

WTA 2017 – XI Workshop de Tecnologia Adaptativa

Memórias do WTA 2017

XI Workshop de Tecnologia Adaptativa



Laboratório de Linguagens e Técnicas Adaptativas
Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

São Paulo
2017

Ficha catalográfica

Workshop de Tecnologia Adaptativa (11: 2017: São Paulo)
Memórias do WTA 2017. – São Paulo; EPUSP, 2017. 138p.

ISBN 978-85-86686-90-0



1. Engenharia de computação (Congressos) 2. Teoria da computação (Congressos) 3. Teoria dos autômatos (Congressos) 4. Semântica de programação (Congressos) 5. Linguagens formais (Congressos) I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais II. t.

CDD 621.39

O Signo como Processo Adaptativo

OLIVEIRA, I. S.*; NETO, J. J.*; KOGLER Jr., J. E. *; ROMANINI, A.V.‡

Abstract— Este trabalho investiga um modelo adaptativo para um processo de interpretação baseado na semiótica de C. S. Peirce. Aqui, a adaptatividade é empregada como um subsídio de apoio à formalização do comportamento de automodificação inerente à semiose, ou ação do signo genuinamente triádico peirceano.

Palavras-chave — adaptatividade, computação semiótica, semiônica, semiótica, semiose, Peirce, modelagem e simulação.

I. INTRODUÇÃO

O presente trabalho busca por um modelo adaptativo – apoiado pela teoria adaptativa originalmente proposta em [5] – para o processo de interpretação tal qual executado pela espécie humana, o que se encontra supostamente embasado pela teoria semiótica de Peirce, como instigam as suas definições mais gerais de signo. O signo, por sua vez, é um ser cuja evolução constitui o processo de semiose, ou ainda, o processo cuja representação é o alvo deste trabalho. Já foram realizadas especificações com base nessa mesma semiótica em [2] e [11], o que fez com que esses trabalhos fossem empregados como meio de confrontar as ideias originadas da interpretação dos presentes autores com relação à semiótica peirceana.

Um dispositivo adaptativo pode ser visto como “um sistema de malha fechada por um *loop* de realimentação (*feedback*) que possibilita ao sistema ajustar a si próprio em decorrência de eventos [que possam ocorrer] durante sua operação” [12, p. 1, adições entre colchetes]. Esses eventos podem ser vistos como os resultados dos disparos a partir de gatilhos pressionados por fontes internas ao próprio sistema (subsistemas) ou externas a ele – por exemplo, mensageria de outros sistemas, saídas de processos como detecção/identificação/classificação por sensores, atuação de efetores, entre outros. Em resumo, “a introdução da adaptatividade numa aplicação de software, normalmente implementada como um sistema de malha aberta, é convertível num sistema de malha fechada usando o laço de realimentação” [idem]. Esse *feedback* pode ter como origem o *self* e/ou o meio no qual se encontra imerso o mesmo *self*. Aqui entende-se por *self* o que for concebível (ou representável) como um sistema com autonomia para realizar o propósito ao qual foi destinado; já o contexto refere-se a tudo o que há no entorno do

self (ambiente operacional), porém, disjunto dele e capaz de afetar as suas propriedades (de sistema)¹, como a sua lógica (caso modifique seu algoritmo). Outros sistemas à parte do *self*, por exemplo, um operador humano, constituem algo disjunto do *self*, mas que pode intervir indiretamente em seu funcionamento.

Tais dispositivos automodificáveis podem realizar atividades interessantes, como: “monitorar a si mesmos e ao ambiente [próximo] em que estão imersos, detectar mudanças significativas, decidir como reagir [às mesmas] e atuar para executar as decisões tomadas” [ibidem, adições entre colchetes]. Os elementos (atributos e procedimentos) que um dispositivo computacional exhibe a fim de que ele seja qualificado como “adaptativo” são chamadas *propriedades self*-* [12 *apud* [Kephart e Chess 2003; Babaoglu et al. 2005], p. 2]. Entretanto, o conjunto dessas propriedades muda de acordo com o entendimento dos pesquisadores em relação ao significado do termo “adaptativo” e, como efeito, há sistemas rotulados como adaptativos, em diferentes áreas do conhecimento, empregando o termo em sentidos não correlacionados – [1] e [12] apresentam taxonomias para “adaptativo” e outros conceitos relevantes bastante semelhantes, por exemplo, “customização” e “personalização”.

Neste trabalho, o termo “adaptativo” refere-se a uma qualidade imputável apenas a sistemas capazes de incorporar, remover ou substituir² elementos do *self* computacional, autonomamente – isto é, sem requisitar uma intervenção humana “direta”³ nos procedimentos necessários ao cumprimento de tais atos de automodificação. Essas rotinas adaptativas podem ser classificadas de acordo com o nível de abstração em que são aplicadas: 1º. Na arquitetura e na organização do sistema – alterando *design patterns* ou a topologia com que se dispõe os elementos constituintes do sistema – por exemplo, com vistas a aumentar a eficiência, diminuir o consumo de energia, reduzir o tempo de processamento e atender a outros requisitos não funcionais que são frequentes em problemas de performance envolvendo gargalos localizados. Para fins de ilustração, esse fato pode ocorrer numa camada específica de um sistema *multi-layer*, como uma camada específica interna a um protocolo de rede de computadores. Então, a camada problemática é tratável sem

* ian.oliveira@usp.br, jjneto@gmail.com LTA – Dpto. de Engenharia de Computação

‡ kogler@lsi.usp.br LSI – Dpto. de Engenharia de Sistemas Eletrônicos

‡ vinicius.romanini@usp.br

LTS – Dpto. de Comunicações e Artes

Esc. Politécnica

Universidade de São Paulo

Esc. de Comunicações e Artes

¹ Seja algo disjunto do *self*, tal que este seja incapaz de provocar modificações no (algoritmo do) *self*. Então, esta coisa não pertence ao contexto do *self*.

² Esta operação é opcional, uma vez que pode ser construída pela aplicação sucessiva de inclusões e de remoções em certa ordem.

