De acordo com Lerdahl & Jackendoff (1996, p.1), a meta de uma teoria da música deveria ser uma “*descrição formal das intuições musicais de um ouvinte que é experiente em um idioma musical*”. Teorias que se constroem a partir de análises puramente musicais de repertório escrito, apenas, não levam em consideração toda uma cadeia de “representações mentais” que ocorrem no ouvinte e que são pressupostas no processo de produção e audição da música. Ora, a teoria musical é um construto cultural que não reside nem puramente na escrita, uma vez que várias interpretações da notação musical são possíveis, nem puramente na performance, ou no sinal sonoro “cru”, antes da interpretação do ouvinte, que ela produz:

One commonly speaks of musical structure for which there is no direct correlate in the score or in the sound waves produced in performance. One speaks of music as segmented into units of all sizes, of patterns of strong and weak beats, of thematic relationships, of pitches as ornamental or structurally important, of tension and repose, and so forth. Insofar as one wishes to ascribe some sort of "reality" to these kinds of structure, one must ultimately treat them as mental products imposed on or inferred from the physical signal. In our view, the central task of music theory should be to explicate this mentally produced organization. **Seen in this way, music theory takes a place among traditional areas of cognitive psychology such as theories of vision and language.** (LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.2, grifo nosso)

Por ser construto mental, a capacidade de perceber as estruturas musicais está intimamente ligada ao processo de aculturação, e um “ouvinte experiente” é aquele habituado com um idioma musical qualquer. Isso quer dizer que certos parâmetros musicais são reconhecidos e organizados mentalmente – tais como agrupamentos de eventos-altura, métricas, tensão e repouso etc. Entretanto, esse ouvinte pode nem mesmo ter estudado música e ainda assim compreender e identificar peças e aspectos musicais e, sobretudo, erros, ou manifestações que não estão de acordo com o idioma em questão. Nesse sentido, boa parte do conhecimento necessário para compreender um idioma musical é “inconsciente” ou “intuitivo”.

Um ouvinte com exposição insuficiente a certo idioma musical não irá organizar significativamente a massa sonora percebida. Não obstante, conforme ele se familiariza com o idioma, o tipo de organização que ele atribui à música não será arbitrário, mas restringido segundo regras *próprias* do idioma. Portanto, a teoria de um idioma musical deveria “caracterizar tal organização nos termos de uma gramática formal explícita que modela a conexão, do ouvinte, entre a superfície musical apresentada da peça e a estrutura que ele atribui à peça” (LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.3). Por meio de normas preferenciais, essa gramática restringe os modelos matemáticos para a música e também dialoga com intuições artísticas.

Lerdahl & Jackendoff (1996, p.332) deixam explícito que essa abordagem tem fortes laços com a ciência cognitiva, sendo *Teoria Musical como uma Ciência Cognitiva* o tópico de conclusão do livro. De acordo com os autores, a ciência cognitiva é uma disciplina composta de partes da psicologia, linguística, neurofisiologia, filosofia e ciência da computação e está interessada em "caracterizar as capacidades cognitivas dos humanos e de outros organismos". Um de seus objetivos principais seria o de "compreender a natureza da representação mental". Iremos agora pontuar alguns tópicos da GTTM que se relacionam com ciência cognitiva.

### 3.1. MÉTRICA MUSICAL COMO MENTALMENTE CONSTRUÍDA

Um dos fenômenos que evidencia o fato de que a percepção musical é um construto mental é o da métrica. Não se trata de apreensão de um "sinal métrico"; ela não está presente enquanto estímulo físico. Lerdahl & Jackendoff (1996, p.17) apontam que os "acentos métricos", que dão estabilidade ao padrão métrico, são inferidos de "acentos fenomenais"<sup>11</sup>, que são "qualquer evento na superfície musical que dá ênfase ou estressa um momento no fluxo musical". Tais eventos de superfície<sup>12</sup> funcionam como *inputs* para a construção mental do padrão métrico, e os "momentos de estresse musical no sinal cru [*raw signal*] servem como 'pistas' das quais o ouvinte tenta extrapolar um padrão regular de acentos métricos".

O padrão métrico é dependente da *regularidade* dessas "pistas" e se ela não se estabelece ou se é conflitante com outras estruturas, o sentido de acento métrico torna-se atenuado ou ambíguo. No entanto, uma vez estabelecida uma métrica por pistas regulares, ela permanece estável mesmo em face de aparentes contradições rítmicas. Casos como síncofes, por exemplo – em que as notas são tocadas não de acordo com o acento métrico, mas exatamente na pulsação fraca e persistindo até ele –, apresentam defasagem rítmica entre estrutura métrica e estrutura de agrupamento e mesmo assim não desfazem o sentido métrico.

11 Essa categoria, pouco descrita pelos autores, incluiria pontos de ataques dos eventos-altura, ênfases locais de intensidade, mudanças súbitas de timbre, saltos melódicos, mudanças harmônicas etc. Aparentemente, eles tomam o termo "fenomenal" como equivalente do conceito clássico de "sensação", quer dizer, o sinal que chega aos órgãos sensoriais e ainda não é percepção, apenas dados sensoriais, e a partir do qual a maquinaria neuronal se encarrega de elaborar representações mentais equivalentes à experiência perceptiva. Na falta de explicitação no uso deste termo pelos autores, atentamos aqui que a noção não se confunde com o uso do conceito pela tradição da fenomenologia, tal qual trabalhada por Merleau-Ponty (2006), por exemplo, ao fazer uma rigorosa crítica à noção de sensação em sua *Fenomenologia da Percepção*.

12 Os autores parecem não definir "superfície musical", mas a distinguem de "estrutura musical escutada" (LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.338). Em relação à gramática gerativa transformacional, distinguem "estrutura profunda", subjacente às frases e que não foram submetidas a "transformações", e "estrutura de superfície", constituinte de expressões linguísticas efetivas (LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.287).

### 3.2. ASPECTOS SEMIÓTICOS DA REPRESENTAÇÃO MENTAL E DA IMAGEM MENTAL

A noção de construto mental parece relacionada com o conceito de representação mental. Para Lerdahl & Jackendoff (1996, p.300), os princípios pelos quais uma peça musical é ouvida são aqueles que "permitem ao ouvinte construir uma representação mental da peça". Em outra passagem, comentam que "representações mentais essencialmente similares servem tanto para memória sequenciada espacialmente quanto temporalmente" (LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.303). Todavia, não fica claro o que exatamente querem dizer com representação mental. Indagamos as seguintes questões: 1) representação é o produto de um processo de análise, elaboração e memorização da superfície musical? 2) ou é o próprio processo profundo e inconsciente que permite a escuta? 3) se aspectos musicais tais como métrica e hierarquia são construtos mentais que não existem no sinal sonoro, como pode se dar uma representação?

Talvez uma "semiótica cognitiva" possa ser de ajuda aqui. Segundo Nöth (1996), representação é um conceito semiótico chave pelo menos desde a escolástica medieval, quando se referia a signos, símbolos, imagens e substituições. No século XX, representação passa também a estar no coração das discussões da ciência cognitiva, sobretudo na temática das representações mentais. Nesse contexto, Nöth (1996) descreve várias abordagens existentes para a representação. De um modo geral, nossas três questões podem ser resumidas aos seguintes tópicos: 1) representação como signo ou veículo do signo; 2) representação como semiose ou função sígnica; e 3) modelos da imagem mental.

De acordo com Nöth (1996), a noção de representação frequentemente é usada com certa imprecisão, confundindo aspectos da ação do signo com o veículo do signo. A teoria peirceana esclarece a ambiguidade da palavra ao distinguir representação como "aquilo que representa" de representação como "a ação ou relação de representar". Peirce afirma: "I confine the word *representation* to the operation of a sign or its *relation* to the object *for* the interpreter of the representation" (CP 1.540 apud NÖTH, 1996, seção 2.2). Portanto, representação seria processo de ação sígnica, diferenciando-se daquilo *que* representa, ou "representamen".

Adicionalmente, a noção de representação mental ainda supõe a distinção entre representações externas, ou "públicas", e representações internas ou "mentais" (SPERBER apud NÖTH, 1996). Quando Lerdahl & Jackendoff (1996, p.2) comentam que "uma peça de música é uma entidade mentalmente construída, cujas partituras e

performances são representações parciais pelas quais a peça é transmitida”, eles confundem esses dois aspectos da representação. Para a abordagem peirceana, as representações externas correspondem ao representamen, enquanto as representações mentais de uma cognição equivalem ao interpretante sígnico.

Resta-nos ainda procurar saber algo sobre a questão da imagem mental. Uma abordagem em particular parece relacionada ao corpo de conhecimentos da GTTM: a das *imagens mentais* advinda dos modelos da psicologia cognitiva. De modo geral, a produção de uma imagem mental é representação que corresponde um acontecimento externo em função de uma espécie de cópia internalizada. Na abordagem de Piaget<sup>13</sup> (apud NÖTH, 1996), imagem mental, além de ter aspecto de “imitação internalizada” de um fato externo, também demanda uma “transformação” desse acontecimento. Nesse sentido, Nöth (1996, seção 8.2.1) afirma que “Piaget se coloca contra uma *teoria da cópia* ingênua, que vê, na imagem mental, um tipo de 'vestígio' da percepção passiva de um objeto dado objetivamente e defende, por outro lado, uma *teoria assimilatória* da imagem”.

Esse aspecto transformacional do fato externo também aparece de algum modo na abordagem cognitivista para a imagem mental, expressada nos *modelos simbólicos e proposicionais* da representação mental. Eles pressupõem que as imagens não são armazenadas de forma icônica na mente, mas sim em forma de “símbolos digitais elementares, dos quais se originam redes de sistemas simbólicos através de regras de combinações” (NÖTH, 1996, seção 8.2.2). Particularmente próxima da GTTM é a abordagem de Kosslyn, que diferencia uma representação de “imagens de superfície” e outra “profunda”. A representação imagética se relaciona com a memória de curto prazo e é “quase pictural”, ocorrendo em um “meio espacial”; a representação profunda é de longo prazo e “literal” e “proposicional”. Como descreve Nöth (1996, seção 8.2.2): “a representação profunda estruturada simbolicamente pode, a qualquer momento, gerar uma representação superficial estruturada pictoricamente”. Na abordagem de Lerdahl & Jackendoff (1996), isso corresponderia às representações mentais que modelam inconscientemente a superfície de eventos musicais e dão origem a percepções estruturadas de forma lógica segundo regras específicas.

### 3.3. ASPECTOS COMPUTACIONAIS

13 Sabemos da existência de debates famosos entre Chomsky, autor que inspirou a GTTM, e Piaget, sobretudo no que diz respeito à questão da inatividade das aptidões linguísticas. Entretanto, não é o caso aqui de elaborar a discussão neste sentido.

A ciência cognitiva possui afinidade com disciplinas tais como ciência da computação e inteligência artificial. De fato, com o objetivo de descrever o funcionamento da mente e das representações mentais, muitos dos trabalhos da vertente chamada cognitivista clássica procuram estabelecer algoritmos de processamento simbólico como base para seus modelos. A própria gramática chomskyana teve forte influência sobre esses modelos. Embora cientes dessas abordagens já vigentes desde a década de 1950, Lerdahl & Jackendoff (1996, p.55) originalmente comentam, em 1983, que a GTTM “não consegue prover um procedimento computável para determinar a análise musical”.

Mesmo assim, refletem sobre alguns aspectos da possibilidade de formalização das intuições musicais por meio descrições cognitivistas, ou computacionais. De acordo com os autores, a atribuição de valores numéricos em limiares de disparo [*threshold*] para as variáveis, estruturas possíveis ou leis perceptivas, é artificial e arbitrária. As leis preferenciais, normativas que limitam o conjunto de descrições matemáticas possíveis para o conjunto de estruturas provavelmente perceptíveis demandam uma solução mais elaborada. Envolvem balancear intuições locais e globais de forma recursiva. Todavia, engendrar um sistema de processamento simbólico serial como os usados no cognitivismo sempre recairá sobre a arbitrariedade de escolher de forma *ad hoc* os valores através dos quais o resultado preferencial será obtido e, desse modo, não se estabelecerá verdadeiramente uma gramática que regule por si mesma os agrupamentos possíveis, descritíveis matematicamente.

Entretanto, no prefácio para a reimpressão de 1996, Lerdahl & Jackendoff (1996, p.XIV) comentam:

Our innovation did not fare especially well with readers who were hoping for a more traditional generative grammar. However, within a few years cognitive science was swept by new conceptions of computation (including neural nets) that replaced serial algorithms with parallel constraint-based architectures. Default logic became pervasive in artificial intelligence.

A arquitetura paralela de processamento poderia aparentemente lidar melhor com o aspecto de multi-modularidade da GTTM. Com efeito, os autores acabam por assumir que a teoria é compatível com processamento em tempo-real por essas abordagens. Nesse sentido, tentativas existentes de implementação computacional da GTTM são, por exemplo: Stammen & Pennycook (1994), Hamanaka, Hirata & Tojo (2004, 2005) e Carvalho (2008).

### 3.4. TEORIA DA GESTALT E PARALELOS VISÃO-AUDIÇÃO

Segundo Nöth (1996), a ciência cognitiva estudou até o momento principalmente a representação mental de informação linguística e visual. Aparentemente, boa parte dos princípios de organização da percepção visual foram fundados na psicologia da Gestalt, do início do século XX. A GTTM leva em consideração muitas das colocações feitas pelos psicólogos da Gestalt quanto à percepção visual e afirma, em concordância com Wertheimer, um dos principais nomes da psicologia da Gestalt, existir paralelos entre os processos de agrupamento visual e auditivo. As imagens 11 a 17 mostram alguns desses paralelos elaborados por Lerdaahl & Jackendoff (1996).

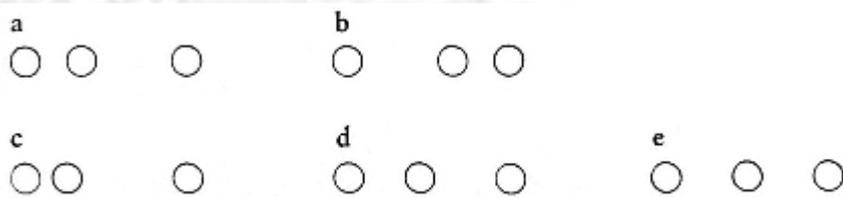


Imagem 11: agrupamentos visuais da Gestalt.  
Os círculos próximos parecem se agrupar, enquanto o círculo distante na tríade é visto como isolado.  
Em "e" temos uma estrutura equidistante que não sugere nenhum tipo de agrupamento específico.  
(adaptado de LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.40)

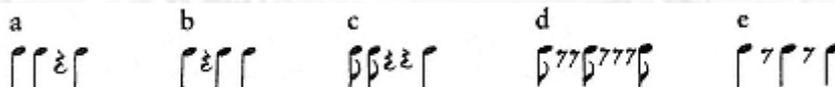


Imagem 12: agrupamentos rítmicos.  
Assim como a percepção visual, a percepção rítmica agrupa eventos pela proximidade.  
(LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.40)



Imagem 13: agrupamentos de formas.  
Os "quadrados" parecem se destacar dos círculos.  
(LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.41)



Imagem 14: agrupamentos de eventos-altura.  
Os "fás" se agrupam de um lado, os "dós" de outro, por similaridade.  
(LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.41)



Imagem 15: agrupamentos de eventos-altura com a nota do meio não-idêntica às notas das extremidades.  
Efeitos consideravelmente mais fracos de agrupamento são produzidos.  
No caso "c", a nota é equidistante e, assim, seu agrupamento é indeterminado.  
(LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.41)

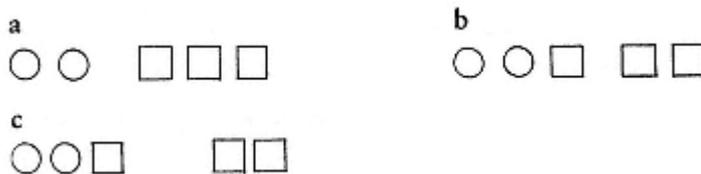


Imagem 16: agrupamentos por princípios de proximidade e similaridade.  
Em "a", o agrupamento é forte e bem delineado.  
Em "b", ambíguo, pois os princípios conflitam (num efeito parecido com o cubo de Necker).  
Em "c", o princípio de proximidade se estabelece sobre o de similaridade.  
(LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.42)



Imagem 17: agrupamentos de eventos-altura análogos.  
(LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.42)

Segundo Lerdahl & Jackendoff (1996, p.303), o trabalho de Werheimer e de Koffka mostram que "percepção, assim como outra atividade mental, é um processo dinâmico de organização, no qual todos os elementos de um campo perceptivo podem estar implicados na organização de qualquer parte particular". Basicamente esse princípio foi transposto para a teoria gerativa da música na forma das regras de boa-formatividade e de preferência, que regem os componentes estruturais da gramática musical. Isso implica que a análise de superfície só pode se dar caso as regras gramaticais estejam envolvidas tanto no nível local quanto no global.