³ É possível conceber sistemas em que o ser humano atue no papel de supervisor. Nessa situação, por mais que este possa ser visto como um sistema externo fornecendo informações diretamente ao sistema em operação, ele *não* participa nas atividades internas ao sistema computacional, que podem ocorrer, sem novas intervenções, após o eventual recebimento da informação pelo supervisor. Assim sendo, a intervenção humana *direta* não ocorre nos processos-efeitos disparados a partir da informação fornecida. Com isso, faz parte do escopo deste trabalho essa possível comunicação entre sistemas, desde que preservem a autonomia sistêmica de cada um deles como um ser que tanto pode experienciar quanto é capaz de atuar no meio em que se insere.

afetar outras, acima ou abaixo dela⁴. 2º. Nas entidades (ou componentes) do sistema que possam ser vistos como subsistemas ou “caixas-pretas” substituíveis por outras peças sobressalentes, por exemplo: a) Interfaces (de entrada ou saída), como portas (USB, por exemplo) trocáveis por outros padrões ou versões atualizadas que conservam as interfaces com o meio externo, mesmo sendo internamente distintas com relação às suas antecessoras; ou ainda, b) Nós (lógicos e físicos) de uma rede, sendo possível incluir e remover sensores, roteadores e servidores inteiros, com todo o sistema em operação (*online*) ou desligado (*offline*); e 3º. Cada subsistema do *self* (módulo computacional) é alterável internamente, sem impactar outros – modificando-se ou a lógica computacional do módulo (algoritmos) e/ou a fisicalidade subjacente a ele (componentes físicos constituintes da parte em análise)⁵.

Como definida e empregada aqui, a adaptatividade está presente em diversos processos, mas nem todos eles podem ser computáveis. “Processo” é algo que pode ser visto como uma abstração para um propósito, objetivo, meta. Ele pode ou não ser decomposto em subprocessos, mas, invariavelmente, é representável por uma sequência de atividades. Uma atividade pode ser entendida como algo semelhante a uma ação⁶. Sintetizando, *um processo adaptativo é algo que, por meio do emprego de automodificação, cumpre o seu propósito*.

[5] expõe uma formulação geral da adaptatividade, aplicável a um amplo espectro⁷ de processos (ou dispositivos) adaptativos⁸. Essa formulação baseia-se em funções⁹ / ações¹⁰ adaptativas complementares a um dispositivo subjacente não-adaptativo, conferindo-lhe a habilidade de evoluir o seu próprio comportamento, em resposta a eventos (ou fatos), interpretáveis como gatilhos (*triggers*) de mudanças algorítmicas.

Além disso, o mesmo trabalho prevê uma série de aplicações dessa técnica de automodificação em várias áreas, como em: “comunicações digitais (protocolos, tratamento de erros), engenharia de software (especificações formais, interfaces homem-máquina, automação do *design* e implementação de atividades e ferramentas), ferramentas baseadas em sistemas de software (geradores de programas a partir de especificação formal), metaprogramação, inteligência artificial (mecanismos de reconhecimento de sensibilidade a contexto, processamento de linguagem natural, reconhecimento de padrões, dispositivos de aprendizagem, sistemas especialistas), tutoria auxiliada por

computação, etc.”. Uma dessas potenciais áreas de aplicação da adaptatividade é a semiótica; e a recíproca também parece ser verdadeira, até o presente momento.

Isso porque os interesses em comum estabelecem, entre outras, uma oportunidade de diálogo visando aprofundar o entendimento sobre como automodificações podem fazer um ser evoluir¹¹, durante seu tempo de existência, usando alguma linguagem como subsídio para atingir esse fim. Essas características inatas a processos que se automodificam denotam algo naturalmente aderente à alta expressividade computacional oferecida pela técnica adaptativa, capaz de atuar como subsídio de modelagem e implementação, em substrato computacional, dos processos internos a linguagens. E isso ocorre graças ao alto nível de abstração e à generalidade da referida formulação adaptativa, que pode ser vista como um modo relativamente simples para especificar e implementar automodificações apenas por meio da composição de rotinas computacionais elementares, necessárias à expressão da referida técnica de automodificação: incluir, remover e substituir elementos do *self*, com base em gatilhos internos e/ou externos a ele. A única ressalva para fácil utilização dessa sistemática é que o projetista consiga especificar um conjunto de regras¹² tal que ele possa ser considerado símbolo do processo adaptativo a automatizar; em outras palavras, a aplicação dessa formulação é realizável caso haja um conjunto de regras e este seja considerado uma boa¹³ representação para o processo.

O atual diálogo com os estudos em semiótica também já revelou uma outra convergência essencial: que um dos objetos de estudo centrais dessa área são as linguagens naturais – incluindo sua interpretação – cada qual um sistema dinâmico e complexo. O processo no coração da semiótica é **a semiose pois ela constitui o processo descritor da evolução do signo** e a “semiótica é a ciência dos signos” [10, p. 1]. Já simplificando em muito essa teoria e demandando um pouco da sensibilidade do leitor para o emprego dos termos usados na definição a seguir, **o signo pode ser definido como tudo o que for interpretável, ou insinuar-se como tal**.¹⁴ Por dedução, **a semiose também pode ser vista como o processo descritor da evolução daquilo que for interpretável**.

A relevância pragmática da semiose à computação é destacada, por exemplo, em [2, p. 1]: “o modelo semiótico peirceano representa um elemento chave na construção da

⁴ Supondo que as interfaces de comunicação com outras camadas sejam preservadas ou alteradas em todas as impactadas, isto é, considerando e tratando os efeitos colaterais indesejados resultantes dessas alterações.

⁵ Note que é possível aplicar recursivamente essas visões, porque se tratam de meta-representações aplicáveis às representações do sistema e das suas subpartes. Assim, por exemplo, seria possível selecionar um dos subsistemas e, como no caso do sistema, analisar 1º. Sua arquitetura/organização; 2º. Suas partes; 3º. Os elementos (lógicos e físicos) internos a cada uma das partes.

⁶ No entanto, considera-se que uma atividade possa ser interrompível – o tempo de execução de uma ação é desprezível porque é suficientemente pequeno. Pode ocorrer de uma atividade estar em progresso e um evento interrompê-la. Exemplo: alguém realizando sua corrida matinal é interrompido por alguém que deseja saber que horas são e, com isso, interrompe (mesmo que provisoriamente) a atividade que estava sendo feita. Uma outra diferença, mais técnica, é que “atividade” é associada ao estado da máquina, enquanto uma “ação” é atrelada a uma transição.

⁷ É possível mostrar que essa formulação para dispositivos adaptativos pode representar qualquer mecanismo computacional Turing-computável.

⁸ Todos eles obedecendo ao conceito de “adaptativo” já apresentado

⁹ “Função” refere-se à especificação da entidade computacional, que é também descritível matematicamente.