### 3.5. LINGUÍSTICA GERATIVA E UM PARALELO ENTRE CAPACIDADES LINGUÍSTICAS E MUSICAIS

Apesar de aderirem a muitas das ideias gestaltistas, Lerdahl & Jackendoff (1996) reconhecem complicações históricas com essa abordagem. Para eles, a teoria da Gestalt é mentalista, e perdeu popularidade nos anos 1940 e 1950 com os movimentos anti-mentalistas, sobretudo do behaviorismo. A escola behaviorista considerava intratável o problema da mente, pois apenas o que se poderia observar de modo "científico" seria os comportamentos exteriores. Contra essa abordagem, a linguística gerativa chomskyana apresentou argumentos que a colocaram em posição de prestígio em relação às abordagens anti-mentalistas, o que trouxe novamente o interesse em teorias da mente, sobretudo a Gestalt.

Para Lerdahl & Jackendoff (1996, p.305), "as dificuldades mais substanciais com a tradição da Gestalt emergiu do problema de como exprimir uma teoria

mentalista de um modo rigoroso e explicativo”, uma vez que explicações por redução ao fisiológico não davam conta das observações da complexidade organizacional que é a percepção segundo a Gestalt. Todavia, a partir do sucesso da linguística gerativa, territórios de investigação como “modelos de competência” e “modelos de performance” passaram a ser mais aceitos, mesmo sem a consideração de processos fisiológicos. Nesse sentido, segundo Lerdahl & Jackendoff (1996, p.305), “a teoria da Gestalt pode agora ser considerada uma teoria do conhecimento ou do processamento, o que a libera do estigma de suas fracas tentativas de uma explicação fisiológica”. De fato, a partir dos princípios gestaltistas e da linguística gerativa, os autores demonstram como fenômenos como percepção musical e fenômenos linguísticos se assemelham.

A métrica musical mantém próxima relação com características prosódicas da linguagem verbal. Segundo os autores, as diferenciações silábicas da língua são representadas de acordo com uma série de princípios muito parecidos com as regras preferenciais da métrica musical. A sílaba da língua pode ser forte ou fraca e algumas línguas usam diferenciação em intensidade, outras em duração, outras em altura como marca da força silábica. A métrica musical emerge também de regras de ênfase e duração.

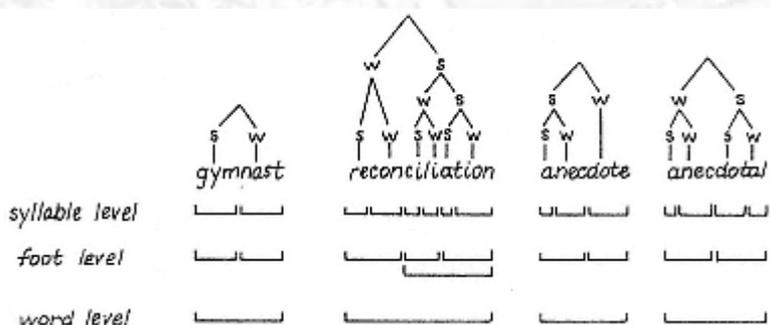


Imagem 18: método de redução temporal aplicado às palavras e divisões silábicas.  
Na figura, “s” e “w” significam respectivamente estruturas fortes e fracas.  
(LERDAHL & JACKENDOFF, 1996, p.323)

Outro paralelo é que, embora um ouvinte não-experiente em certo idioma – ou certo idioma musical – esteja inapto a organizar certas estruturas de forma significativa – tais quais as prolongacionais na música –, com uma “exposição suficiente” ele passa a perceber e organizar as superfícies de eventos de modos específicos e não-arbitrários, aparentemente determinados pelas regras subjacentes ao sistema. Isso, para Lerdahl & Jackendoff (1996), seria porque há uma capacidade gramatical inata ao humano que mantém alguma relação com a linguagem. Neste sentido, comentam Lerdahl & Jackendoff (1996, p.85):

That stress and length function as markers of metrical strength in music as well as in language can hardly be a coincidence.

Rather it seems that we are dealing with a more general cognitive organization that has manifestations in both musical and linguistic structure. This lends the theory of metrical preference rules a significance beyond its usefulness for musical purposes.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste artigo, descrevemos as linhas gerais da teoria gerativa da música tonal (GTTM) proposta por Lerdahl & Jackendoff (1996). O sistema explicativo da teoria se organiza segundo quatro componentes: estrutura de agrupamento, estrutura métrica, redução temporal e redução prolongacional; além de dois conjuntos de regras: regras de boa-formatividade e regras preferenciais. Cada um desses componentes interage entre si e, por meio dessa interação – sobretudo quando há divergência entre os modelos de agrupamento e métrico, ou entre o temporal e o prolongacional –, muitas das passagens interessantes da música tonal podem ser discutidas. Subjacente a essa teoria estão uma série de questões da ciência cognitiva que só pudemos endereçar aqui de modo breve. Alguns aspectos são particularmente interessantes e sugerem futuras pesquisas: 1) a relação entre capacidades musicais e capacidades linguísticas; 2) a compatibilização entre teoria musical e Gestalt; e 3) a possibilidade aberta pela formalização das regras preferenciais para auxiliar na descrição de constrições estéticas em sistemas digitais autônomos de geração de trilhas sonoras, sobretudo no áudio dinâmico de jogos digitais.

TECCOGS

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carvalho, A. G. (2008). *Implementação Computacional de Uma Gramática Gerativa Para Música Tonal*. Tese de Doutorado em Engenharia Elétrica. Belo Horizonte: UFMG. Disponível em: <http://www.ppgee.ufmg.br/defesas/553D.PDF>. Acessado em 13/06/2011.
- Hamanaka, M., Hirata, K. & Tojo, S. (2004). Automatic generation of grouping structure based on the GTTM. In *Proceedings of the 2004 International Computer Music Conference*. pp.141-144. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.130.1281>. Acessado em 15/06/2011.
- \_\_\_\_\_. (2005). Automatic generation of metrical structure based on GTTM. In *Proceedings of the 2005 International Computer Music Conference*. pp.53-56. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.80.5425>. Acessado em 15/06/2011.
- Lerdahl, F. (1989). Atonal Prolongational Structure. In *Contemporary Music Review* 3. pp.65-87.
- \_\_\_\_\_. (2001). *Tonal Pitch Space*. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Oxford University Press.
- Lerdahl, F. & Jackendoff, R. (1996). *A Generative Theory of Tonal Music*. 2<sup>nd</sup> ed. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Meredith, D. (1996). *The Logical Structure of an Algorithmic Theory of Tonal Music*. Doctorate Thesis. St. Anne's College, University of Oxford.
- Merleau-Ponty, M. (2006). *Fenomenologia da percepção*. São Paulo: Martins Fontes.
- Nöth, W. (1996). Signo, representação e representação mental. In *Encontro com as Ciências Cognitivas: Anais do Primeiro Encontro Brasileiro-Internacional de Ciências Cognitivas*, vol. 1, M.E.Q. Gonzales et al. (eds.), 53-85. Marília, São Paulo: UNESP.
- Packalén, E. (2005). Musical Feelings and Atonal Music. In *Postgraduate Journal of Aesthetics*, Vol. 2, No. 2. Disponível em: <http://www.british-aesthetics.org/uploads/packalen%20FINAL.PDF>. Acessado em 13/06/2011.
- Stammen, D. R., B. Pennycook. (1994). Real-time Segmentation of Music using an Adaptation of Lerdahl and Jackendoff's Grouping Principles. In *Proceedings of the International Conference on Music Perception and Cognition*, pp. 269-270.
- Temperley, D. (2001). *The Cognition of Basic Musical Structures*. Cambridge, MA: MIT Press.

## PROCESSOS SEMIÓTICOS E DE INFORMAÇÃO A SEMIÓTICA DA COMPUTAÇÃO

Mihai Nadin<sup>1</sup>

(Tradução Priscila Borges)

### Resumo

O processo de informação e o processo semiótico são complementares. Enquanto alguns aspectos da realidade física podem ser descritos de forma convincente em termos de informação – entendida como uma expressão de entropia –, aspectos relativos aos seres vivos suscitam descrições que incluem o significado da mudança. Semiótica é o domínio do conhecimento da representação e da interpretação. Em oposição a ideias reducionistas da semiótica discutiremos as tentativas de envolvê-la na análise e no desenho de sistemas de informação de interações humano-computador (IHC) e de linguagem de programação.

Palavras-chave: antecipação, fundamentação, sistemas de informação, representação, semiose

### Introdução

O tema deste artigo pode ser apresentado de maneira simples: Semiotistas defendem que o conhecimento da semiótica é relevante para a ciência da computação. Se é assim, então por que os cientistas da computação, com raras exceções, continuam ignorando a semiótica? Podemos reformular a questão: pode a semiótica contribuir para o conhecimento e para a prática da computação?

O fato de a matemática ser relevante para o processo digital é algo que não precisa ser provado. Computadores são máquinas de matemática automatizada. A lógica (pelo menos a lógica booleana) é igualmente relevante. É também indiscutível o fato de a física ser essencial na concepção e construção dos computadores. O mesmo é verdadeiro com relação à química, haja vista os processos pelo qual os *chips* são feitos, os VLSI (Integrações de escala muito larga [*Very Large Scale Integrations*]) são produzidos e os vários componentes (memória, dispositivo de I/O e etc.) são projetados. Além disso, pessoas envolvidas com ciência da computação buscam inspiração em modelos de várias áreas, biológicos, psicológicos, da ciência cognitiva, da ergonomia, dos estudos etnográficos, da sociologia e do design gráfico e de produto. A teoria da comunicação, que alguns identificam com a teoria matemática da comunicação de Shannon e Weaver (1949), é também considerada uma fonte de

1 antÉ – Instituto de Pesquisa em Sistemas Antecipatórios [*Institute for Reserch in Anticipatory Systems*], Universidade do Texas em Dallas. Email: nadin@utdallas.edu  
Instituto Hanse de Estudos Avançados [*Hanse Institute for Advanced Studies*], Delmenhorst, Alemanha.

inspiração. Alguns cientistas da computação se interessam por teorias da linguagem (especialmente de linguagem formal) tendo em vista a compreensão do que é necessário para uma “comunicação” bem sucedida com a máquina. Mas e a semiótica? Se em algum momento ela aparecer nesse radar das áreas afins à computação, será como um *bip* e não como fundamento da ciência da computação, ao contrário do que defendem ou gostariam muitos semioticistas.

Há aspectos da computação nos quais a semiótica tem uma relevância relativamente maior, em particular, nas interações humano-computador (IHC). Mas mesmo na IHC, não há consenso real no que diz respeito à relevância prática das considerações semióticas ou à possibilidade de se aplicá-las. No curto artigo no periódico Comunicações de ACM (*Communications of the ACM*), Zemanek (1966) sugere em vão que a análise semiótica é relevante para a análise da linguagem de programação. Apesar de alguns teóricos (como Peter Bøgh Andersen, Berit Holmqvist, Jens F. Jensen, Ronald Stamper, Kecheng Liu) terem eventualmente se aventurado pelos sistemas de informação, eles não conseguiram produzir mais do que algumas considerações sem nenhuma relevância prática usando a terminologia semiótica, que é frequentemente definida com pouca precisão. Andersen (1990) publicou seu primeiro livro sobre o assunto e aprendeu programação para conseguir provar algumas de suas ideias. Em *Mente em Trabalho (Mind at Work)*, ele escreveu, “se um sistema for considerado uma teoria, sua programação textual deve ser interpretável como o tipo de postulado que estrutura a teoria” (Andersen, 2003, p. 9). Ele estava se referindo ao esforço de Nadin (1982) em utilizar a teoria semiótica sob uma perspectiva epistemológica ampliada. Enquanto esteve na Universidade de Aalborg, ele manteve uma bibliografia em semiótica e informática que eu espero que continue assegurada por alguém.

Semioticistas discutem processos simbólicos, enquanto outros, principalmente aqueles da inteligência artificial (IA), os praticam. Se essa sentença soa excessivamente drástica é porque ele descreve um estado de coisas que até agora não mudou, ao contrário de algumas afirmações ilusórias. Apesar de essa revisão destacar livros particulares – *Semiótica em Sistemas de Engenharia de Informação [Semiotics in Information Systems Engineering]* de Kecheng Liu (2005), *A engenharia Semiótica das Interações Homem-Computador [The Semiotic Engineering of Human-Computer Interaction]* de Clarisse Sieckenius de Souza (2005) e *A Semiótica da Programação [The Semiotics of Programming]* de Kumiko Tanaka-Ishii (2010) – estamos interessados numa perspectiva ampliada. A questão formulada no início desse artigo – A semiótica tem alguma utilidade para aqueles que trabalham com computação? – se estende aos autores e livros citados acima, mas não se limita às suas contribuições particulares.

## Shannon entendeu semiótica melhor do que nós

A máquina de escrever na qual Shannon (ou sua secretária) escreveu seus pensamentos sobre computação não numérica tinha uma interface bastante simples. Depois de muitos anos de computadores com cartões perfurados, a IBM pegou as máquinas de escrever mecânicas que ela produzia com sucesso e as colocou (literalmente!) em cima de seus computadores. No contexto dado, isso foi uma decisão semiótica. É sempre mais fácil continuar algo (conhecimento e experiência acumulados) do que forçar novos meios e métodos aos seres humanos. (Isso corresponde à fase mimética das novas tecnologias.) Anos depois, Douglas Englebart inventou o mouse, outra decisão semiótica, que traduz coordenadas obtidas no espaço real para coordenadas no espaço representacional do monitor do computador. Dessa vez, o dispositivo introduziu um novo vocabulário de ações. Uma interrupção no processo, semelhante a dos interruptores elétricos em nossas casas, mudou a natureza dos comandos. De baseados em texto para baseados em imagem, de uma linguagem (comandos na língua verbal) para outra (visual). Também começou a mudar nossa condição cognitiva. E tantas coisas aconteceram depois disso. Antes que você soubesse, o mouse ganhou novas funções e tornou-se sem fio. E as mudanças continuam acontecendo nos dias de hoje, gestos e expressões controlam todos os tipos de programas. Um estudante de graduação pediu para fazer parte do meu grupo de pesquisa mostrando interesse e competência adquirida em interfaces afetivas, interações adaptativas e inteligentes das máquinas e navegação em realidade aumentada. A mente humana moldada por essas experiências é diferente daquelas dos seres humanos que usavam papel para escrever seus textos e também daquelas programadas pela linha de montagem (o método Taylorista para alcançar eficiência e consistência no desempenho). Ambientes ricos em informação não podem mais ser evitados.

Shannon não previu os desenvolvimentos técnicos particulares descritos acima. Seu texto (posteriormente intitulado *Computadores e Autômatos [Computers and Automata]*) faz referência à obra *Erewhon* de Samuel Butler (uma sátira social muito engajada), originalmente intitulada "Darwin entre as Máquinas [*Darwin among the Machines*]". Nos termos de Shannon, "na lógica às avessas do texto satírico, Butler vê as máquinas se envolvendo gradualmente com formas mais desenvolvidas" (Shannon, 1953, p. 1234). Em seguida ele faz uma boa previsão: "o potencial mais imteressante dos computadores está na sua capacidade de processar operações não numéricas" (p. 1234). Quer dizer, "máquinas lógicas, máquinas de jogos e máquinas que aprendem" (p. 1234). Isso foi pensado mais de 60 anos atrás. Ao passo que atualmente os profetas da singularidade (Vernor Vinge e Ray Kurtzweil) instigam nossa imaginação

com modelos de máquinas que têm habilidades mais desenvolvidas que as dos seres humanos que as criaram (superinteligência). A análise de Shannon aponta à computação como um fator que aumenta nossas habilidades. (Apesar de ter sido um visionário, ele não previu mudanças em nossas habilidades.) Isso pode soar fora de moda ou sem romantismo na ficção científica. Para sustentar seu argumento, ele tratou dos pormenores, mostrando como a substituição de equipamentos mecânicos por tecnológicos pela qual ele passou, poderia amparar a atividade de jogar damas, o aprendizado e funções autorreprodutoras. Ainda mais importante, este desempenho era uma expressão da complexidade – um termo que os “singularitas” ainda não aprenderam a escrever (quanto mais a entender). Shannon era um entusiasta das máquinas. Ele não excluiu a possibilidade de um robô ser eleito presidente dos Estados Unidos. O fato dele não mencionar um tema como o casamento entre seres humanos e robôs atesta os valores de sua época, não falta de imaginação.