¹⁰ “Ação” refere-se à implementação de uma função adaptativa em alguma linguagem de programação.

¹¹ Aqui “evoluir” significa mudar na intenção de (tentar) cumprir um propósito.

¹² “Regra” pode ser entendido como um conjunto de declarações condicionais, em computação, descritíveis por conjuntos de sentenças *if-then-else*.

¹³ Esta qualidade é uma avaliação que depende do julgamento dos projetistas e, com isso, pode ser considerada função da experiência de projeto e da familiaridade em relação ao assunto em análise que cada projetista apresenta.

¹⁴ Ressalva: mesmo esta definição valendo para toda espécie de signo, este texto somente trata de signos genuínos, isto é, aquele tipo de signo que se arma, invariavelmente, em tríade ou a três relatos. Isso exclui do escopo deste trabalho os signos degenerados, que são casos especiais deste primeiro. Aos não iniciados neste assunto: podem ignorar esta nota pois não deverão sofrer com perdas de entendimento.

próxima geração de artefatos inteligentes capazes de transpor as limitações atuais da IA tradicional, como, por exemplo, o problema do *grounding* do símbolo”, formulado originalmente em [3]. Resumidamente, esse problema é enunciável por duas questões complementares, diretamente correlacionadas com a investigação deste trabalho: 1^a. Como a semântica da interpretação de um sistema formal simbólico pode vir a ser algo próprio do sistema, ao invés de, exclusiva e simplesmente, parasitar os significados que habitam as mentes dos seus criadores?; e 2^a. Como *tokens* simbólicos – por exemplo, os símbolos das linguagens de computação – “desprovidos de significado próprio”¹⁵ e manipuláveis só com base em suas formas (arbitrárias) podem ter fundamento (ou *grounding*) em coisas que não recaiam (incorram, ou ainda, que sejam equivalentes) a uma mera combinação de outros símbolos insignificantes, também “vazios de significado”? Até onde se sabe, este ainda é um problema em aberto. Aliás, uma instância dele é bem conhecida na área de inteligência artificial: o problema do “quadro” (*frame*), reincidentemente manifesto na abordagem puramente simbólica de modelagem do conhecimento. Neste, a dificuldade está em especificar formalmente (*framing*) o que varia (axiomas de efeito) e o que permanece constante (axiomas de quadro) num certo “domínio de conhecimento”, eventualmente, combinando essas formulações lógicas (axiomas estado-sucessor). Na verdade, esse problema também pode ser enunciado como sendo a alta impossibilidade de elicitar todas as contingências¹⁶ resultantes de todas as possíveis interações entre um ser artificial e um “mundo” em que está imerso. No entanto, é a essa atividade a que se dispõe um projetista ou programador cujo objetivo é o de simbolizar o conhecimento de uma cena (*frame*) – por exemplo, via representações munidas de símbolos desprovidos de *grounding*, como aqueles existentes em paradigmas computacionais puramente lógicos. Nesse sentido, o presente trabalho investiga a semiótica peirceana como subsídio estratégico para resolver esses problemas, uma vez que ela especifica um caminho a partir do qual se confere *grounding* (ou fundamento) aos símbolos – que constituem um caso particular de signo peirceano. Esse caminho é originado a partir da fusão entre dois paradigmas filosóficos: o idealismo (ou platonismo) e o naturalismo (ou realismo). Sem entrar em detalhes, uma contribuição relevante a partir da aplicação desse paradigma filosófico seria um caminho para a fusão do caráter arbitrário e convencional que é próprio dos símbolos¹⁷ (em particular, os computacionais) com as qualidades subjacentes à experiência oriunda das interações com o mundo, da maneira como ele é capaz de se impor aos seres nele imersos, os quais, em correspondência (ou não) são capazes de o perceber (ou não) a partir dos seus atributos sensoriais inatos.

Posto isso, há outras questões gerais correlacionadas à essa investigação: 1. Até que ponto a computação estaria apta a simular processos naturais, como a interpretação executada pela espécie humana¹⁸? Qual a relação entre computação enquanto

linguagem formal e outras linguagens não formais? Até que ponto é viável analisar uma linguagem formal sob a ótica do que é já sabido a respeito de linguagens naturais?

Caminhando em direção à solução desses problemas (e de outros correlacionados) este trabalho investiga o emprego da semiótica peirceana como base teórica para representação do processo de interpretação humana, vista como uma instância particular de semiose. Até onde é de conhecimento dos autores, ainda não é fato que a semiose é um processo computável; todavia, é verdade que: 1. Há modelos computacionais publicados – ver [2 e 11] – que se restringem a alguns aspectos desse processo, sem oferecer uma visão mais geral ou uma perspectiva do quão completo o modelo proposto seria em relação à teoria em que se apoia; e 2. O presente trabalho, inspirado nestes outros e na teoria semiótica subjacente, conseguiu, ao menos sob alguns aspectos, estabelecer uma descrição inicial adequada ao fenômeno em questão, considerando a base teórica estudada, principalmente no que tange às automodificações presentes como internas e naturais ao processo (de semiose). O fato deste processo ser representável sugere a hipótese de que este também seja algo automatizável, ao menos, até que isto seja refutado ou se prove um absurdo em pesquisas futuras.

Agora, no intuito de constatar se é fato que um dado processo é automatizável, primeiramente, é necessário encontrar uma modelagem (ou representação) adequada para ele, ao menos sob alguns aspectos específicos – isto é, uma representação que o simbolize com relação a essas qualidades. No caso da semiose vista como um processo de interpretação, é necessário entender três subprocessos que resultam em automodificações no objeto em que se aplicam,¹⁹ que é o signo visto como uma cadeia semiótica, ou seja, como uma tríade que evolui em novas, a medida em que conhece mais (ou menos) sobre o seu objeto. Tais subprocessos constituem instâncias (ou formas) de *determinação* que é algo entendido, neste trabalho, como um efeito (lógico e/ou físico) de um primeiro resultando num segundo que não pode ser este primeiro que o gerou. Conhecidas essas características do processo, as técnicas adaptativas podem ser vistas como um subsídio formal bastante promissor para tentar compreendê-lo, especificá-lo e, quem sabe, realizá-lo computacionalmente.

Os assuntos abordados neste trabalho serão assim discutidos: na seção II, declara-se, objetiva e sinteticamente, o propósito do presente trabalho. Na seção III, apresenta-se o método de trabalho escolhido a fim de atingir os objetivos estabelecidos. Na seção IV, realiza-se a especificação da semiose vista como processo, seguindo a ordem declarada na seção III – Método, tal que: na seção IV.A, especifica-se, em alto nível de abstração, o processo de interpretação (ou semiose) como é definido pela teoria semiótica peirceana; na seção IV.A.2), apresenta-se um modelo não adaptativo para semiose; na seção IV.B, especificam-se os subprocessos adaptativos constituintes da

¹⁵ Note que, na semiótica de Peirce, não há símbolo desprovido de significado. Essa é uma impressão que ocorre na computação, uma vez que é possível atribuir funcionalidades e significados específicos, selecionados pelo programador, aos símbolos computacionais também escolhidos por ele, o que revela não a falta de significado do símbolo, mas sim a sua natureza convencional e arbitrária, ao se colocar no lugar de seu objeto.

¹⁶ De número que tende ao infinito, quanto maior a complexidade do ser e do contexto em que se encontra.

¹⁷ E que lhes confere a tal impressão de serem “vazio em significado” até que alguma mente neles injete sentido.

¹⁸ De tudo o que for (ou se insinuar como sendo) interpretável.

¹⁹ Cada um desses subprocessos é trabalhado a partir da seção IV.A.2)b).

semiose; e, na seção IV.D, descreve-se como seria obtível um modelo adaptativo, a partir dos resultados das seções anteriores. Na seção V, descrevem-se as contribuições deste trabalho. Na seção VI, explicitam-se os passos seguintes, a serem percorridos em trabalhos futuros. Por fim, na seção VII, dispõe-se tanto as referências, quanto informações adicionais sobre os autores.

II. OBJETIVO

Obter uma representação (mais) natural para a dinâmica da semiose, isto é, um modelo contendo os aspectos essenciais da dinâmica prevista para as automodificações inatas ao signo peirceano genuíno. Aqui, “natural” refere-se a elementos “inatos e observáveis num sentido puramente experiencial²⁰” (CP, 1.204)²¹ que possibilitam ao signo transformar-se, via semiose, incorporando informações sobre o objeto em que se põe no lugar, o que se dá em atos de interpretação. Empregando a teoria adaptativa proposta inicialmente em [5] como uma ferramenta de aproximação entre a representação (modelo) e o representado (o signo peirceano), deseja-se obter uma modelagem (mais) natural para o comportamento que o signo genuíno¹⁴ apresenta.

III. MÉTODO

Com o intuito de satisfazer o propósito deste trabalho, foram pensadas as seguintes atividades, inseridas num ciclo de vida (de projeto) incremental e iterativo:

1. Especificar o processo de interpretação proposto, empregando a teoria semiótica destacada;
2. Apresentar um modelo não-adaptativo que satisfaça o processo estudado;
3. Considerar as partes adaptativas que integram o processo estudado; em outras palavras, detectar e explicar os subprocessos responsáveis por mudanças nos atributos de estado do dispositivo. Eles pressupõe a existência de automodificações que o dispositivo adaptativo é capaz de sofrer como efeitos, respostas ou reações a eventos que as disparem, conforme fundamenta a teoria adaptativa proposta em [5]. Para obter esses subprocessos que determinam (ou impõe) adaptações ao sistema, é necessário que eles sejam, nessa ordem:
 - a. Internos (ou naturais) ao processo;
 - b. Especificáveis (ou descritíveis) – em nível de projeto – como funções adaptativas ou usando uma forma de expressão alternativa ao conteúdo a ser exprimido, como imagens, diagramas e outros, desde que sejam potencialmente transdutíveis em algum tipo de especificação (ou modelo) formal;
 - c. Realizáveis (ou implementáveis) computacionalmente, em algoritmos que

constituam ações (ou rotinas) adaptativas, a partir das respectivas especificações obtidas no passo anterior. Se o resultado do passo b. for um modelo Turing-computável, então c. é um passo cujo resultado é um algoritmo.

4. Apresentar um modelo adaptativo como resultante do dispositivo não adaptativo original acoplado às funções adaptativas;
5. Refinar o resultado obtido, iterativamente, retornando do passo-em-análise a passos anteriores – se houver – até que a extensão e a profundidade, associadas ao passo-em-análise-atualizado, sejam tidas como razoáveis para avançar ao passo (ou atividade) seguinte.

IV. DO PROCESSO

A. Especificação

1) Geral

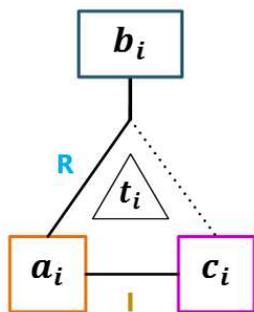
A seguir, o processo de semiose é apresentado, abstrata e genericamente – ver Fig. 1 – e especificado, em palavras – ver citação logo após a figura:

²⁰ Aqui, “experiência” é algo que se dá pelo emprego dos sentidos, tanto os de natureza física quanto os de natureza mental, como as ideias.

²¹ NOTA DE CITAÇÃO: de acordo com a prática padrão, todas as referências a, ou citações extraídas de: 1. *The Collected Papers of Charles Sanders Peirce*, Vols. I-VI, ed. Charles Harshorne e Paul Weiss, Vols. VII-VIII, ed. Arthur

Burks (Cambridge: Harvard University Press, 1931-35 e 1958); e 2. *The Essential Peirce: selected philosophical writings*, Vols. I-II, ed. Nathan Houser, são citadas assim: o número à esquerda do ponto decimal indica o número do volume; o número à direita do ponto decimal, designa o número do parágrafo.

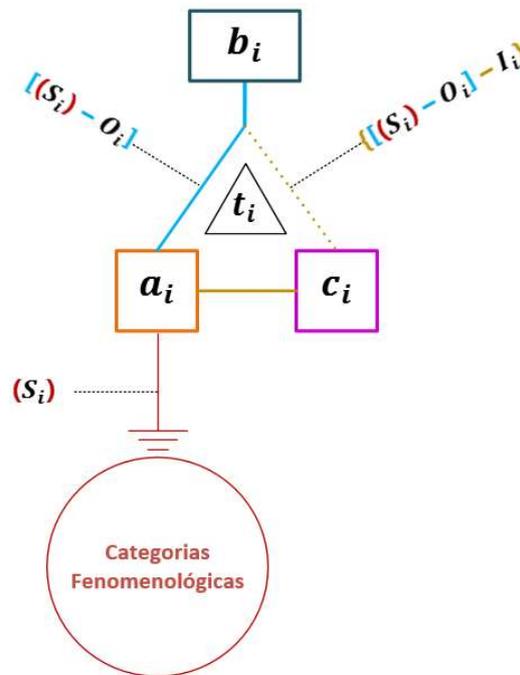
Fig. 1. Diagrama sintético referente à definição de signo de 1903, visto como uma relação triádica (t_i) ou armada a três relatos, sendo eles, nessa ordem: 1°. O signo em si mesmo, ou ainda, em função da sua própria natureza – a_i ; 2°. O objeto do signo – b_i ; e 3°. O interpretante do signo como terceiro relato sgnico – c_i . Além disso, a figura mostra “R” como sendo a relação entre o signo e o objeto; e “I” a relação entre o interpretante e o objeto, que é mediada pelo signo. Essas relações são desenvolvidas a seguir.