Até agora, nenhuma semiótica evidente. A expectativa implícita é que os vivos (referência que Shannon faz aos seres humanos e animais) poderiam ter “mais capacidades e funções” (Shannon, 1953, p. 1234) que o resto do mundo. Além disso, entre os vivos vários fenômenos não só acontecem, mas ganham significado e o significado faz parte de sua identidade. Até mesmo aqueles que conhecem superficialmente o modelo de comunicação de Shannon podem perceber que a afirmação explícita de que transmissão de informação (que é comprovada pelos Laboratórios Bell) não depende de seu significado, mas sim das propriedades do canal é sintomática da distinção que Shannon faz entre o informacional e a semiótica. Ele dedicou-se à informação. “Uma diferença faz a diferença” (Gregory Bateson, Passos para uma Ecologia da Mente [*Steps to an Ecology of Mind*], 1972). Informação entendida como uma medida da redução de incerteza (entropia). No modelo de Shannon, informação é *bits* por segundo (ou *bytes*, ou *kilobytes* etc. por unidade de tempo), um produto sujeito à logística das redes complexas (rede elétrica, de fibra ótica, sem fio etc.), mas sem relação com o significado. O *bit* descreve o grau de incerteza decrescente, no qual algo com probabilidade de 50% de ocorrer efetivamente ocorre (o clássico jogo de probabilidade de cara ou coroa com uma moeda). Um evento com probabilidade de 25% (um quarto) produz 2 *bits* de informação. É por isso que depois de Shannon ter apresentado para a comunidade científica os métodos de codificação das mensagens em zeros e uns (muito parecido com o que Leibniz havia proposto séculos antes), ele se dedicou à computação simbólica. Ele até chegou a ser um membro contribuidor da “turma” (junto com John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester) que criou a Conferência de Dartmouth, na qual se considerou a inteligência artificial um domínio do conhecimento distinto. Eles foram guiados pela semiótica, isto é, olhavam para o uso da linguagem

para formar novas abstrações e conceitos. A fascinação de Shannon por brinquedos e jogos (ele escreveu precocemente um programa de xadrez, ver Shannon, 1993) se sobrepôs ao árduo trabalho científico e fez dele um *homo ludens* (homem jogador), obviamente uma forma particular do que Feliz Hausdorff (1897, escrevendo como Paul Mongré) chamaria de *zoon semiotikon* (animal semiótico).

A atividade de Shannon mostra claramente uma coisa, os processos de informação, para os quais ele forneceu um fundamento matemático, são complementares ao processo semiótico. Para usar a metáfora da moeda, frequentemente associada à semiologia de Ferdinand Saussure (1968), um lado é da informação, isto é, dados quantificados, o outro, da semiótica, uma distinção qualitativa dada pela interpretação. Juntas elas formam um todo coerente, exemplificado por, entre outras coisas, a chamada computação. (Saussure fez a analogia com uma folha de papel, ver p. 254.) O sistema de luzes verde, amarela e vermelha do semáforo é um bom exemplo para a relação entre informação e significado. Essas cores têm um significado definido na lei de trânsito. Elas também estão sujeitas à alternância, isto é, podemos adicionar valor informacional à troca das luzes (ao dirigir espera-se a mudança de luz verde para vermelha). O número de *bits* correspondentes ao ritmo de alternância não está relacionado ao significado dos três valores. Contudo, semáforos inteligentes são capazes de promover a melhor alternância (para manter o fluxo de carros sem ignorar os pedestres).

Para deixar ainda mais clara a relação entre o processo de informação e o processo semiótico, destacamos o programa de xadrez de Shannon que foi precursor de tudo isso. O jogo codificava tanto a informação (as regras, as ações), quanto o significado (o que significa colocar em perigo um cavaleiro? o que é um empate? o que é um vencedor?). Botvink, o campeão de xadrez da época, venceu Shannon manualmente. Hoje, programas de computadores podem derrotar os melhores jogadores. O resultado, no entanto, é um pouco desapontador, os jogos não são empolgantes, mas sim precisos. Os programas atuam no espaço informacional – vastos recursos computacionais podem ser organizados ao calcular vários movimentos antecipadamente. Essa biblioteca documenta situações reais com as quais um grande número de jogadores se deparou ao longo do tempo. Os dados armazenados podem ser utilizados contra qualquer desafiante. O espaço semiótico é secundário. No entanto, xadrez é mais do que isso, é melhor, pois envolve não só informação, mas também significado e criatividade. O jogo codifica a cultura, uma sociedade organizada hierarquicamente, na qual os conflitos são resolvidos de acordo com regras rígidas. A dimensão cultural, expressa na beleza do jogo é perdida quando o xadrez é reduzido ao processamento de informação. O mesmo aplica-se à criatividade. Independentemente do domínio da expressão – música, multimídia,

teatro, dança, poesia e tantos outros – a criatividade envolve informação, mas também suscita significado. Ela convida à interpretação. Caso contrário, ela faz pouco sentido. Jogar tinta em uma tela não transforma uma pessoa em Jackson Pollock! Há um significado na pintura de ação – as imagens são testemunho de sentimentos e emoções e não de como as coisas se parecem quando as olhamos ou quando tiramos fotos delas. Apesar de algumas obras de arte modernas aparentarem poder ser feitas por qualquer criança, não quer dizer que toda criança possa produzir obras de arte significativas, isto é, expressões da intenção de compartilhar algo. A consciência estética, como a consciência semiótica, qualifica a ação em significante ou insignificante (como frequentemente é o caso).

### **O que é o domínio de conhecimento da Semiótica?**

Liu estudou ciência da computação e gestão de informação. Ele está convicto de que “a palavra semiótica vem da palavra grega para sintoma,” (Liu, 2005, p. 13). Depois de várias outras afirmações duvidosas (ex. “Ferdinand de Saussure (...) fundou a semiologia, uma escola europeia de semiótica”), ele escreve: “A semiótica tem três campos distintos: sintática, semântica e pragmática,” (Liu, p.13). A partir de então, não há mais semiótica, ou semiótica de qualidade no seu livro. Nos últimos dois anos, eu estive em contato com alguns estudantes de Liu. Um deles me explicou que “o interesse dele está na aplicação dos métodos de semiótica organizacional na análise e desenho de sistemas” (conversa pessoal, 21 de abril de 2011).

Sieckenius de Souza e Tanaka-Ishii vêm da linguística. O enfoque delas na semiótica é mais preciso. Sieckenius de Souza escreve sobre “o estudo dos signos, dos processos de significação e de como signos e significação participam do processo de comunicação” (Sieckenius de Souza, 2005, p. 3). Tanaka-Ishii defende que “A questão mais fundamental da semiótica (...) é aquela da unidade básica do signo” (Tanaka-Ishii, 2010, p. 26). Liu dedica-se aos sistemas de informação. Ronald Stamper (Twente, Holanda) iniciou precocemente (em 1973) o que hoje nós chamamos sistemas baseados em TI (tecnologia da informação) e, em 1989, Liu se juntou à sua equipe. Sieckenius de Souza está interessada na interação humano-computador, Tanaka-Ishii na programação de linguagens. Se não fosse pela palavra semiótica – algumas vezes usada de modo mais que aproximativo – estes três livros não teriam nada em comum. (Não significa coisa alguma que dois deles tenham o selo da Editora da Universidade de Cambridge.) O fato dos computadores estarem no centro de suas pesquisas também tem relevância marginal. Nenhum deles estava preocupado em definir computação por uma perspectiva semiótica. Como esse não é o objetivo explícito deles, repreender (o que é diferente de criticar) a ausência de tal assunto não é justificável. Atualmente na computação domina a perspectiva do

processamento de informação. Contudo, cientistas computacionais perceberam que ao aceitar essa redução eles perdem aspectos associados ao que eles chamam de *dimensão simbólica* (ver Conery, 2010). Isto é, interpretação e resultado dada a necessidade de se trabalhar com informação significativa.

Mas será possível indicar aspectos semióticos da computação sem tentar definir uma perspectiva mais ampla da semiótica? E mais, uma vez que a teoria da informação não precisa defender seu domínio de conhecimento (ela é uma ciência exata), podemos assumir que esse também é o caso da semiótica? (Alguns cientistas irão argumentar que a definição de informação não é aceita de modo universal). Os três autores fundamentam-se em concepções completamente diferentes do que semiótica deve ser. Nesse sentido, eles representam toda a disciplina. Contudo, para aqueles que acompanham artigos e livros em vários contextos da semiótica é surpreendente que não exista um entendimento comum do que é a semiótica. A aceitação de que a semiótica trata de signos pode por vezes ser vista como senso comum (ou banalidade). Mas isso também não ajuda, pois não há consenso sobre o que é essa entidade chamada signo. Na maioria das vezes, definições prévias reutilizadas, mas não de maneira precisa como um solista leria um placar. Ao contrário, essas definições tomam a forma de memórias, de um tempo reconstruído a partir de interpretações criadas por musicistas que não sabem como ler um placar ou não se interessam por lê-lo. Com o intuito de compreender a unidade entre informação e semiótica, isto é, entre processar dados e conhecer o significado (como pré-requisito para atividades práticas), os pesquisadores decidiram definir os *relata*, isto é, as entidades postas em relação. Um famoso físico, John Archibald Wheeler, insistiu no significado de informação (ver Davies, 2004, pp. 8-10). Um *bit* deve referir-se a algo e nós precisamos entender essa referência. Um *click* do contador de Geiger está conectado ao conhecimento (ele exemplifica: O átomo se desintegrou).

Aqueles interessados em compreender a semiótica aplicada a atividades práticas se apoiam em uma grande quantidade de conhecimento compartilhado. Por exemplo, a experiência acumulada nas várias formas de interação tanto entre indivíduos, como dentro de comunidades é uma fonte de conhecimento. Interações entre seres humanos e o resto do mundo são também relevantes para definir o domínio de conhecimento da semiótica. A epistemologia reflete o esforço em encontrar rastros de questões fundamentais em atividades práticas. Não temos acesso à mente daqueles que precocemente transcenderam a imediaticidade de suas ações e olharam para além no espaço de sua existência e no tempo de suas vidas. Mas nós temos acesso ao processo pelo qual recém-nascidos e filhotes (humanos e animais) adquirem experiência com representações e como eles as criam conforme suas próprias necessidades ou de acordo com as circunstâncias. Além disso, sabemos (ver Mitchell,

2009) que a mente humana é um testemunho vivo da interação entre mentes: as três regiões ativas mais desenvolvidas do cérebro estão especificamente a serviço de compreender “o que se passa na mente dos outros” (Mitchell, p. 79). Essa compreensão não é sobre a química ou os impulsos elétricos cerebrais, mas sobre o significado das ações humanas e a percepção de futuro. Resumindo, é uma semiótica baseada em quais indivíduos se agregam para alcançar um objetivo, não no que eles buscam. Semiótica é, nesse contexto, definida com foco na representação (não nos signos), mais precisamente, na capacidade de “representar estados mentais nos outros” (Gallese, 2001, p. 33).

Conhecimento, na sua forma mais simples, origina-se na percepção de que existe algo mais do que imediaticidade. Isso se aplica à física, ao questionar como o mundo se comporta, à matemática, à lógica e à semiótica. A geometria se origina em atividades relacionadas ao compartilhamento de espaço. Tais atividades podem ser: reivindicar porções de terra vizinhas, tomar posse, iniciar ou participar de trocas, produção, comércio e assim por diante. A variedade de formas pela qual a geometria participa de tais atividades é prova de que ela é desenvolvida conforme a necessidade. Não existem pontos, linhas ou superfícies no mundo – essas são abstrações das quais a geometria computacional se apropriou. Não existem números no mundo, apesar de existirem matemáticos (Livio [2003] é um deles) convencidos de que números existem assim como existem pedras e plantas. Do mesmo modo, há semiotistas que leem os signos da natureza – ou outros signos, alguns não vale a pena mencionar – ou que acreditam que o que eles chamam de signos existe na realidade, independentemente deles serem interpretados como tais ou não. Medir uma superfície, isto é, introduzir uma escala, é uma atividade relacionada a tarefas práticas. Isso se torna mais criativo conforme criam-se e utilizam-se mais formas de qualificar as características de uma área. Medir é facilitar a substituição do real (aquilo que é medido) pela medida, isto é, a representação do que foi medido. Viajar, orientar-se e navegar são todas atividades derivadas da relação entre geometria e semiótica. Na expansão da imediaticidade de um lugar para sua representação, a geometria e a semiótica se fundem. A experiência de observar as estrelas e padrões repetitivos no ambiente se traduz em construções, que são integradas em padrões de atividade. Rosen (1985, p. 155) observou “pastores que sem motivo traçavam um escorpião nas estrelas” (sendo o assunto de interesse as relações entre os componetes). Ele também levantou a questão da constatação: “Antepassados podiam ver a rotação da Terra a cada manhã simplesmente ao observar o céu” (Rosen, p. 201). Rosen sugere, inspirado na definição de Hausdorff de animal semiótico (ao qual retornaremos), que as constatações que variam de pessoa para pessoa não nos conduzem a inferências uniformes, não são automáticas. Um observador no passado

"não poderia entender o que ele via", assim como "nós não conseguimos entender o que cada organismo nos diz,"(Rosen, p. 201). Isso porque não tínhamos conhecimento para isso. Baseado nesses pensamentos do senso comum, podemos fazer a primeira observação, a "linguagem" na qual os fenômenos (astronômicos, biológicos ou qualquer outro) "falam" conosco é a da semiótica. De modo mais geral, todo o nosso conhecimento, do mais concreto ao mais abstrato, se incorpora nas várias linguagens que definem as ciências. Cada linguagem científica inclui a razão de ser de seu respectivo domínio de conhecimento. A matemática, em sua condição mais compreensível como expressão abstrata do conhecimento, é uma visão do mundo conforme ele muda. A ciência da computação é uma visão do mundo a partir da hipótese de que todas as coisas são redutíveis ao processamento de informação (a própria vida é uma computação, parte da grande computação que compõe o universo). Von Neumann (1963) não foi o único a expressar esse ponto de vista. A semiótica da vida é quase sempre incorporada no processamento de informação. O meta-nível do conhecimento é reabsorvido em cada domínio específico do conhecimento.

Não faz parte do escopo desse artigo reescrever a história da semiótica. Não obstante, aqueles conhecedores da história – os três autores dos livros discutidos não dariam conta nem de uma parte dessa história – sabem que não podemos deixar de definir o domínio de conhecimento da semiótica e, além disso, identificar seus métodos específicos. Sem entender o que e porquê pesquisamos algo e, ainda mais, que métodos utilizamos, não há conhecimento a ser explicado.

A semiótica começou e fracassou muitas vezes. O diálogo *Crátilo* (360 BCE/2010) de Platão apresentou as leis (nomotetas) que a semiótica deve descrever (certamente nomear é a ação, mas em *Crátilo*, nomear corresponde à causa da nomeação). A semiótica não é em si mesma a expressão da lei, mas sim um meio de evidenciá-la. Vemos que o nome está associado à força (dinâmica) e lemos sobre a relação entre coisas e nomes. Na essência está o discurso, essa é a forma como a semiótica se apresentava naquela época. Aristóteles em *Poética* (350 BCE/1961), as contribuições dos Estóicos e de Sextus Empiricus (*Adversus Mathematicos, Commentaries on the Stoics*, VIII) aproximadamente 450 anos depois, todos esses escritos permanecem rascunhos, coleções de pensamentos dignos de nosso esforço intelectual para compreendê-los, mas sem nenhuma consequência para aqueles envolvidos na área da computação. O fato de Brenda Laurel, na época uma aluna de doutorado com quem me encontrei durante minha aventura computacional na Universidade do Estado de Ohio (Ohio State University), usar em sua tese a mimese aristotélica para abordar a questão da interação humano-computador contradiz minha afirmação, pelo menos formalmente. (O popular jogo eletrônico de múltiplos jogadores chamado *Mimesis* não

tem nenhuma relação com esse assunto.) Na realidade, nem o significante (*lekton*), nem Santo Augustinho (397/1958) *De doctrina christiana*, nem Santo Anselmo Monologion (1075-1076, ver Williams, 2007), nem as explorações arábicas (Avicenna em particular) e nem a *Mimesis* de Aristóteles poderiam nos ajudar a compreender melhor o que significa computar. Sim, seus conceitos (nomeei apenas alguns) são marcas de questões levantadas anteriormente, em particular: Como pode algo em um mundo no qual as ações asseguram nosso desempenho (sobrevivência) ser “duplicado” na mente? As questões de Lambert a cerca da conexão entre pensamento e coisas pertence à mesma categoria. Já a percepção de que as mentes questionam infinitamente e de modo recíproco foi levantada relativamente tarde (ver Nadin, 1991, em particular a origem da palavra inglesa *mind*).

A título de esclarecimento, não é a história antiga nem a mais recente que tem relevância para esse domínio, mas sim o empenho em compreender a necessidade da semiótica, se essa necessidade de fato existir. Nenhum dos livros discutidos nesse artigo – sobre esse assunto, muito poucas das contribuições semióticas para a área da computação – atestam tal necessidade. Apesar de termos uma volta da semiótica na Idade Média, (Roscelin, Guillaume de Champeaux, Garland, Abélard), o cenário não mudou. Quem, se é que alguém, encontraria em Jean de Salisbury (*Metalogicon*) argumentos para a relevância da semiótica? Na melhor das hipóteses, encontramos marcas de outras questões nas reflexões de Occam, William de Shyreswood, como aquelas relacionadas à natureza das abstrações. Lambert d'Auxerre e Roger Bacon fazem referência ao que é necessário para alcançar a clareza. Sem dúvida, Hobbes (*Leviatã*, 1650/2010), a *Logique de Port Royal* (Arnaud & Nicole, 1662/1964) e John Locke (formas de raciocínio e, principalmente, A divisão das Ciências [*The division of the Sciences*], 1690/1979) são precursores do moderno renascimento da semiótica associada a Ferdinand Saussure e Charles Sanders Peirce. Mais importante, especialmente dado o nosso foco na computação, é o trabalho hercúleo de Leibniz. Não há semiótica em si em Leibniz, mas há a *língua adâmica* (uma língua universal na qual tudo pode ser traduzido) e o *calculus ratiocinator*, que estava provavelmente muito a frente das máquinas informáticas que ele possuiu (e que alguns acreditam terem sido construídas por ele). Tão diferentes quanto as visões de Leibniz e Peirce são, isso é o mais perto que chegamos de compreender porquê a semiótica pode ser significativa para a compreensão da computação ou para o funcionamento da mente humana.

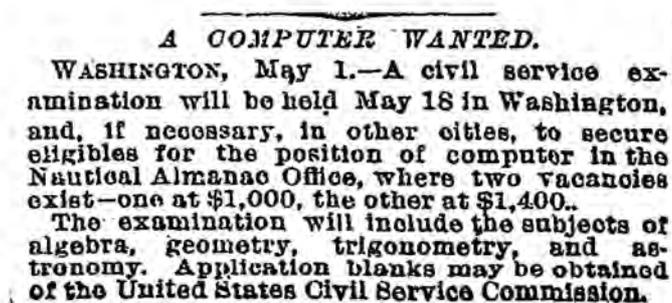
É importante, mesmo para aqueles que não se interessam pela revisão histórica, a distinção entre linguagem associada a convenção ou lei (*nomoi*) e linguagem associada a natureza (*phusei*). Ninguém espera que os semioticistas atuais se tornem historiadores. Contudo, na ausência de uma compreensão mais ampla dos conceitos,

continuaremos a explorar, de olhos vendados, novos continentes (de pensamentos e ações). Eu não duvido que Saussure e Peirce são referências válidas, mas eu sugiro que a *diacronia* de Hermann Paul conduz muito mais à compreensão da dinâmica específica da linguagem. Esse é apenas um exemplo. Nikolai Sergeyevitch Troubetzkoy pode ser outro, assim como Louis Hjelmslev.

## Computadores antes do computador

Se a matemática ou a lógica (ou ambas) são linguagens universais, é possível conceber uma máquina para automatizar a atividade prática que caracteriza a matemática? Antes da máquina, havia, claro, os computadores humanos:

Figura 1<sup>2</sup>: O que um "computador" deveria saber



**A COMPUTER WANTED.**  
WASHINGTON, May 1.—A civil service examination will be held May 18 in Washington, and, if necessary, in other cities, to secure eligibles for the position of computer in the Nautical Almanac Office, where two vacancies exist—one at \$1,000, the other at \$1,400.  
The examination will include the subjects of algebra, geometry, trigonometry, and astronomy. Application blanks may be obtained of the United States Civil Service Commission.

*The New York Times*  
Published: May 2, 1892  
Copyright © The New York Times

Nota: O ser humano como computador é anterior à automação da matemática.

Leibniz e Peirce foram, em suas respectivas épocas, bons matemáticos. Desse modo, eles entenderam o que era necessário para ser um bom computador, homem ou máquina. Entre os pré-requisitos estavam:

- compreensão de representação – operar objetos reais é diferente de operar representações;
- compreensão do significado de operar representações;
- a habilidade para avaliar as consequências das ações, isto é, o desempenho.

<sup>2</sup> Necessita-se de um computador.

Washington, 1 de maio. – No dia 18 de maio em Washington e, se necessário, em outras cidades, ocorrerá um concurso público para o cargo de computador no Escritório do Almanac Náutico para preencher duas vagas, uma com salário de 1000 dólares e a outra de 1500 dólares.

As áreas do concurso incluem álgebra, geometria, trigonometria e astronomia. Formulários para inscrição devem ser retirados no comitê de serviço social dos Estados Unidos.

New York Times

Publicado em 2 de maio de 1892

Peirce contribuiu para o assunto com o texto "Máquinas Lógicas [*Logical Machines*]", que foi publicado no primeiro número do periódico *The American Journal of Psychology* (Novembro 1887, pp. 165-169). Ele fez referência à "Viagem à Laputa" (da Viagem de Gulliver), em especial a uma máquina para desenvolver a ciência automaticamente. A ironia de Jonathan Swift sobre Aristóteles e Bacon se contrasta à lógica das máquinas de Jevons e Marquand (que foi aluno de Peirce) e às máquinas matemáticas de sua época (máquina somadora de Webb e máquina analítica de Babbage). O assunto, no entanto, é a "natureza do processo de raciocínio" (Peirce, p. 165). Aqueles interessados em se aprofundar no assunto irão gostar da apresentação detalhada da lógica em ação nessas máquinas. Para quem não tem muito tempo (e essa é a regra atualmente), seguem observações bastante reveladoras:

- Toda máquina é uma máquina de raciocínio
- Experimentos tornam evidente "a razão objetiva incorporada nas leis da natureza"
- Toda máquina de raciocínio... tem duas incapacidades inerentes:
  1. é destituída de toda originalidade e de toda iniciativa, ela não pode encontrar seus próprios problemas;
  2. ela pode executar somente as tarefas para a qual ela foi concebida (Peirce, 1887, pp. 168-169).

Atenção: Nesse artigo de Peirce, não há nada que sugira que a semiótica possa ter qualquer relevância para compreender o que são as máquinas descritas por ele. Devemos provavelmente entender que o domínio de conhecimento da semiótica não inclui máquina alguma, nem o ábaco nem a mais recente materialização da computação digital ou analógica. Mas ele inclui o que as máquinas podem *processar* e *computar*, uma vez que informação e significado juntos podem se tornar o objeto de operação das máquinas. Além disso, as máquinas teriam que reunir aspectos determinados e indeterminados do processo cognitivo. Reciprocamente, o domínio de conhecimento da computação inclui a semiótica, tanto implicitamente quanto explicitamente, pois não obstante a natureza da computação, ela requer representações e interpretações e assume interações mediadas por representações com seres vivos. De fato, quando as máquinas operam, elas o fazem em entidades reais (polir diamantes, fazer farinha do grão de trigo, produzir *chips* etc.). A computação opera na *re(a)presentação* do real até mesmo quando elas comandam máquinas de processamento. Independentemente do seu grau de sofisticação, o resultado da semiose, isto é, do processo semiótico, é sempre sujeito a um novo

processo de interpretação para uma nova semiose. Por favor, atentem para a distinção entre as variedades de máquinas.

Contudo, Peirce não seria Peirce se ele não revisasse suas ideias desenvolvidas no texto "Máquinas Lógicas". Sobre isso, Lauro Frederico Barbosa da Silveira (1993) aponta as dificuldades que os pesquisadores encontram quando eles se referem a C. S. Peirce (qual deles?) devido às revisões que ele mesmo fez de seu pensamento. Ele discute as máquinas semióticas, um conceito baseado nas máquinas lógicas, e identifica o aprendizado como sendo uma característica de tais máquinas. Há muito para se descobrir e muito para se entender.

### **Grau de necessidade**

Esse é um procedimento lógico bastante simples, imagine que a semiótica desaparecesse. Dada sua relativa incapacidade de tornar possível um conhecimento, que de outro modo não estaria disponível, ela efetivamente morreu várias vezes. Peguei o livro de Liu, ignorei as falhas terminológicas e o reescrevi (o milagre do processamento digital!), deixando de lado a terminologia semiótica. O resultado é que o livro permaneceu basicamente o mesmo. O foco de Liu é na informação. Quando o autor define semiótica organizacional (Liu, p. 19), a expectativa é que os conceitos e métodos serão claramente definidos, mas não é isso que acontece no texto. Ele escreve sobre as divisões da semiótica (confundindo níveis de análise semiótica com ramos da semiótica). E a partir de referências ao trabalho de Stamper (1973), outros ramos da semiótica são introduzidos: físico ("interessado nos aspectos físicos dos signos no nível de sinais e marcas" [*sic*, Liu, 2005, p. 26]), empírico ("o estudo de propriedades estatísticas dos signos quando diferentes mídias físicas e dispositivos são usados" Liu, p. 26) e o mundo social ("onde os efeitos do uso do signo em assuntos humanos é estudado," Liu, p. 27). Bom seria que a navalha de Occam estivesse em ação quando os autores (Liu e Stamper não são exceções) avançam multiplicando os conceitos. Eles não têm consciência do tremendo trabalho que já foi feito para reduzir a variedade de entidades semióticas àquelas que são realmente necessárias para descrever o processo semiótico coerentemente e consistentemente. Mas claro, estamos todos autorizados a conceber nossa própria terminologia e a sugerir novos métodos.

Não há expectativa de um alinhamento dogmático que censure de algum modo o cientista. Mas os cientistas são também responsáveis por seu esforço em elucidar aspectos simples ou complexos da realidade. Além do mais, quando um pesquisador constrói a partir do trabalho de outro, especialmente no que se refere à terminologia, é dever dele para com o autor preservar a integridade. Permita-me sugerir que Kecheng Liu seria mais bem sucedido em seu trabalho se não tivesse usado a

terminologia semiótica. Ele oferece "Um exemplo de Análise Semiótica" (como uma organização trabalha como um sistema de informação). Devo limitar a citação (não, eu não a inventei), mas se vocês quiserem um bom momento de *Erewhon*, procure os chamados "seis aspectos semióticos" por inteiro "No *nível físico*, o telefone deve ser conectado à linha de telefone por meio de uma operadora de serviços telefônicos. No *nível empírico*, os signos de voz serão convertidos em sinais eletrônicos (ou óticos) e transmitidos entre dois telefones" (Liu, 2005, pp. 35-36).

Nesse exemplo não há semiótica. No capítulo chamado "Da análise semiótica ao Desenho de Sistemas" o assunto se transforma na relação entre modelos semânticos e projeto de base de dados. Não há porque continuar discutindo essas questões sem sentido sobre uma (não existente) semiótica (ou um álibi semiótico). Isso não colabora com a nossa investigação mais ampla sobre qual é a relevância da semiótica. É possível que Liu seja competente em sistemas de engenharia e que os pareceristas do texto tenham achado que eles fizeram um favor à semiótica. Mas eles não fizeram!

Sem dúvida alguma, os livros de Sieckenius de Souza e Tanaka-Ishii necessitam da perspectiva semiótica. Pelo menos, elas defendem bem seu ponto de vista. Seus respectivos argumentos, apesar de serem obviamente muito diferentes da perspectiva linguística, são convincentes. O livro *Engenharia Semiótica* é uma contribuição original que nós só podemos esperar que continue a encontrar seu caminho na comunidade IHC. Depois desse primeiro livro, Sieckenius de Souza publicou *Métodos Semióticos para Pesquisa Científica em IHC [Semiotic Methods for Scientific Research in HCI]* junto com Carla Leitão (2009). Seu trabalho resultou em uma metodologia adotada pela comunidade de IHC e foi reconhecido ao vencer a premiação *Rigo Prize* em 2010. O método de inspeção semiótica (MIS) e o método de avaliação comunicativa (MAC) incorporam experiência nos aspectos qualitativos de IHC. Muitos exemplos esclarecem de modo convincente os objetivos e procedimentos de avaliação utilizados para descobrir em que medida os objetivos são alcançados. A autora não contribui em nada com a semiótica, esse não é o propósito de sua pesquisa, mas ela contribui para a engenharia. Imagem após imagem, o leitor torna-se familiarizado com o funcionamento de programas específicos e, indiretamente, com as implicações semióticas do esforço em aprimorar a comunicação entre o usuário e o programa. Sieckenius de Souza compreende que o projeto em si é baseado na semiótica e presta a devida atenção a fatores bastante diversos, como estéticos, psicológicos e sociais. O programa de semiótica de Eco, isto é, a investigação acerca do significado e da comunicação, é adotado e seguido. Do meu ponto de vista, a ideia de semiose infinita (resultante de um fundamento peirceano) que Sieckenius de Souza adota é bastante encorajadora. Na recursividade, como ela corretamente aponta, as máquinas e a semiose se encontram (Sieckenius de Souza, 2005, pp. 26-27). Em um e-mail recente

ela expressou frustrações dignas de serem mencionadas aqui: "Ter estudado semiótica faz toda a diferença (...) Eu tenho a impressão (...) que profissionais de IHC e estudantes norte americanos se perguntam: 'O que há nisso para mim?' (...) Como você sabe, a resposta é 'um mundo completamente novo, mas custará muito pensamento crítico para alcançá-lo.'" (Sieckenius de Souza, comunicação pessoal, 19 de maio de 2010).

Apesar de sua semiótica frequentemente simplificada poder ser frustrante para semioticistas, é evidente que ela é comprometida com a abordagem. Muitos pesquisadores bem intencionados abandonaram a semiótica porque sua linguagem é, por vezes, obscura ou porque ela introduz distinções complexas e geralmente desnecessárias. Engenheiros não são conhecidos por sua predisposição à teoria. Eles inventaram (no século XVII, William Oughtred utilizando o trabalho de Napier sobre logaritmos) a régua de cálculo e mais tarde a calculadora portátil e a planilha. Isto é, a matemática reduzida ao que os engenheiros precisam na sua rotina de trabalho. Um número maior de engenheiros adotaria a engenharia semiótica se fossem fornecidos meios automatizados para a sua aplicação. Algo como uma régua de calcular semiótica. Mas isso também ocorre com os cientistas da computação? Deve-se notar que o trabalho de Sieckenius de Souza se tornou um exemplo para os outros. Seu grupo de engenharia semiótica é produtivo, mais jovens pesquisadores parecem dedicados à aquisição de conhecimento para propósitos particulares na engenharia (por exemplo, programação *web* para melhorar a acessibilidade, desenho de novas interfaces e aplicativos multi-culturais). Ao mesmo tempo, Sieckenius de Souza ganhou o prêmio *RIGO Award* do Grupo de Interesse Especial em *Design* de Comunicação (SIGDOC), que foi também dado a Maria Cecília Calani Barananauskas (Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Brasil). Ela também está envolvida com IHC e é afiliada ao grupo de Liu em Reading, na Inglaterra.

Sieckenius de Souza tenta dedicar-se à conexão entre os desenvolvedores de softwares e seus possíveis usuários. A comunicação, portanto, é o seu foco. Afirmar que o computador é um signo capaz de gerar novos signos é deixar passar a natureza construtivista da semiótica, que é fundamental. O fato de Peter Andersen e, especialmente, Frieder Nake terem tentado conceituar o signo algoritmo é provavelmente um argumento favorável à posição de Sieckenius de Souza. No entanto, Nake e Andersen se referem a quasi-signos e enxergam a interface com o emissor (no sentido de Shannon). Sieckenius de Souza fez uma grande escolha: Peirce! O motivo é claro, o reconhecimento do processo dos interpretantes.

Sobre isso, uma importante questão semiótica precisa ser reconhecida. A linguagem participa da interação humana de muitos modos. Mas qual linguagem realmente resulta em um ser humano capaz de lidar com a mudança? A linguagem

dos cientistas? A linguagem da literatura? A linguagem construída e disseminada pela educação formal? A linguagem reduzida (vocabulário reduzido, gramática rudimentar, uso de estereótipos etc.) de um número crescente da população? A respeito do foco em IHC de Sieckenius de Souza – qual interface ajuda mais: a emburrecedora ou a desafiadora? –, pesquisas importantes (van Nimwegen & van Oostendorp, 2009) sugerem resultados interessantes que podem revelar aspectos de engenharia da semiótica da IHC. De fato, quanto mais a interface substitui o esforço humano, menor é a adaptação dos usuários a novas situações. Certamente, isto também é relevante para os estudos semióticos de programação.