Um **Representamen**²² é o Primeiro Correlato de uma relação triádica, o Segundo Correlato sendo nomeado como seu **Objeto**, e o possível Terceiro Correlato sendo denominado seu **Interpretante**, por cuja relação triádica o Interpretante é determinado como sendo o Primeiro Correlato da mesma relação triádica para o mesmo Objeto e para algum possível Interpretante. (CP, 2.242)

Além disso, a **semiose**, ou o processo que descreve a evolução do signo, é, no caso teórico geral, um processo potencialmente infinito, ordenado em triádes (CP, 1.541; CP, 2.228; CP 2.303; CP, 8.332) e que progride (ou avança) – possibilitando ao signo incorporar mais informações sobre o seu objeto – via atos de interpretação. Cada uma das triádes que integra esse processo estrutura-se como na Fig. 1 e constitui um signo. Essa mesma figura também descreve que – invariável e ordenadamente – o signo-como-triáde é descritível por três relações irreduzíveis. “Irreduzível” pode ser entendido com o mesmo significado da palavra “ortogonal” quando aplicada no domínio de vetores por exemplo: se cada uma das (três) relações que compõe o signo fosse (representada como) um vetor, ela seria ortogonal às duas outras relações, tal que elas poderiam ser vistas como um sistema de vetores linearmente independentes entre si. As relações que há na estrutura do signo-como-triáde são mostradas na Fig. 2 e descritas a seguir:

Fig. 2. Diagrama referente à definição de signo de 1903, explicitando as relações internas à estrutura do signo-como-triáde t_i , sendo elas, nessa ordem: 1°. A relação (S_i) do signo-como-primeiro-relato (a_i) em relação à sua própria natureza; 2°. A relação entre o signo a_i e o seu objeto (b_i), simbolizada por “R” na Fig. 1 e, nesta imagem, escrita como $\{(S_i) - O_i\}$; e, 3°. A relação entre o interpretante (c_i) e o objeto b_i , que é mediada pelo signo a_i , simbolizada por “I” na Fig. 1 e, aqui, registrada como $\{[(S_i) - O_i] - I_i\}$



Refinando a definição de signo-como-triáde, é importante estabelecer a visão da triáde semiótica (t_i) como sendo uma hierárquica composicional estabelecida pela conjunção e coexistência espaço-temporal de três relações, cada qual evidenciando um aspecto e papel intrínsecos ao conceito de signo-como-triáde. Em t_i , são elas:

- 1ª. A relação (S_i) do Signo (a_i) em referência à sua própria natureza, a qual expõe a categoria fundamental²³ a que o signo pertence, isto é, o fundamento (ou grounding) que constitui o signo;
- 2ª. A relação $\{(S_i) - O_i\}$ do signo com o seu objeto (b_i), em que o signo põe-se numa relação de representação, professando ser o objeto. Aqui a relação mostra como o signo tem a capacidade de se colocar no lugar do objeto, como se fosse um procurador no lugar de um cliente;
- 3ª. E última, a relação $\{[(S_i) - O_i] - I_i\}$ do signo com seu interpretante (c_i), este último sendo a ação ou o efeito (físico ou psíquico) potencial do signo ao ser

²² Para os fins deste trabalho, é possível entender “representamen” como sinônimo de “signo-como-primeiro-relato”, representado como “ a_i ” na Fig. 1. Aos curiosos: o conceito de representamen peirceano evoluiu a tal ponto que, se ele fosse visto como uma classe, então o signo poderia ser considerado uma subclasse desta primeira classe – ver (CP, 2.271; 1.540; 2.242) – quando entendemos por “classe” um identificador para um conjunto de qualidades.

²³ As categorias fundamentais peirceanas são construídas a partir da fenomenologia, que é a ciência da observação dos fenômenos, desde à chegada deles à mente por meio e através da percepção, até a possibilidade de resultarem

em ações proposadas como interpretantes, isto é, efeitos da ação do signo ao ser interpretado. Como este trabalho trata apenas dos signos genuinamente triádicos, então, a categoria fundamental a que todos os fenômenos aqui analisados recaem – por exemplo, os símbolos e, mais especificamente ainda, os símbolos computacionais – é a Terceiridade. Essa categoria é identifica fenômenos que se armam a três elementos irreduzíveis, sendo eles, nessa ordem: o signo, o objeto e o interpretante.

interpretado. No ato de interpretação, a tríade completa-se $\{(S_i) - O_i - I_i\}$ e, depois de interpretado, o signo (a_i) dá lugar ao seu interpretante-que-agora-é-o-signo-atualizado, ou ainda, o signo desenvolvido (a_{i+1} – ver Fig. 3). Este novo signo, por sua vez, também possuiria (eventualmente) um outro e novo interpretante (c_{i+1} – rever Fig. 3). Aqui se evidencia, com isso, o papel de mediador que o signo desempenha ao representar o objeto, pelo menos sob alguns aspectos específicos, para atualizar o interpretante, resultando no signo atualizado. Em suma, *o ato de interpretação transforma um interpretante-como-signo-em-potencial (c_i), em t_i , num interpretante-como-signo-atualizado (a_{i+1}) que atua como signo (primeiro relato) na tríade seguinte, isto é, em t_{i+1} . Este novo signo nasce relacionando-se ao seu interpretante-como-signo-em-potencial (c_{i+1}), o que possibilita o signo corrente ser atualizado, num eventual ato futuro de interpretação.*