### Qui prodest? (A quem interessa?)

A esperança de que a polinização cruzada seja benéfica anima qualquer um que toma a inter- e a transdisciplinaridade seriamente. A ciência da computação se beneficia da semiótica? A semiótica se beneficia da ciência da computação? Ademais, temos um melhor entendimento de nós mesmos facilitado por experiências semióticas de natureza diferente daquelas que os seres humanos tiveram no passado? A semiótica associada à caça e ao extrativismo ou aquela associada à agricultura ou à era industrial é fundamentalmente diferente da semiótica associada à era da informação. (*Fundamental* significa que existe uma descontinuidade que precisa ser conhecida). Ao longo do tempo, muitos autores abordaram tais questões. Ao revisar o livro de Tanaka-Ishii, Kevin McGee (Universidade Nacional de Singapura) questiona “como a semiótica e a análise formal comunicam-se entre si” (McGee, 2011, p. 930). Ele está correto em ressaltar que os autores que contribuíram com aspectos semióticos da comunicação “tendem a ser principalmente semioticistas analisando tecnologia ou pesquisadores de tecnologia utilizando os conceitos semióticos (...) para discutir tecnologia” (McGee, p. 931). Em tempos de especialização, a esperança de que alguém poderá adquirir competência nas duas áreas de conhecimento é na melhor das hipóteses ingênua. Sendo uma linguista, Tanaka-Ishii é uma boa candidata a entender linguagens formais. Além disso, ela não se dedica ao assunto de modo geral, mas define reflexividade como sendo seu enfoque, sabendo que a semiótica pode efetivamente trabalhar essa questão. (“O Objetivo Deste Livro,” subseção 1.1, é uma declaração segura de integridade.) Sem grande alarde, ela apresenta premissas muito claras: “sistemas de máquinas e sistemas humanos podem ser considerados similares até certo ponto” (Tanaka-Ishii, 2010, p. 2); “Teorias Semióticas aplicadas à programação permitem considerar (...) o universal e a natureza específica dos signos em máquinas e sistemas humanos” (Tanaka-Ishii, 2010, p. 3; ver seu diagrama na p. 3); “a diferença entre signos computacionais e

signos humanos está em suas diferentes capacidades de lidar com a reflexividade.” (Tanaka-Ishii, 2010, p. 3)

Há pontos delicados em sua discussão sobre similaridade entre humano e máquina, o que significa “até certo ponto”, “o que são signos em máquinas?” e assim por diante. Mas esse é um livro honesto, dedicado a tal ponto que a autora ignora qualquer coisa que não seja especificamente relevante para o seu trabalho. Na realidade, ela acredita, adequadamente ou não, que quase não houve contribuição para a área antes de ela começar o trabalho. Prefiro essa atitude parcimoniosa à de autores que utilizam o Google e a Wikipedia como suas fontes de pesquisa. Mas o crédito que devemos a essa autora por manter a simplicidade (inclusive as poucas referências) têm o seu preço. Sob seu ponto de vista, reflexividade em programação funcional está relacionada ao modelo diádico de Saussure, enquanto a estrutura triádica de Peirce corresponde à programação orientada ao objeto. Afirmar é, com certeza, mais fácil do que demonstrar ou justificar. Ela distingue modelos de signos (no que diz respeito ao que são os signos, ver Tanaka-Ishii, 2010, p. 6), tipos de signos e sistemas de signos. Ciente de que competência é uma premissa necessária, ela tenta propor uma definição. A partir de então, as coisas tornam-se escorregadias. “Quando eu comecei a escrever esse livro,” ela nos informa, “a teoria semiótica não estava suficientemente estabelecida para ser aplicada diretamente de modo completo tal que pudesse ser introduzida no início do livro,” (Tanaka-Ishii, p. 7).

Isso não pode ser aceito sem questionamento. Joseph Goguen, cujo impressionante trabalho ainda aguarda reconhecimento, já havia fundado seu grupo na Universidade da Califórnia – São Diego.<sup>3</sup> Tampouco podemos tomar seriamente o esforço em introduzir hipóteses por meio da arte (“introdução intuitiva ou metafórica,” Tanaka-Ishii, 2010, p. 8). (Outra vez, Goguen estava à frente, embora trabalhando com exemplos da Música e, por isso, muito mais preparado para discussões sobre programação.) Uma fundamentação semiótica mais ampla teria mostrado a Tanaka-Ishii que reproduções (especialmente em preto e branco) não podem significar o mesmo que o original. Desse modo, referências às gradações de cinza dizem tanto quanto cinza e as reproduções de arte dizem tanto quanto qualquer imagem (pintura, fotografia ou desenho). A autora é bem formada, tem boa leitura, é interessada em arte, mas pouco precisa na análise que ela propõe. Semiótica e semiologia são comparadas sem entendimento profundo de suas respectivas condições. Saussure é o mestre da visão sincrônica. Peirce avança sobre a visão dinâmica. Não se pode escrever, “O significado de Saussure corresponde ao objeto de Peirce,” (Tanaka-Ishii,

<sup>3</sup> Tive a oportunidade de conversar com ele (em Stanford, nós temos um interesse comum em teoria das categorias) sobre sua *Semiótica Algébrica* (1999) e nós continuamos nosso diálogo sobre programação até sua morte prematura.

p. 29) sem arriscar uma simplificação que neutraliza o animal semiótico. O objeto imediato e o objeto dinâmico de Peirce é outra distinção que não deve ser ignorada. Além disso, o interpretante requer uma abordagem totalmente diferente da que se manifesta nesse livro. A semiótica de Peirce é parte inseparável de sua filosofia (para o mérito de Tanaka-Ishii, disso ela é consciente, haja vista sua discussão sobre Primeiridade, Secundidade e Terceiridade, pp. 104, 123). Para deixar claro, Peirce tem uma concepção triática-tricotômica de semiótica. Sabendo disso, não se pode escrever sobre a aplicação das tricotomias aos signos computacionais (Tanaka-Ishii, p. 105), assim como não se pode transformar os tipos de representações (icônica, indicial e simbólica) em classes de signos. As classes, na visão de Peirce, são as dez classes que ele definiu. Certamente, trabalhar com essas dez classes pode ser trabalhoso, mas essa é a única maneira de compreender o amplo sistema de Peirce. Reduções podem se tornar simplificações perigosas. A alternativa é expandir seus próprios conceitos.

Assumindo que o livro de Tanaka-Ishii reivindica ser o primeiro a empenhar-se em um fundamento semiótico para a programação, percebemos que esse é um grande desafio. Especialmente considerando que a linguagem natural é expressiva, mas imprecisa (ver Nadin, 1997, pp. 161, 255-256, 264-269, 682) e que se espera que a linguagem de programação seja precisa a ponto de eliminar a ambiguidade (com os quais as máquinas não podem lidar). Mas Tanaka-Ishii sequer expressa esse aspecto definidor do fundamento semiótico para programação.

Seria equivocado se os leitores interpretassem tais observações como indicação de que esse livro não vale a pena. O que estou tentando sugerir é que esse bom livro poderia ter sido melhor. É exatamente isso que precisamos se quisermos defender a importância da semiótica. A competência de Tanaka-Ishii em linguagem formal e linguagem de programação, em particular, a qualifica como uma pesquisadora promissora sobre as implicações semióticas na era da computação. A característica autorreferencial da linguagem humana, na qual representação e interpretação estão entrelaçadas, tem servido bem aos seres humanos. Atividades computacionais contam com uma linguagem pobre em termos de reflexividade. Elas foram concebidas com objetivos diferentes. Esse é um aspecto fundamental: Podemos estender a dinâmica dos vivos, em particular suas características evolutivas, para o domínio das máquinas? Pode a linguagem ser o agente para alcançar esse resultado? A similaridade entre humano e máquina, que é uma de suas premissas, atraiu muitas especulações. O fato da felicidade (ou emoções), um estado do sistema que chamamos de vivo, estar no espaço da ambiguidade e não ser necessariamente um objetivo alcançável pela máquina pode surpreender alguns. Mas não Tanaka-Ishii que tem consciência da reflexividade, no entanto, ela também é uma pesquisadora

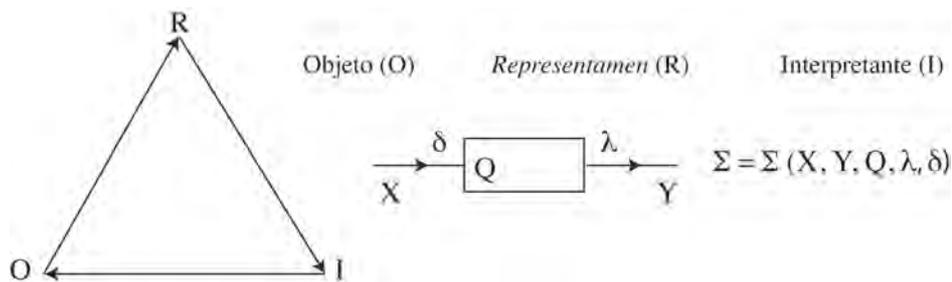
oportunista. O livro, que se dedica seriamente em um aspecto pequeno do problema, não arrisca uma resposta. Mas se nosso objetivo é procurar vestígios, lembrem-se que nós buscamos na história da semiótica marcas de perguntas levantadas em vários momentos, aqui nós temos o traço de uma pergunta importante. Ela foi formulada seriamente e a autora merece se reconhecida por isso, apesar das deficiências mencionadas.

Contudo, o problema colocado é, em última instância, uma extensão do *Entscheidungsproblem* (1928) de Hilbert, a busca por um algoritmo que resolva equações diofantinas generalizadas a todas as equações. Como tal, Gödel e Turing já nos informaram que tal algoritmo não existe. Se Tanaka-Ishii queria desafiar a demonstração apresentada por eles, ela não foi bem sucedida. Durante uma aula (em 22 de março de 1995), Martin Davis tendo analisado o *insight* matemático poderia achar que os argumentos de Tanaka-Ishii validavam sua perspectiva atual. A desejo de Peirce de que sua semiótica fosse uma lógica da vagueza (see Nadin, 1980, 1983) mostra apenas quão difícil é distinguir lógica de semiótica (isso sem mencionar lógica de matemática).

### **O Motor Semiótico: a discussão que não avança**

Por trás de afirmações como "Eu fui o primeiro" há uma ironia que membros respeitáveis da academia não percebem. É que essas afirmações são resultado de uma competição na qual todos correm em diferentes direções. Não há necessidade real de reabrir essa discussão. Ao longo de anos, eu discuti com Kenneth Ketner (em 1988), Gert Döben-Henisch (em 1995), Barbosa da Silveira e indiretamente com Winfried Nöth (2002) sobre assuntos de semiótica e computação. Ainda sobre esse tema, troquei ideias substanciais com o Peter Bøgh Andersen e Frieder Nake (em 1992, 1994 e em andamento) e também com Solomon Marcus (agora no verão de 2009). Inicialmente, o conceito de motor semiótico (termo que escolhi inspirado na terminologia do motor analítico) surgiu nas minhas discussões com Max Bense, um determinista convicto, mas também um simpático interlocutor. Em *Semiosis* (Nadin, 1977), publiquei uma demonstração matemática da equivalência entre a definição peirceana de signo e o autômato finito nebuloso [ref. Lógica *Fuzzy*].

Figura 2: Representação e autômato finito nebuloso: fornecendo a equivalência para definições formais



Nota: A ideia de autômato é uma generalização do funcionamento maquínico. A descrição nebulosa (*fuzzy*) de valores de entrada e saída corresponde à intenção de capturar não somente quantidades, mas também qualidades. As duas funções de transferência  $\delta$  e  $\lambda$  podem ser definidas de tal maneira que comportamentos pseudo-não-deterministas podem ser simulados por autômatos finitos nebulosos.

Isso inspirou a analogia com uma máquina que incorpora o processo semiótico. Com o tempo deixei para trás minha premissa inicial. Foi só em janeiro de 2010 que me dei conta de que vários autores que defendem o uso da expressão *máquina semiótica* estão expandindo um entendimento de semiótica diferente do meu. De fato, essa expressão é justificada apenas para os que comparam processos informacionais a processos semióticos. Além disso, apenas para aqueles que não veem diferença entre os vivos e o físico é que a redução à máquina (voltando a Descartes) faz sentido. Esse não é o meu caso. A demonstração matemática da equivalência entre a definição dinâmica do signo e o autômato finito nebuloso foi, na melhor das hipóteses, um ponto de partida para elaborações posteriores que me conduziram aos sistemas antecipatórios (antecipação).

A máquina de processamento informacional incorpora nosso entendimento do mundo de ação e reação. Ela não sabe o que é incerteza, apesar de saber muito sobre probabilidade. A máquina semiótica (muito mais uma analogia formal do que uma realização física) é a expressão de questões a respeito da antecipação. Tal máquina é não-determinística, tem pelo menos dois relógios e é altamente adaptativa e focada em resultado (teleológica). Com isso em mente, percebo que a variedade de entendimentos associados àqueles mencionados anteriormente correspondem a posicionamentos fundamentais que são inconciliáveis. Em uma contribuição notável (Hong, 2007), Sumgook Hong abordou o tema da relação entre "Homem e máquina nos anos 1960" sob uma perspectiva bem ampla. Não há necessidade de citar aqui, em detalhes, Norbert Wiener, Heinz von Foerster, Mansfield Clynes, Nathan Kline (a quem devemos o termo ciborgue), Erich Fromm, Jacques Ellul, Lewis Mumford, John

Galbraith e outros. Mas há uma necessidade clara de observar a distinção feita por François Jacob entre o *mundo físico* e o *mundo dos vivos*. Um dos processos informacionais e o outro acrescido da dimensão dos processos semióticos e sua inerente incerteza. *Máquinas simples* (termo de Rosen, 1985, p. 111) “não cometem erros”, máquinas complexas podem se comportar erroneamente (estragar-se é um desses comportamentos). Nos termos das máquinas de von Neumann e Turing, o computador é uma máquina determinística. Diferentes modos de computação são extremamente sedutores, mas ainda indisponíveis. A máquina determinística trabalha abaixo do limiar da complexidade associada aos vivos, nós lidamos com pseudo-signos e não com signos (isso se você ainda quiser focar nos signos e não em representações).

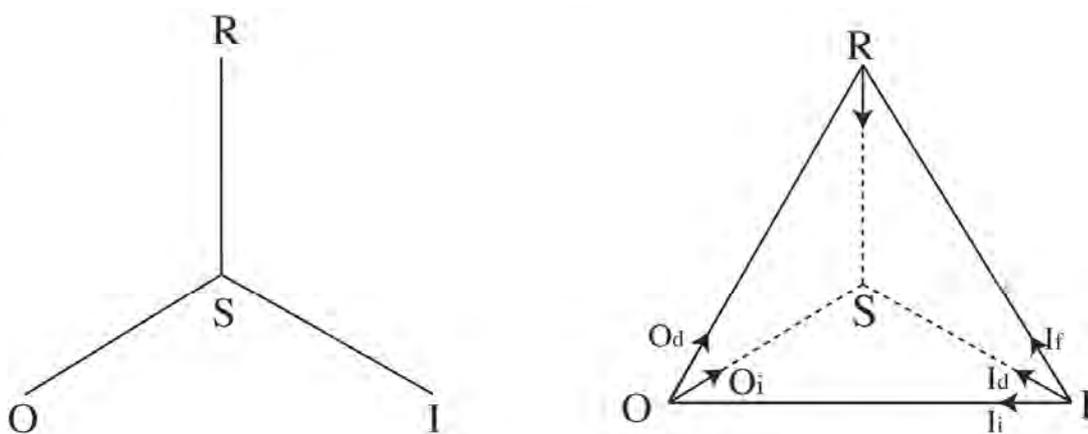
Pesquisadores em computação molecular (Tadashi Nakano da UC-Irving, Miles Pierce da Caltech, John Reif da Duke University, entre outros) mantêm a esperança de sintetizar *máquinas vivas* (ver Kroeker, 2008). Auto-estruturação autônoma de Turing parece apropriada para lidar com *computação viva*. Acoplada ou não a corpos humanos, é uma expressão da conexão entre metabolismo e representação, isto é, informação e processo semiótico incorporado em informação significativa.

Certamente, antes de darmos um passo a frente, precisamos definir nossa terminologia. Nesse sentido, para mim semiótica não se trata do frequentemente equivocado conceito (entidade) chamado de *o signo*. Quando destaca-se o signo, definido de formas variadas (algumas melhor justificadas das que outras), a semiótica torna-se uma disciplina mal definida. A característica da semiótica, como Hausdorff compreendeu e Cassirer defendeu, é *re(a)presentação*. O fato de podermos chamar os meios de representação de *signos*, ou podermos defini-los como signos, é menos relevante do que a função essencial da semiótica. Intimamente relacionado à representação está o papel da interpretação, por meio da interpretação associa-se um significado ao signo. Além disso, representações estão sujeitas a representações adicionais, a operações em representações, a interpretações que se tornam sucessivamente novas representações e assim por diante. Signos são análogos a marcadores de posição decimal na matemática. Mas não mais do que isso. Eles não se referem à interação, que é a característica principal dos vivos. Em especial, interações mentais são decisivas: nós automaticamente lemos mentes todo o tempo, nós sondamos o futuro, nós somos em antecipação (o que é diferente de *nós antecipamos*, um verbo que na verdade não tem sentido).

Mais um detalhe, reflexividade semiótica se traduz como consciência semiótica. Sem consciência do papel que a representação tem na nossa compreensão do mundo e de nós mesmos, não há semiótica. Nenhuma máquina fez surgir, por conta própria e com seus próprios recursos, um símbolo (como Lewis Mumford apontou: “Nenhum

computador pode fazer um novo símbolo a partir de seus próprios recursos" (1967, p. 29)). Mesmo se pudesse, a máquina não saberia o que fazer com isso, como interpretá-lo.

O sistema semiótico que associamos ao Peirce, em particular, o processo dos interpretantes, se aproxima do que eu proponho. A definição peirceana de signo, que é, a unidade entre objeto (imediate e dinâmico), o *representamen* e o interpretante é, na realidade, a descrição de um processo infinito, chamado semiose.

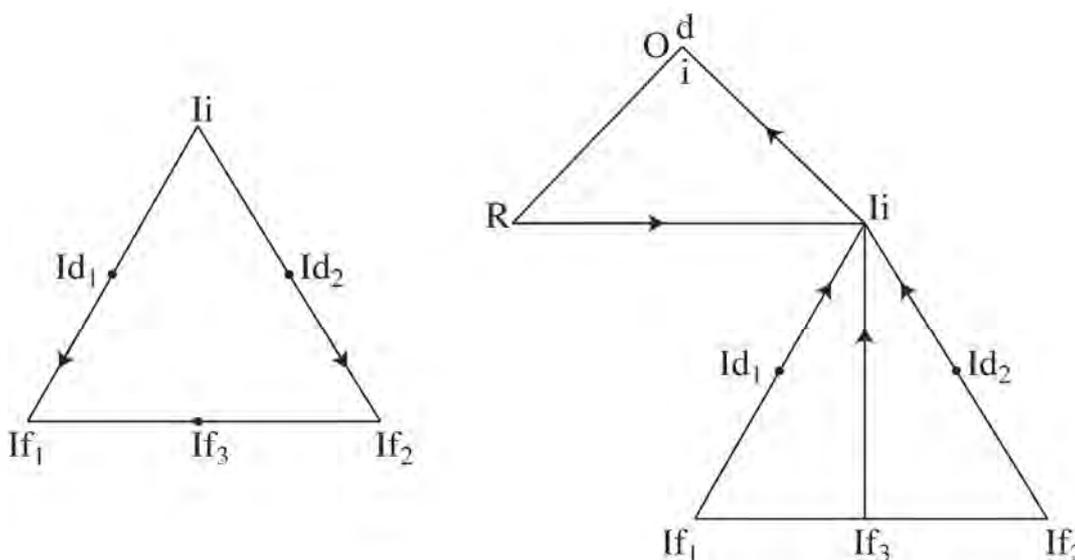


Signo = unidade entre objeto, *representamen* e interpretante

Figura 3: A Dinâmica do processo semiótico é implícita à concepção de semiótica de Peirce.

Nota: Os diagramas correspondem a uma compreensão da representação como a unidade entre o que é representado, o meio (como Peirce chamou o signo) de representação e o processo de representação. O objeto da representação é posteriormente diferenciado entre imediato e dinâmico e o processo de interpretação resulta em interpretantes imediatos, dinâmicos e finais (correspondendo a teorias).

Note-se que uma vez conhecidos os níveis de objetos e interpretantes, o signo deixa de ser uma entidade sincrônica. Ele ganha vida, no sentido de que o processo dos interpretantes injeta dinâmica à sua realidade. Nós nunca lidamos com signos, nós sempre lidamos com representações, agregados de signos cujo significado dinâmico é uma função do contexto, não do alfabeto (ex. repertório do signo).

**Figura 4: Domínios do Objeto e do Interpretante**

#### Interpretação dinâmica do objeto e o domínio do interpretante

Nota: Os diagramas tornam explícitos os vários níveis de entendimento do objeto representado e do processo de interpretação.

Contudo, essa não é uma discussão sobre terminologia, mas sim sobre a relevância da disciplina. A máquina semiótica à qual me referi processa representações e instancia semioses. As consequências dessa afirmação podem ser bem acompanhadas nos livros discutidos ao longo desse artigo, assim como na atual perspectiva semiótica de abordagem ampliada. Sendo livros impressos, cada um dos três títulos se justificam, o que não quer dizer que suas razões de ser são necessariamente fáceis de serem identificadas. A pesquisa acadêmica é em alguns casos deplorável, em outras ainda tímida, mas promissora. Como testemunho do que os semioticistas fazem, eles não são animadores. Certamente, não há obrigação em ser fiel a um ou outro autor. Isso não é religião, dogmatismo é uma orientação empobrecedora (não importa em qual direção ele aponta). Mas existe uma obrigação de preservar a integridade científica. Ninguém levará a sério alguém que muda o Teorema de Pitágoras para se ajustar a um propósito duvidoso. Se argumentos científicos contradizem o teorema, que seja. Faça sua proposta de mudança, desde que com os argumentos apropriados. Contudo, primeiro é necessário conhecê-lo e compreendê-lo.

## O Alfabeto e a Gramática da Computação

No fundo, há na máquina digital dois elementos controlando e tornando a computação possível, um alfabeto e uma gramática. Juntos os dois formam uma linguagem maquina. O alfabeto consiste de duas letras (0 e 1). A gramática é a lógica Booleana (ligeiramente modificada desde Boole, mas na essência um corpo de regras que fazem sentido na linguagem binária de Sim e Não na qual os programas são escritos). O *Assembler* – com um mínimo de “palavras” e regras usadas na elaboração de “afirmações” significativas – vem logo acima dessa máquina. Em seguida, o nível de atuação da linguagem formal, no qual programas são escritos ou gerados automaticamente. Tais programas precisam ser avaliados, interpretados e executados. Apresento ao leitor detalhes estruturais que todos conhecem (alguns em mais detalhes que outros), mas que apenas raramente nos preocupam. Meu objetivo é muito simples, fundamentar o meu ponto de vista de que para serem significativos, os computadores devem ser máquinas semióticas (uma ideia que eu articulei pela primeira vez há trinta anos). Muitos pesquisadores se apropriaram da minha formulação (com ou sem aspas ou créditos) sem entender que como uma afirmação, ela é quase trivial. Meus colegas – alguns deles autores respeitáveis e ativos em organizações semióticas e da ciência da computação que atestam sua legitimidade – não perceberam que tal descrição só faz sentido se ela colaborar para o nosso conhecimento do que descrevemos. Dizer que o computador é uma máquina semiótica é perceber que o mais importante no funcionamento das máquinas não são elétrons (e no futuro, luz, quanta ou matéria orgânica), mas informação e significado expressos em formas semióticas, em programas e, em particular ou mais recentemente, em aplicativos. Pegamos representações (aquilo que reflete a relação entre o que o signo representa e o modo como algo é representado) e as processamos. Além disso, ao usarmos a computação, tentamos, após o processamento, atribuir um significado à nossa representação. Como não há lugar para a dimensão semântica na máquina em si mesmo ou no programa que é uma máquina, nós construímos ontologias (bases de dados semelhantes a enciclopédias ou dicionários) e efetuamos associações. É desse modo que as máquinas de buscas frequentemente funcionam. Isso é o que está por detrás do novo verbo googlear e das nossas ações quando começamos uma busca identificando fontes de informação na rede mundial de computadores (www).

A linguagem de duas letras (zeros e uns) e a gramática (lógica booleana) permitem obter precisão. Uma vez percebido que não estamos atrás apenas de informação, mas também de significado, as coisas tornam-se mais complicadas. Na realidade, nós queremos manter a precisão, mas também alcançar a expressão. O alfabeto da nossa língua (26 letras no alfabeto romano inglês) junto com a gramática

fez não somente a ciência, mas tornou possível a poesia. Ninguém em seu estado normal lê um poema para obter informação (expressa em *bits* e *bytes*) ou por causa da informação. Significado é o que o leitor constrói na interpretação ou na ação do jogo. O mesmo é verdadeiro para interpretar a computação viva, o significado da mudança de uma condição definida como saudável para uma condição definida como doente. A medicina focada exclusivamente na informação fracassa exatamente porque ignora o significado das mudanças de informação. Um diagnóstico médico computacional precisa integrar tanto a informação quanto o significado.

### Lógica Polivalente como uma Alternativa

Como vimos, a extrema precisão alcançada por um alfabeto de duas letras e por uma gramática de lógica claramente definida é obtida em detrimento da expressividade. Quanto maior a precisão, menor a expressividade. Descrições baseadas em séries difusas (*fuzzy*) são mais ricas em detalhes. A lógica ternária é mais produtiva que a lógica binária booleana por muitas ordens de grandeza. A lógica fuzzy é capaz de suportar expressões ainda mais ricas. Em termos de oportunidade – e lançando mão de certo futurismo – isso significa que nós seremos capazes de capturar a conjuntura temporal e fazê-la parte dos programas somente quando a computação transcender completamente não apenas a dimensão sintática, mas também a dimensão semântica dos signos que compõem as linguagens de programação. Certamente, no momento em que a computação for guiada pragmaticamente, isto é, pelo que nós fazemos, ela adquirirá uma dimensão temporal compatível com a nossa própria dimensão (Nadin, 2011), além de refletir a variabilidade do tempo. Curiosamente, isso está acontecendo parcialmente na computação dos MMORPG (jogo de interpretação de personagens online e em massa para múltiplos jogadores).

O último workshop em “Semiótica, Ciência cognitiva e Matemática” [*Semiotics, Cognitive Science, and Mathematics*] (no renomado *Fields Institute*, de 11 a 14 de março de 2011) incitou um dos palestrantes a trazer uma imagem de semiótica que ele poderia facilmente ter refutado. A semiótica é considerada um campo do conhecimento acadêmico anacrônico, assim como a filologia e a egiptologia (Neuman, 2011). Eu não me surpreendo. A incompetência – eu me refiro à alusão aqueles personagens reais ou fictícios – é o que solapa a semiótica. Um peixe começa a apodrecer pela cabeça.

## No lugar de uma Conclusão

Enquanto eu terminava esse artigo, um novo periódico foi lançado: A Revista Internacional de Signos e Sistemas Semióticos [*The International Journal of Signs and Semiotic Systems*]. Isso mostra um avanço importante, uma nova geração assume o comando. Nossos estudantes progridem em uma direção que rompe com o passado. Lemos sobre a emergência e o desenvolvimento de processos semióticos, sistemas de interpretação de informação, processos semióticos incorporados e situados, fundamentos do signo e do símbolo, modelos de sistemas semióticos inspirados na biologia, entre outras coisas. Esses assuntos são considerados de alta relevância e os dois editores da revista, Angelo Loula e João Queiroz, se dedicam a um fórum no qual esses temas devem ser abordados. Preciso informar, em primeira mão, que fui convidado para compor o corpo editorial dessa revista e espero contribuir para a ampliação dos assuntos de interesse. Certamente, a compreensão de que informação e significado são de natureza complementar é um tema de suma importância.

Um livro inteiro (Brier, 2008) dedicado à cibersemiótica vai direto ao ponto: *Porquê informação não é suficiente!* De modo mais extenso do que eu pude fazer em um artigo, o livro assinala que compreender os vivos é pré-requisito para formular uma teoria semiótica coerente. Eu poderia, claro, utilizar algumas formulações de Brier, mas, por alguma razão, escolhi exemplificar a tese desse artigo (e meu ponto de vista sobre a relação entre a teoria da informação e a semiótica) com uma citação de Einstein: "Seria possível descrever tudo cientificamente, mas isso não faria o menor sentido, não teria nenhum significado. Seria o mesmo que descrever uma sinfonia de Beethoven como uma variação em uma onda de pressão." Com a aprovação implícita de Einstein, eu acrescentaria que o mesmo se aplica a descrição da sinfonia de Beethoven com zeros e uns.

## Agradecimentos

O autor agradece ao Winfried Nöth pelo incentivo para começar a escrever esse artigo. Ao Søren Brier por colaborar com questões que eu espero tenham sido abordadas no texto. À Jeanette Bopry pelo cuidadoso processo de edição. Se alguns erros permaneceram, assumo completa responsabilidade

## Referências

- Andersen, P. B. (1990). A theory of computer semiotics. New York: Cambridge University Press.
- Andersen, P. B. (2003). The digital age: Cohesion and coherence in programs. In M. Vilanova & F. Chorda (Eds.), A mind at work. Festschrift Mihai Nadin (pp. 7-20). Heidelberg: Synchron Publishers. (Disponível em: <<http://www.nadin.ws/archives/416>>)
- Aristotle (1961). Poetics. (S. H. Butcher, Trans.). New York: Hill and Wang. Disponível em: <<http://classics.mit.edu/Aristotle/poetics.html>> Acesso em: 31 de março de 2011. (Aristotle's original: 350 BCE)
- Arnaud, A. Nicole, P., & Fouillée, A. (1964). The art of thinking; Port-Royal logic. New York: Bobbs-Merrill. (The 1878 edition, La logique de Port Royal, Disponível em: <<http://www.archive.org/details/alogiquedeport00fouigoog>> Acesso em: 7 de junho de 2011.
- Augustine. (1958). De doctrina cristiana (D.W. Robertson, Trans). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall. (Augustine's original: 397 AD)
- Bateson, Gregory (1972). Steps to an ecology of mind: Collected essays in anthropology, psychiatry, evolution, and epistemology. Chicago: University Of Chicago Press.
- Brier, S. (2008). Cybersemiotics: Why information is not enough! Toronto: University of Toronto Press.
- Conery, J. S. (2010). What is computation? Computation is symbol manipulation. Ubiquity, November. Disponível em: <<http://ubiquity.acm.org/article.cfm?id=1889839>> Acesso em: 27

de abril de 2011. (Ubiquity symposium "What is Computation?")

Davies, C. W. P. (2004). John Archibald Wheeler and the clash of ideas. In J. D. Barrow, C. W. P. Davies, & C. L. Harper (Eds.), *Science and ultimate reality* (pp. 3-24). London: Cambridge University Press.

Einstein, A. (n.d.). In a conversation with Segré. Disponível em: <[http://thinkexist.com/quotation/it\\_would\\_be\\_possible\\_to\\_describe\\_everything/15520.html](http://thinkexist.com/quotation/it_would_be_possible_to_describe_everything/15520.html)> Acesso em: 21 de abril de 2011.

Gallese, V. (2001). The "shared manifold" hypothesis. From mirror neurons to empathy. *Journal of Consciousness Studies*, 8 (5-7), 33-50.

Goguen, J. (1999). An introduction to algebraic semiotics, with application to user interface design. In C. Nehaniv (Vol. Ed.), *Lecture notes in computer science: Vol. 1592. Computation for Metaphors, Analogy, and Agents* (pp. 242-291). Heidelberg: Springer.

Hilbert, D., & Ackermann, W. (1928). *Grundzüge der theoretischen Logik* (Principles of mathematical logic). Berlin: Springer-Verlag,

Hobbes, T. (2010). *Leviathan: Or the matter, forme, and power of a common-wealth ecclesiasticall and civill*. Shapiro, I. (Ed.). New Haven, CT: Yale University Press. (Leviathan was originally published in 1650)

Hong, S. (2007). Man and machine in the 1960s. *Techné: Research in Philosophy and Technology*, 11 (1). Disponível em: <<http://scholar.lib.vt.edu/ejournal/s/SPT/v7n3/hong.html>> Acesso em 6 de junho de 2011.