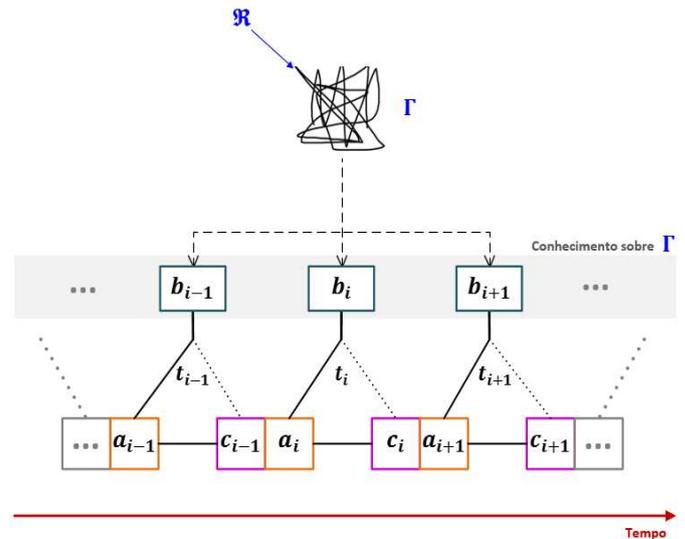
2) Das Restrições Teóricas Sobre o Processo Geral

As restrições impostas sobre o processo geral de semiose caracterizam-no como algo: 1. Ordenado em Tríade S-O-I e, no caso geral (ou teórico), potencialmente infinito; e 2. No qual os relatos sígnicos obedecem a três relações de determinação: 2.a. Do objeto (do signo) pelo “Real”²⁴; 2.b. Do signo pelo seu objeto mirando a um interpretante; e 2.c. Do interpretante pelo objeto mediado pelo signo.

a) A Tríade Ordenada ((S – O) – I)

Seja a semiose vista como uma cadeia de tríades $T = \{\dots, t_{i-1}, t_i, t_{i+1}, \dots\}$ em que cada $t_i = (a_i, b_i, c_i)$ e $i \in \mathbb{Z}$ é um signo-visto-como-tríade, pertencente à T, como ilustra a Fig. 3. T é, com isso, nomeada uma cadeia semiótica de comprimento potencialmente infinito.

Fig. 3. A semiose (ou o signo em evolução) como um processo ordenado em tríade e potencialmente infinito. É interessante considerar o modelo geral para $i \in \mathbb{Z}$ (e não $i \in \mathbb{N}$) porque assim, esse índice representa melhor as duas regressões ao infinito que ocorrem na semiose – uma em direção ao objeto inicial do signo ($b_{i \rightarrow -\infty}$) e o outra em direção ao interpretante final ($c_{i \rightarrow +\infty}$), no caso teórico geral. A imagem registra: 0. O objeto do “real”, como sendo uma instância Γ da “realidade” \mathfrak{R} , incapturável na sua plenitude (flechas pontilhadas) através e por meio de signos; 1. Em laranja – ou $\forall a_i, i \in \mathbb{Z}$ – o Signo Ele Mesmo; 2. Em turquesa – ou $\forall b_i, i \in \mathbb{Z}$ – o Objeto do signo; e 3. Em roxo – ou $\forall c_i, i \in \mathbb{Z}$ – o Interpretante do signo. O pontilhado do objeto para o interpretante indica que a determinação do interpretante pelo objeto é, invariavelmente, mediada pelo signo.



Inspirados em [3].

Assim a semiose corresponde à evolução dessa tríade irreduzível (EP, 2.171) entre (Signo – Objeto) – Interpretante ([Burch 1991; Brunning 1997; Peirce SS 43; CP, 1.363; CP, 8.331; CP, 7.537] apud [2, p. 2]) que avança no decorrer do tempo, mas não necessariamente acoplada a ele, a não ser no sentido de incorporar informações sobre o objeto, por meio e através da determinação que sofre por ele, progressivamente; em outras palavras, quanto maior o intervalo transcorrido de tempo, maior é a possibilidade de o objeto ter determinado novos signos e, portanto, haver maior conhecimento sobre ele incorporado no signo-como-tríade que se adapta (ou se automodifica) pela semiose; no entanto, note que a semiose não depende do tempo enquanto atributo: haveria apenas uma correlação positiva entre o tempo e a “quantificação do conhecimento” incorporado no signo acerca do objeto.

Uma aplicação desse processo é a identificação da categoria (natural ou artificial) a que objetos (no sentido mais geral possível) pertencem, com base nos atributos invariantes **mínimos** (qualidades essenciais) para que sejam considerados membros da potencial classe (ou categoria). Observe que essas qualidades mínimas são obtíveis por operações realizadas “a partir dos objetos distais, por meio e através das projeções

²⁴ Entendendo-se por “Real” aquilo que está fora e seja independente do signo, embora seja também aquilo que seria representado caso a ação do signo, ou semiose, chegasse a um ponto ideal perfeito. Nessa última acepção, o “Real”

constitui o que for representável num processo ideal (potencialmente infinito) de semiose e não qualquer representação (que é, invariavelmente, um signo).

sensoriais proximais” [3, pp. 1, 6, 8-9] e constituiriam, em parte, os tais “atos de interpretação” para esta aplicação.