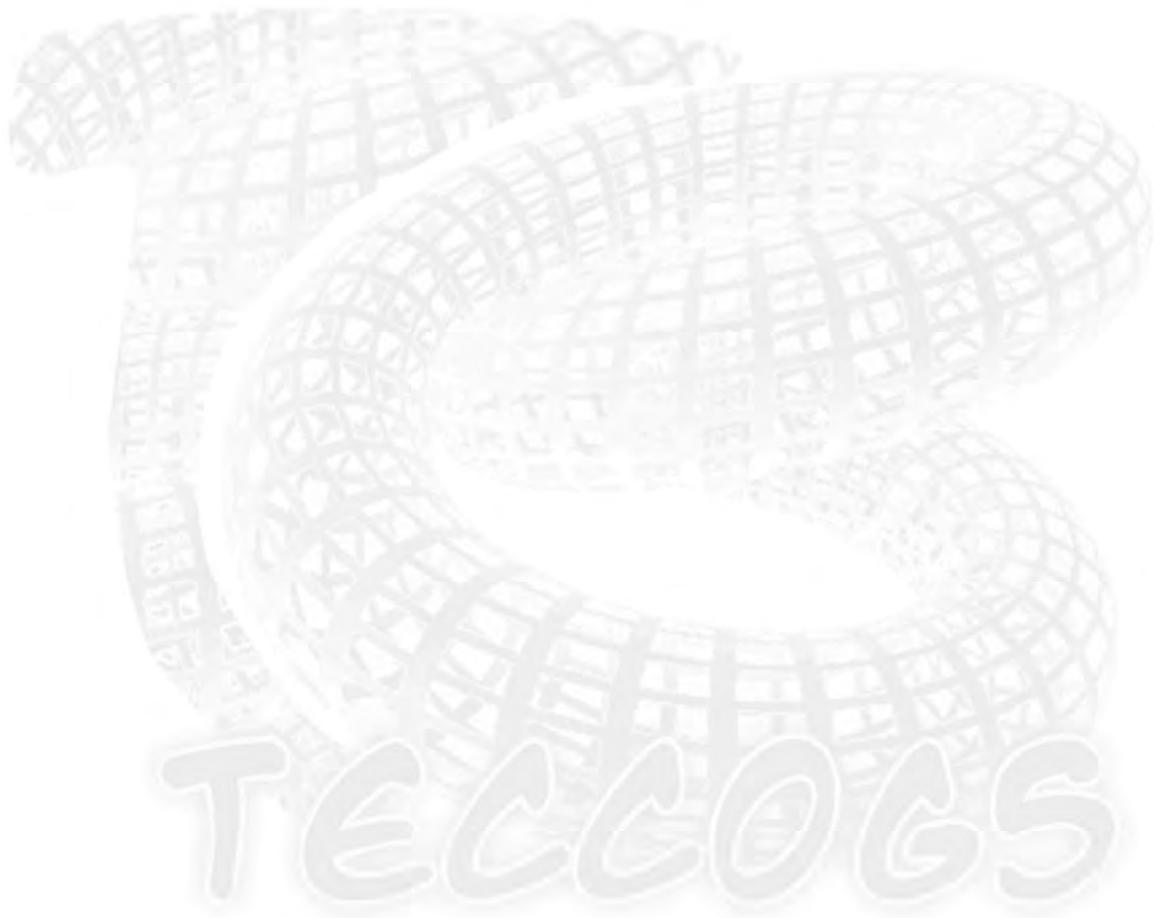
- Jacob, F. (1974). *Logic of living systems: History of heredity* (B. Spillman, Trans.). London: Allen Lane.
- Kroeker, K. L. (2008). *Living machines*. *Communications of the Association for Computing Machinery (CACM)*, 15 (12), 11-13. (Disponível em: <<http://kroeker.net/published/living-machines.htm>> Acesso em: 5 de junho de 2011.)
- Lambert, J. H. (1764). *Neues Organon oder Gedanken über die Erforschung und Bezeichnung des Wahren und dessen Unterscheidung vom Irrtum und Schein*. Leipzig: Johann Wendler.
- Liu, K. (2005). *Semiotics in information systems engineering*. Cambridge: Cambridge University Press. (Essa reimpressão de *Semiotics in information systems engineering*, 2000, Cambridge: Cambridge University Press foi distribuída na China.)
- Livio, M. (2003). *The golden ratio: The story of PHI, the world's most astonishing number*. New York: Random House.
- Locke, J. (1979). *Of the division of the sciences*. In P. H. Nidditch (Ed.), *An Essay Concerning Human Understanding* (chapt. XXI). New York: Oxford University Press. (Publicado originalmente em 1690) Disponível em: <<http://enlightenment.supersaturated.com/johnlocke/BOOKIVChapterXXI.html>> Acesso em: 5 de junho de 2010.
- McGee, K. (2011). K. Tanaka-Ishii: *Semiotics of programming* (Book review). *Artificial Intelligence*, 175 (5-6), 930-931.
- Mitchell, P. J. (2009). *Watching minds interact*. In M. Brockman (Ed.), *What's next: Dispatches on the future of science* (pp. 78-88). New York: Vintage.

- Mongré, P. (1897). Sant' Ilario, Thoughts from Zarathustra's Country (St. Ilario – Gedanken aus der Landschaft Zarathustras). Leipzig: C. G. Nauman. (Esse foi o primeiro livro de Felix Hausdorff publicado com o pseudônimo de Paul Mongré.)
- Mumford, L. (1967). The myth of the machine: Technics and human development. New York: Harcourt, Brace, Jovanovich.
- Nadin, M. (1977). Sign and fuzzy automata. *Semiosis*, 1 (5). Disponível em: <<http://www.nadin.ws/archives/395>>
- Nadin, M. (1980). The logic of vagueness and the category of synechism. *The Monist*, 63 (3), 351-363. (Também disponível em E. Freeman (Ed.), *The relevance of Charles Peirce* (pp. 154-166). La Salle, IL: The Monist Library of Philosophy, 1983.)
- Nadin, M. (1982). Consistency, completeness, and the meaning of sign theories. *The American Journal of Semiotics*, 1 (3), 79-88.
- Nadin, M. (1991). Mind—Anticipation and chaos. (Série: Milestones in Research and Discovery). Stuttgart: Belser. (Consulte também: <<http://www.oikos.org/naminds1.htm>>)
- Nadin, M. (1997). The civilization of illiteracy. Dresden: Dresden University Press.
- Nadin, M. (2011). Computation, information, meaning. Anticipation and games. *International Journal of Applied Research on Information Technology and Computing*, 2 (1), 1-33.
- Neumann, J. von (1963). The general and logical theory of automata. In A. H. Taub (Ed.), *John von Neumann Collected Works*, Vol. 5 (pp.288-

- 326). New York: Pergamon.  
(Apresentado originalmente no  
1948 Hixson Symposium,  
California Institute of Technology,  
September 20, 1948)
- Neuman, Y. (2011). Semiotics,  
mathematics & information  
technology: The future is already  
here. Disponível em:  
<<http://www.fields.utoronto.ca/programs/scientific/10-11/semiotics/abstracts.html#marcus>> Acesso em 4 de abril de 2011.
- Nimwegen, C. van, & Oostendorp, H. van  
(2009). The questionable impact  
of an assisting interface on  
performance in transfer situations.  
*International Journal of Industrial  
Ergonomics*, 39 (3), 501-508.
- Nöth, W. (2002). Semiotic machines.  
*Cybernetics & Human Knowing*, 9  
(1), 5-21.
- Paul, H. (1880). *Prinzipien der  
Sprachgeschichte*. Halle: Max  
Niemeyer. (Publicado em inglês  
como: *Principles of the history of  
language* [H.A. Strong, Trans.].  
College Park: McGroth Publishing  
Company, 1970.)
- Peirce, C. S. (1887). Logical machines. *The  
American Journal of Psychology*, 1  
(1), 164-169.
- Plato (2010). *Cratylus* (B. Jowett, Trans.).  
Rockville, MD: Wildside Press.  
Disponível em:  
<<http://classics.mit.edu/Plato/cratylus.html>> Acesso em 10 de abril  
de 2011.
- Rosen, R. (1978). *Fundamentals of  
measurement and representation  
of natural systems*. Amsterdam:  
Elsevier Science.
- Rosen, R. (1985). *Organisms as causality  
systems which are not machines:  
An essay on the nature of  
complexity*. In R. Rosen (Ed.),  
*Rosen: Theoretical biology and  
complexity* (pp. 165-203).  
Orlando, FL: Academic Press.

- Saussure, F. de (1968). Cours de linguistique générale, Vol. I. Wiesbaden: Otto Harrassowitz.
- Shannon, C. E. (1953). Computers and automata. Proceedings of the Institute of Radio Engineers, Oct. 1953, 41 (10), 1234-1241.
- Shannon, C. E. (1993). Programming a computer for playing chess. In N. J. A. Sloane, & A. D. Wyner (Eds.), Claude Elwood Shannon. Collected papers (pp.657-666). Piscataway, NJ: IEEE Press. (Primeiramente apresentado no National IRE Convention, March 9, 1949.)
- Shannon, C. E. & Weaver, W. (1949). The mathematical theory of communication. Urbana, IL: University of Illinois Press.
- Sieckenius de Souza, C. (2005). The semiotic engineering of human-computer interaction. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Sieckenius da Souza, C. & Leitão, C. (2009). Semiotic methods for scientific research in HCI. Princeton, NJ: Morgan & Claypool.
- Silveira, L. F. B. da (1993). Charles Sanders Peirce e a contemporânea filosofia da ciência: uma difícil conversação. Revista Trans/Form/Ação, 16, 63-82. (Consulte também: Some considerations about semiotic machines from the point of view of Charles S. Peirce's Philosophy. Disponível em <[http://www.inm.de/kip/semiotic/silveira\\_article.html](http://www.inm.de/kip/semiotic/silveira_article.html)> Acesso em 15 de abril de 2011.
- Stamper, R. K. (1973). Information in business and administrative systems. London: B. T. Batsford.
- Tanaka-Ishii, K. (2010). The semiotics of programming. New York: Cambridge University Press.
- Williams, T. (2007). Anselm: Basic writings. Indianapolis: Hackett Publishing Company.

Zemanek, H. (1966). Semiotics and programming languages. Communications of the ACM, 9 (3), 139-143.



**Søren Brier. *Cybersemiotics: Why Information is not Enough*. Toronto: University of Toronto Press (=Toronto Studies in Semiotics and Communication), 2008, 482pp. US \$64.57.**

O que é *ciber-semiótica*? Conforme o autor dinamarquês Søren Brier do Department of International Culture and Communication Studies da Copenhagen Business School, que inaugurou este ramo da semiótica com a publicação desta obra (e alguns trabalhos anteriores), a ciber-semiótica não é a pesquisa semiótica em cibercultura, como o leitor desta revista eletrônica poderia supor. O objetivo da ciber-semiótica brieriana é, pelo contrário, a elaboração de uma teoria geral da informação, da cognição, da comunicação, e dos aspectos filosóficos da computação. Embora as questões das mídias digitais e da tecnologia da inteligência digital não sejam o tema do livro, o seu escopo é, nem por isso, panorâmico. Num capítulo introdutório, o autor apresenta a sua própria abordagem e os seus pressupostos semióticos. Os temas dos doze capítulos são:

(1) Sobre as limitações do paradigma do processamento informacional do ponto de vista de uma ciência geral da informação; (2) A auto-organização do conhecimento; (3) A abordagem etológica ao estudo da cognição; (4) O conceito da informação de Gregory Bateson do ponto de vista da teoria da autopoiese; (5) A ciber-semiótica: re-entrada na construção da cibernética da segunda ordem de Ernst von Foerster; (6) Fundamentos da ciber-semiótica; (7) Semântica cognitiva: metáforas incorporadas, nível primário e motivação; (8) A integração ciber-semiótica da teoria do *umwelt* (de Jakob von Uexküll), etologia teoria da autopoiese cibernética da segunda ordem e da biossemiótica peirceana; (9) Visão evolutiva do limiar entre a semiose e a mera transmissão de informação; (10) O modelo ciber-semiótico da informação, significação, cognição e comunicação; (11) LIS (Library and Information Science) e a ciber-semiótica; (12) O modelo ciber-semiótico dos cinco níveis dos fundamentos da informação, cognição e da comunicação.

Uma das teses centrais desta obra panorâmica sobre os fundamentos das ciências cognitivas, cibernéticas e semióticas é formulada no seu subtítulo: *Why Information is not Enough*: Os paradigmas da teoria da informação e da cibernética da primeira e da segunda ordem oferecem modelos inadequados para dar conta dos desafios atuais apresentados pelas convergências entre a inteligência humana e o potencial tecnológico das máquinas inteligentes. A ponte entre os paradigmas baseados nas, ou inspirados pelas ciências da inteligência das máquinas e dos seres vivos, só pode ser a semiótica, a teoria da semiose ou dos processos sígnicos numa semiosfera, que inclui tanto os seres vivos como as máquinas produzidas por uma inteligência da qual eles

são os únicos donos porque ela é uma inteligência do universo do qual tanto os engenheiros, os usuários e as máquinas fazem parte.

O livro tem um prefácio de Marcel Danesi no qual o autor resume as idéias centrais de uma maneira que os resenhadores não podiam resumir melhor: "A agenda cibersemiótica toma forma pela busca das raízes biológicas, psíquicas e sociais da necessidade humana de significado. O livro de Brier mostra que essa agenda está conduzindo ao desenvolvimento de uma ciência dos signos dinâmica, vibrante e sempre mutável. O leitor irá, sem dúvida, sair desse livro convencido da verdade singular, expressa tão bem por Charles Peirce, de que, como uma espécie, estamos programados para 'pensar apenas com signos'."

*Lucia Santaella e Winfried Nöth*



**Yus, Francisco. *Cyberpragmatics: Internet-Mediated Communication in Context*. Amsterdam: Benjamins (=Pragmatics & Beyond New Series, 213), 2011, xiv, 353 pp. ISBN 978 90 272 5619 5 | US\$ 143.00**

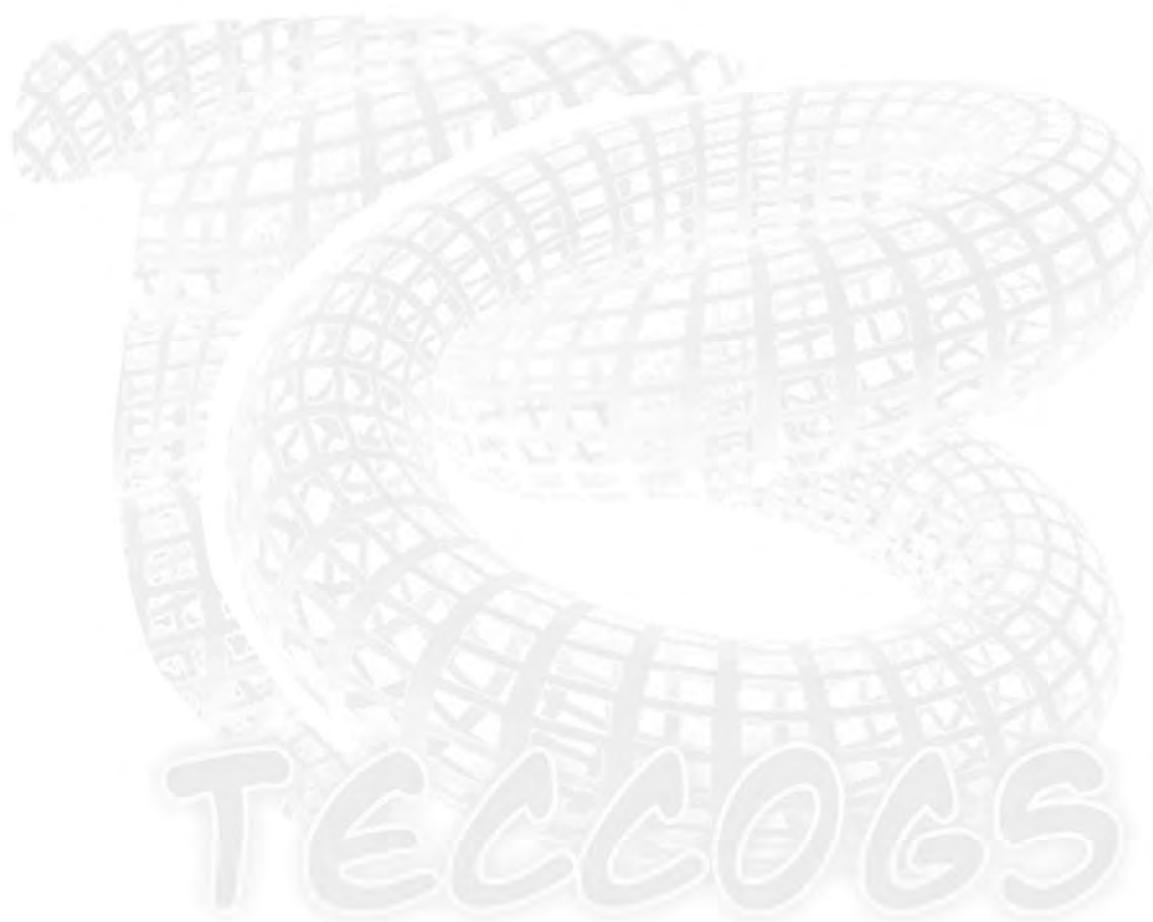
No seu livro *Ciberpragmática*, o autor e criador deste neologismo aborda temas da comunicação na internet de pontos de vista da lingüística pragmática e cognitiva e outros modelos e teorias para indagar “aquilo que realmente acontece quando pessoas se comunicam na rede” (p. ). Os seus tópicos incluem um grande espectro da cibercultura conempotânea, tal como a internet em geral, as páginas web, salas de bate-papo, mensagens SDS, sites sociais de redes, mundos virtuais 3D, blogs, videoconferências, comunicação e-mail, Twitter etc.

O livro é dividido em oito capítulos. No primeiro, o autor trata das suas fundações teóricas, especialmente a teoria da revelância de Sperber e Wilson, mas também da teoria dos ambientes cognitivos, e define a nova área da ciberpragmática e os seus pressupostos cognitivos. O título do segundo capítulo, fazendo alusão à obra famosa de Erving Goffman *Apresentação do Eu na Vida de Todos os Dias*, é “A apresentação do eu no uso cotidiano da rede”. Os temas são a identidade na rede, as comunidades virtuais e os ambientes cognitivos virtuais. O terceiro capítulo aplica a teoria da relevância de Sperber e Wilson num estudo do gênero da página da rede, distinguindo entre o destinador e o destinatário-usuário, vários níveis de interatividade entre eles, as interfaces, os discursos e os efeitos cognitivos. O quarto capítulo, que trata das redes sociais na internet Web 2.0, focaliza as estratégias discursivas no gênero do blog e do “microgenero” do *Twitter*. O capítulo cinco, sob o título “Conversa virtual”, é um estudo de diálogos em salas de bate-papo. Aqui se encontram reflexões semióticas originais sobre as estratégias de compensação da ausência dos canais auditivos e visuais nas salas de bate-papo, sobre o oral e o escrito, o verbal e o não-verbal, as práticas do uso do SMS, bate-papo 3D, avatars e Second Life. O conteúdo do sexto capítulo é mais seco, apesar do seu título meio humorístico “You’ve got mail”. O tema é o estudo lingüístico e estilístico minucioso dos elementos do gênero e das características da linguagem das mensagens da primeira linha até à assinatura. O sétimo capítulo trata de um assunto ainda mais específico, muito estudado na lingüística pragmática em geral, a polidez e a rudeza na correspondência eletrônica. O capítulo final, que trata das “Perspectivas para pesquisa em ciberpragmática”, introduz como novo tema a rede interconectada com a comunicação móvel e focaliza mais uma vez em alguns assuntos principais do livro tal como a ubiquidade da rede e a sua hibridação entre o oral e escrito e o visual e o verbal.

O leitor interessado na semiótica da cibercultura achará um grande espectro de temas relevantes neste livro, embora o foco seja de vez em quando bastante estreito no seu

foco em aspectos lingüísticos. O que estanha é que o inventor do termo *ciberpragmática* não tomou conhecimento ou prefere ignorar o termo vizinho de *cibersemiótica*, criado um bom número de anos antes por Søren Brier. A verdade é que os dois livros são muito diversos nos seus âmbitos. Os estudiosos da inteligência digital e da cibercultura podem ler os dois livros como complementares sem achar nenhuma sobreposição temática.

Lucia Santaella



**Teixeira, João de Fernândes. *A mente pós-evolutiva: A filosofia da mente no universo do silício*. Petrópolis: Vozes, 2010, 160pp, R\$ 24,00.**

O tema deste livro de ensaios são os desafios do humano pelas máquinas, pela visão de uma futura replicação da mente, dos problemas da implantação de chips no corpo humano, de robôs humanóides e de paramáquinas que se acomplam ao corpo humano para criar ciborgues. A abordagem do autor é a da filosofia da mente. A questão é o futuro ou talvez o fim do humano numa era pós-humana e as suas conseqüências filosóficas, mas também tal como o paradoxo da visibilidade daquilo que acontece na caixa preta do cérebro humano desde a descoberta da neuroimagem. O livro questiona a essência do pensamento humano, a natureza da mente natural e artificial e a essência da consciência. No texto da orelha o autor resume as suas preocupações e ambições filosóficas assim: "Andróides e ciborgues afetarão profundamente nossas ideias filosóficas de conhecimento e de ciência, nossa noção habitual de corpo e nosso entendimento sobre a existência de características entre seres humanos e artificiais. Como serão as ciências humanas nesse futuro próximo? Será que o problema mente-cérebro permanecerá insolúvel no mundo pós-humano ou pós-evolutivo? Como será a convivência da filosofia com a ciência nesse novo mundo?"

O horizonte do autor se estende de Leibniz e Descartes via Nietzsche até à filosofia contemporânea da mente. Os ensaios começam com um pequeno panorama das ciências cognitivas desde o behaviorismo até a psicologia cognitiva e a neurociência. No centro do livro, encontram-se três capítulos com os títulos "Ciborgues I, II, III", e os capítulos seguintes tratam dos *Qualias*, da "Mente, consciência e vida", dos "Zumbis filosóficos" e da "Linguagem humana".

Numa resenha deste novo livro de Teixeira, Gustavo Dainezi prevê que "este é um livro com um potencial enorme de rejeição", mas ao mesmo tempo ele conclui que: "Até mesmo àqueles que negam veementemente a possibilidade do pós-humano, a leitura é válida" ([www.filosofiadamente.org/images/stories/pdf/resenha.pdf](http://www.filosofiadamente.org/images/stories/pdf/resenha.pdf)). O presente resenhista concorda plenamente com a última avaliação, mas está menos preocupado com a primeira previsão, visto que o discurso sobre o pós-humano se tornou ubíquo. Uma discordância, que resta é a seguinte:

Pós-evolutivo? O autor justifica a escolha deste adjetivo assim: "Há quem prefira chamar esse mundo de pós-humano, ou mundo da convergência neurodigital. Mas prefiro chamá-lo simplesmente de pós-evolutivo, pois entendo que sua característica principal é a impossibilidade de continuação da evolução do corpo e de cérebro humanos, forçando a espécie à parabióse" (p. 12).

Porém, o adjetivo “pós-evolutivo” é uma contradição em termos em relação ao tema principal deste livro de João de Fernândes Teixeira, que, em vez de designar a interação homem-máquina de *simbiose*, fala de “*parabiose*”, definindo essa como “a nossa associação com formas de vida seca” (p.11). A tese do “pós-evolutivo” sofre de um antropocentrismo, que ignora que as máquinas evoluem também, e isso com uma velocidade cada vez mais acelerada. A evolução das máquinas é tão bem reconhecida na cultura tecnológica contemporânea que se fala de “gerações” ou até “famílias” de computadores, programas, redes etc. O argumento do “pós-evolutivo” não vale porque a evolução atual das máquinas não é nada senão a evolução do cérebro humano fora da caixa craniana, como argumenta Lucia Santaella no livro não citado pelo autor *Culturas e artes do pós-humano: da cultura das mídias à cibercultura* (São Paulo: Paulus, 2003).

Winfried Nöth

## Entrevista concedida à Revista IHU online

Lucia Santaella

**Muito se fala hoje das redes sociais online. A partir desse fenômeno atual, como o conceito de rede e suas manifestações na vida social nos ajudam a entender a contemporaneidade?**

**R:** A contemporaneidade tem sido chamada de pós-modernidade, modernidade pós-industrial, segunda modernidade, modernidade líquida, hipermodernidade. Embora pareçam distintos, os nomes convergem no reconhecimento de que algo muito novo está ocorrendo em nossa civilização como um todo o que faz por merecer uma nomenclatura também nova. A globalização sinalizou mudanças no modo de produção capitalista e na geopolítica internacional. Essas mudanças coincidiram com o advento da revolução digital. Seu rápido desenvolvimento nos leva hoje a constatar que a história, a economia, a política, a cultura, a percepção, a memória, a identidade e a experiência estão todas elas mediadas pelas tecnologias digitais. Elas penetram em nosso presente não só como um modo de participação, mas como um princípio operativo assimilado à produção humana em todas as suas áreas. A ponta do iceberg da revolução digital, aquela que se apresenta mais claramente à percepção, é a internet, a rede das redes. Nos primeiros tempos da internet, meados dos anos 1990, no estágio da Web 1.0, as questões mais evidentes eram a digitalização, a convergência das mídias, a hipermídia, a interface, o ciberespaço, a interatividade, todos eles componentes da emergente cibercultura. Hoje, em plena Web 2.0, já entrando no estágio da Web 3.0, as novas palavras-chave são: blogosfera, wikis e redes sociais digitais, estas últimas incrementadas pela explosão da comunicação móvel. Também chamadas de redes de relacionamento, as redes sociais são plataformas ou *softwares* sociais" com aplicação direta para a comunicação mediada por computador. As características primordiais dessas redes encontram-se na heterogeneidade, na diversidade, nos fluxos ininterruptos de interações, nas conexões planetárias. Por isso mesmo, podem ser tomadas como um dos grandes índices que nos fornecem pistas para compreender a contemporaneidade.

**Como os processos comunicacionais das redes sociais da Internet tensionam as subjetividades e identidades dos usuários? Por outro lado, como se dá a relação com a alteridade nesses ambientes?**

**R:** Esse é justamente o tema do meu projeto de produtividade em pesquisa subsidiado pelo CNPq. Transcrevo aqui o enunciado desse projeto, pois ele já funciona como um caminho de resposta para essa questão. Os processos comunicativos, que rizomaticamente se tecem nas redes sociais digitais, deixam perceber, entre seus

aspectos mais relevantes, a intensificação do poder de produção de subjetividade que neles está emergindo devido principalmente aos novos formatos de relações intersubjetivas que as redes propiciam. São construções intersubjetivas que estão prioritariamente baseadas em princípios participativos, de reciprocidade, confiança, compartilhamento, solidariedade. Embora seja verdade que as redes são também lugares de risco, as redes sociais funcionam porque existe um pacto, mesmo que inconsciente, de confiança. Portanto, a grande maioria das relações com o outro nas redes não se pauta por relações de agressividade, mas, ao contrário, existe uma net-ética implícita que, na maior parte das vezes, funciona. Isto se explica porque as redes se comportam como sistemas adaptativos complexos.

***Qual a sua análise das recentes mobilizações políticas no Oriente Médio, Madri, Londres, Wall Street e em nível global (como o 15-O) e os novos fluxos comunicacionais possibilitados pela Internet? Como conceitos caros às redes – como colaboração, ubiquidade etc. – ajudam a moldar a política contemporânea?***

**R:** Essas mobilizações políticas, também chamadas de ativismo político nas redes, só estão demonstrando a diversidade de usos das redes. Elas não se prestam apenas ao entretenimento e ao relacionamento inconsequente, mas também à intervenção na realidade política em instantes cruciais e de perigo, para usar essa ideia tão cara a Walter Benjamin, nas suas teses sobre a filosofia da história. O mais importante é que esse ativismo age como promessa que se cumpre de mudanças sociais. Não se pode excluir o poder das redes, um poder multifacetado, sempre ad hoc e imprevisível, do funcionamento político contemporâneo

***Do corpo protético ao biocibernético (e além), por quais transformações o corpo vem passando a partir das novas tecnologias?***

**R:** O embrião da ideia de que as tecnologias produzem transformações no nosso corpo e nos nossos sentidos já vem de McLuhan, na sua obra sobre Os meios como extensões do homem. Para McLuhan, a televisão afeta o nosso sistema nervoso central. Isso já teve início com a fotografia e o cinema. Por exemplo, nosso olho nu não é capaz de visualizar um *close up*. Passamos a adquirir outros modos de ver desde a invenção da fotografia e outros modos de ouvir deste o som estéreo e principalmente desde o som computacional. No caso do corpo protético, a simbiose do humano e maquinaico fica mais evidente. Mas, quando uso o termo “biocibernético”, pretendo chamar atenção para o fato de que as transformações corporais não precisam estar evidentes na superfície dos nossos corpos. Elas são mais profundas e afetam o funcionamento dos nossos sentidos e nossas habilidades mentais. É o uso do

computador e tudo que ele nos proporciona que vem dando origem ao que está sendo chamado de mente distribuída. É nessa direção que caminha o próximo passo das transformações corporais provocadas pelas tecnologias. Elas serão quase inteiramente invisíveis, como é invisível o marca passo, pois elas atuarão no nível da nanotecnologia.

***Afirma-se que vivemos na “era das imagens”. Que estéticas e iconicidades marcam a cultura e a arte contemporâneas?***

**R:** Discuti a questão da suposta “era da imagem” no meu livro *Linguagens Líquidas* (Ed. Paulus, 2007). A invenção da fotografia, no início do século XIX, seguida pelo cinema, televisão, vídeo, holografia e imagens computacionais, deslocou-nos drasticamente da era gutenberguiana para uma era da imagem, mais especificamente, das imagens técnicas, as quais prefiro chamar de imagens tecnológicas. Entretanto, por volta de meados de 1990, outras novidades tecnológicas colocaram a imagem em um novo ambiente altamente híbrido, o da hipermídia. Esta se caracteriza pela junção do hipertexto com os multimeios, ou seja, misturas de sons, ruídos, imagens de todos os tipos, fixas e animadas. O hipertexto, por sua vez, constitui-se de vínculos não lineares entre fragmentos textuais associativos, interligados por conexões conceituais (campos), indicativas (chaves) ou por metáforas visuais (ícones) que remetem, ao clicar de um botão, de um campo de leitura a outro, em qualquer ponto da informação ou para diversas mensagens, em cascatas simultâneas e interconectadas. O que a emergência dessa revolução produziu foi um novo deslocamento do centro das atenções que migrou da imagem em si para as linguagens hipermidiáticas híbridas. Nessa época, chegou-se a pensar que o apogeu da imagem na superfície da cultura havia cessado. Entretanto, mais uma guinada estava por vir. Esta se deu com o advento das câmeras digitais e os aparelhos celulares dotados de câmeras de boa definição. Entramos com isso em uma era que chamo de fotomania. Mas a força da hipermídia continua inquebrantável nas redes. Conclusão, creio que vivemos muito mais um período de misturas inconsúteis de linguagens, onde todas têm o seu lugar ao sol. As mídias estão abertas para todas elas. Basta ver a revolução que as redes digitais trouxeram para a música.

***Como a senhora caracterizaria a condição pós-humana? Em que o humano/humanismo foi “superado”?***

**R:** Não se trata de superação, mas de evolução, sem a ideia equivocada de determinismo tecnológico. Em primeiro lugar, há que se considerar que a questão tem uma raiz filosófica que vem de Sartre e, principalmente, de Heidegger. (Veja-se o 1º. capítulo do meu livro *Ecologia pluralista da comunicação*, Ed. Paulus, 2010, no qual

discuto longamente essa questão). Esses filósofos já refletiram sobre a necessidade de uma crítica ao humanismo tradicional em prol de um transhumanismo. O problema intensificou-se com a complexificação das tecnologias que são, certamente hoje, tecnologias da inteligência. A simbiose do ser humano com os dispositivos inteligentes coloca o humano em um novo limiar para o qual é preciso encontrar um nome. Creio que a expressão “pós-humano” é, na maior parte das vezes, utilizada nesse sentido. Tenho refletido sobre essa questão em um bom número de publicações que já fiz sobre o assunto. Minha intenção é chamar a atenção para o fato de que estamos passando por transformações tão profundas que podem ser equiparadas a um salto antropológico de dimensões muito significativas. Diante disso, temos de repensar o humano em todas as duas dimensões, inclusive a molecular.

***Nesse sentido, quais são os fenômenos históricos que passaram a permitir falar de um “pós-humano” ou “pós-humanismo”?***

**R:** Creio que a síntese que nos é fornecida a respeito disso por Pepperell, no seu livro *A condição pós humana* é oportuna para responder essa pergunta. Esse autor emprega o termo pós-humano tanto para se referir ao fato de que nossa visão daquilo que constitui o ser humano está passando por profundas transformações, quanto para apontar para a convergência geral dos organismos com as tecnologias até o ponto de se tornarem indistinguíveis. Para ele, essas tecnologias pós-humanas são: realidade virtual (RV), comunicação global, protética e nanotecnologia, redes neurais, algoritmos genéticos, manipulação genética e vida artificial. As velhas noções do que seja o humano não estão mais dando conta dessas transformações.

***O que a senhora entende por “ecologia pluralista” da comunicação e da cultura? Como o conceito de ecologia pode nos ajudar a compreender melhor os fenômenos da comunicação e das mídias?***

**R:** Essa é a grande tese que ando defendendo. Vivemos em um mundo pluralista em muitos aspectos e em muitos sentidos. A principal sinalizadora desse pluralismo tem sido a arte contemporânea. Mas o pluralismo se manifesta em muitas outras esferas da vida social e psíquica, tais como as comunicações, as identidades múltiplas etc. Quanto à metáfora da ecologia, emprego-a porque ela me parece a mais apropriada para dar conta da diversidade semiótica, expressa na mistura de todas as linguagens, que caracteriza o nosso tempo.

***A senhora afirma que “se há ser humano, é porque uma tecnologia o fez evoluir a partir do pré-humano”. Nesse sentido, como podemos compreender, em linhas gerais, a relação entre ser humano e técnica, natural e artificial?***

**R:** Minha resposta será breve e contundente. Aprendi – à custa de muita reflexão auxiliada por autores que admiro e que estão devidamente citados em meus livros -- que não há divórcio entre a evolução biológica humana e a revolução tecnológica. As principais tecnologias são tecnologias de linguagem, justo aquilo que é constitutivo do humano. A primeira tecnologia está instalada em nosso próprio corpo, o aparelho fonador. Todas as tecnologias de linguagem subseqüentes só vieram expandir essa tecnologia primordial. No ponto em que nos encontramos hoje, com as tecnologias digitais, o que está sendo expandido são as nossas capacidades cerebrais.

***A partir da rápida evolução das mídias que assistimos nos últimos anos, que impactos isso pode trazer (ou já está trazendo) para a cognição e a memória humanas?***

**R:** Não só impactos, mas transformações mesmo. Basta a gente prestar atenção nos temas que estão sendo discutidos atualmente: a nova economia da atenção, o design cognitivo, a mente distribuída, o cérebro coletivo, a inteligência planetária. Esses temas são eloquentes.