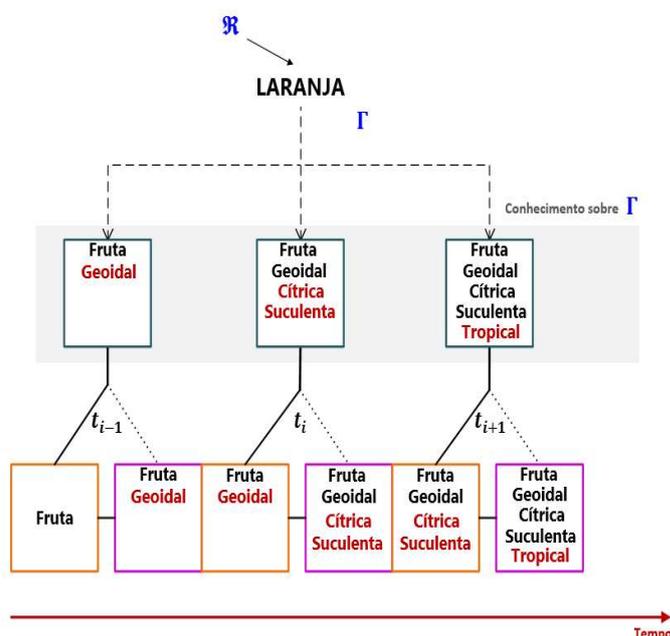
Um exemplo concebível referente à aplicação anterior pode ser construído a partir da discussão feita em [8, pp. 16-18] sobre a definição (ou o conceito) de “laranja”. Imagine este objeto. Será que você imaginou uma fruta? Uma cor? Ou um intermediário humano atuando em transações fraudulentas? Eliminando o problema de ambiguidade do sujeito, considere a fruta. Agora, será que a laranja imaginada por você seria idêntica àquela resultante de um imaginário coletivo, isto é, da conjunção dos predicados de cada pessoa de um grupo, expondo seu respectivo conceito da fruta? É provável que não, porque características novas vão sendo listadas a medida em que as pessoas declaram suas experiências com laranjas²⁵, enunciando predicados²⁶ não declarados por outros do coletivo. Isso implica que o conceito (ou modelo/representação) de laranja pode evoluir em função (e a medida em que) as pessoas manifestam suas experiências individuais com as laranjas, resultando numa definição coletiva de “laranja”. Esse processo de evolução do conceito-modelo-representação de “laranja” (fruta) é descrito na instanciação da Fig. 3 – caso geral – resultando na Fig. 4. Nela se retrata uma instância Γ do “Real” \mathfrak{R} – isto é, uma laranja como ela é evocada por um de seus símbolos que, no caso da figura, possui suporte em linguagem textual, por ser uma palavra em língua portuguesa (“LARANJA”). Γ , ou a laranja do “Real” – que reside e resiste fora do signo – determina o objeto-como-segundo-relato do signo (ou objeto imediato) – quadrados rotulados com a letra “b” na figura.

Γ é incapturável, em sua plenitude, por qualquer uma de suas possíveis representações – isto é, pelos signos mostrados como quadrados rotulados com a letra “a” na figura – uma vez que elas se põem em seu lugar como se fossem a “verdadeira” laranja – mas nunca serão ela – a partir do conhecimento que detém sobre esta num certo tempo-espaco (objeto b_i), obtido a partir do conjunto de experiências com Γ . Tal conhecimento sobre Γ permite não só identificar, classificar e interpretar elementos da classe “LARANJA”, como também possibilita agrupá-los ao estabelecer condições de identidade que permitem comparar objetos candidatos a ser “LARANJA”, mas que, todavia, só o serão caso passem em testes mínimos (comparações) que supostamente “garantem” ou lastreiam a identidade entre os objetos avaliados e a classe “LARANJA”. Esse lastro é a experiência com a classe em relação às experiências obtida ao experienciar os objetos a serem classificados. Uma identificação (ou categorização) como descrito acima pode ser realizada, por exemplo, detectando os predicados que forem compartilhados entre os objetos-alvos da comparação.

Outro ponto é, na Fig. 4, também se mostra que todo signo interpretado (ou atualizado) possui e exibe um conhecimento maior, na forma simples de um novo predicado, em relação aos seus antecessores, o que denota que ocorreu uma experiência particular, direta ou indiretamente, com “laranja”. Reitera-se que informações sobre o objeto são incorporadas pelo signo ao

ser atualizado, tornando-se conhecimento sobre ele, obtido *por meio e através da experiência* com relação a esse objeto.

Fig. 4. Uma aplicação da semiose, formulada para o caso teórico geral na Fig. 3, constituindo uma cadeia finita de signos que se referem a um objeto particular do “Real” \mathfrak{R} – aqui, uma “laranja”, que NÃO É a palavra (nem seria a imagem dela), é simbolizada por Γ . A representação de Γ , dada por meio da palavra “LARANJA”, é um abuso intencional a fim de provocar o leitor quanto aos limites da capacidade humana de representar. Em outras palavras, o intuito é chamar a atenção para o fato de que a “verdadeira” laranja Γ , enquanto ser pertencente a \mathfrak{R} , nunca poderá ser alguma de suas possíveis representações – como uma de suas imagens, por exemplo – o que implica que esta palavra mostrada como sendo Γ não é senão uma sugestão (ou indicação) do legítimo objeto Γ . Esta figura também exibe a semiose (ou evolução) do signo “laranja”, partindo de uma representação mais simples, à esquerda para uma representação mais complexa, à direita, todas baseadas apenas em qualidades.



Para completar o exemplo anterior, é razoável pensar que ninguém qualificaria uma laranja, por exemplo, como sendo de cor verde. Se alguém de boa saúde mental afirmar, contudo, que depois de ir à Marte encontrou algo verde, com as mesmas predicções da laranja terráquea, exceto pelo fato da cor ser verde e da procedência ser marciana, então o conceito de laranja potencialmente evoluirá, incorporando as laranjas de origem marciana, de cor verde, como sendo elementos da classe.

De volta à especificação, é importante lembrar que, como já foi apontado na base teórica vista até aqui – rever Fig. 3 – que “a relação triádica é o esquema analítico elementar de um processo de continuidade que tanto regride quanto se prolonga ao infinito” [9, p. 18]. No entanto e, ao mesmo tempo, como explica (Ransdell apud [9, p. 20]), uma semiose começa sempre *in media res* (ou no meio da cadeia), em qualquer ato de

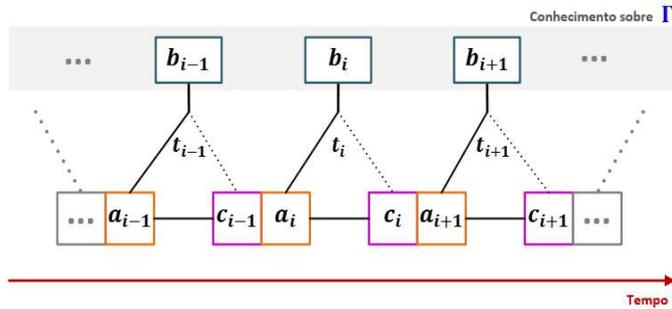
²⁵ Às vezes, estabelecendo paradoxos e contrastes umas com as outras, ao escancarar diferenças quanto a gostos, sensações e com isso, confrontar experiências individuais que diferem umas das outras opostas, a partir das comparações entre elas.

²⁶ E outros recursos de linguagem para fazer um objeto ser conhecido por meio da comunicação, por exemplo, a asserção de proposições.

interpretação. Com isso, apenas é possível interpretar, especificando ou abstraindo, tão extensiva quanto minuciosamente, quanto forem satisfeitos os propósitos que orientam uma interpretação. Assim que os satisfaz, a cadeia semiótica torna-se algo de comprimento finito, com início, meio e fim – rever Fig. 4.

Agora, a fim de especificar as relações lógicas existentes na dinâmica natural da semiose, é conveniente reexibir a Fig. 3, contendo apenas os relatos do signo-como-processo ordenado em tríades e infinito em potência.

Fig. 5. Fig. 3, sem o elemento do “Real”: apenas os relatos do signo, o que o torna uma representação mais adequada da semiose.



A expressão lógica a seguir evidencia o signo como algo capaz de evoluir, incorporando informações sobre o objeto, ao ser interpretado, resultando no signo atualizado.

Expressão 1 – Relação lógica entre as “coisas” c_i e a_i – que são signos – enquanto relatos da tríade rotulada como t_i . Nessa tríade, c_i assume o papel de interpretante relativo ao signo a_i , que atua como primeiro relato da tríade t_i . Portanto, c_i é algo distinto de a_i , sendo concebido como o efeito (psíquico e/ou físico) que a_i pode engatilhar, ao ser interpretado.

$$\forall i \in \mathbb{Z}, (c_i \neq a_i)$$

Inspirados em (CP, 8.332).

É fundamental perceber que, nessa relação, c_i é interpretante de a_i (signo) e ambos coexistem na tríade t_i . c_i é um signo mais evoluído que a_i , mesmo que ambos se refiram ao mesmo objeto “real”, porque ele é o resultado da interpretação de a_i , processo que incorpora informação sobre o objeto, resultando no signo atualizado a_{i+1} .

Na próxima relação lógica, é destacada a transição de certa tríade (t_i) para sua consecutiva (t_{i+1}), isto é, evidencia-se o passo evolutivo (ou progressivo) resultante de um ato de interpretação.

Expressão 2 – Relação lógica entre as “coisas” c_i e a_{i+1} – que são signos – enquanto relatos das tríades rotuladas como t_i e t_{i+1} , nessa ordem. Em t_i , c_i assume o papel de interpretante; e, em t_{i+1} , a_{i+1} atua como signo. O predicado deve ser lido como: “ a_i determina c_i , podendo gerar a_{i+1} ”.

$$\forall i \in \mathbb{Z}, \text{Determina}(a_i, c_i) = \{\varepsilon \mid a_{i+1}\}$$

Inspirados em (CP, 8.332).

Explicando melhor a relação lógica anterior, na tríade t_i , o (papel de) interpretante c_i – que é um signo em potencial – ao ser interpretado com sucesso, faz c_i **tornar-se** a_{i+1} , o que significa fazê-lo deixar de atuar como (no papel de) interpretante, em t_i , e assumir o papel de signo na tríade sucessora: t_{i+1} . Essa expressão também sugere, por indução, a evolução do processo rumo a um interpretante final.

b) A Determinação e suas Espécies como Subprocessos

Como já foi mencionado na Introdução, mesmo que em altíssimo nível de abstração, a *determinação* também pode ser vista como um evento, fato ou ocorrência de natureza causal (física e/ou lógica, biológica ou artificial), que pode ser imaginada como um gatilho disparador de um ato interpretativo o qual, se levado às últimas consequências, pode ser representado pela incorporação de uma nova tríade à cadeia T .

A determinação também explica a ordem imposta aos relatos que formam a tríade signica, assim como dá indícios do ciclo de vida do signo, explicitando a dinâmica da semiose:

O signo é determinado pelo objeto relativamente ao interpretante, e determina o interpretante em referência ao objeto de um modo tal que o interpretante é determinado pelo objeto por meio e através da mediação do signo.

[MS 318:81, apud 4, p. 23]

Seja uma tríade $t_i = (S_i, O_i, I_i)$, $i \in \mathbb{Z}$, um elemento pertencente a uma cadeia semiótica T , composta de tríades, como especificada na seção anterior. Então, em t_i , há três espécies de determinação:

1. O_d determina O_i mirando a S_i
2. O_i determina S_i relativamente (ou mirando) a I_i ; e
3. S_i determina I_i em referência a O_i .

O primeiro tipo de determinação explicita a imposição do objeto dinâmico (ou instância do “Real”) sobre o objeto imediato (O_i), que é o segundo relato da tríade t_i . A geração de O_i mirar a S significa que o objeto já nasceria visando a potencial signo que o representante.

Já o segundo tipo de determinação significa que o signo (S_i) tem primazia lógica sobre o seu objeto (O_i), isto é, “embora o signo seja determinado pelo objeto, este, por sua vez, só é logicamente acessível *por meio e através* da mediação do signo”

²⁷ “Determinar” é um conceito aprofundado na seção IV.A.2)b)

[9, p. 25], ou ainda, o objeto só é acessível depois de se projetar num signo.

Pelo fato do objeto ser algo que transborda o signo e que resiste à sua evolução – do contrário, seriam ambos uma só coisa – **há a determinação do signo pelo objeto e não mera substituição**: ao mesmo tempo em que o signo é incapaz de substituir plenamente o objeto, colocando-se apenas em seu lugar, ele mira à ideia que o objeto é capaz de produzir ou modificar, isto é, seu interpretante.

É justamente essa aptidão gerativa – inata do signo (S_i) – que é expressa no terceiro tipo de determinação – item 3 da lista. Em resumo, o signo tem a capacidade (ou a potência) de gerar um efeito (ou ação), isto é, um interpretante (I_i), a partir da determinação que ele sofre do novo estado de conhecimento sobre o objeto (O_{i+1}), porém, note que o interpretante resulta sempre da mediação do objeto pelo signo – e não pela influência desintermediada (ou direta) do objeto.

B. Modelagem Formal Não Adaptativa Resultante

Como ilustra a Fig. 5, seja uma cadeia semiótica de tríades uma sequência reordenável $T = [\dots, t_{i-1}, t_i, t_{i+1}, \dots]$ em que $\forall i \in \mathbb{Z}, t_i = (a_i, b_i, c_i)$ é uma tríade-pertencente à cadeia – só definível no contexto de T – caso seu:

1. Primeiro termo seja (ou assuma o papel de) Signo (a_i);
2. Segundo seja (ou assuma o papel de) Objeto (b_i); e
3. Terceiro seja (ou assuma o papel de) Interpretante (c_i).

Já as restrições estudadas, impostas à cadeia T pela base teórica, significam que:

- ❖ Há um objeto dinâmico (\mathbf{F}), incapturável pelas malhas dos signos porque ele resiste e existe no “Real” \mathfrak{R} , de tal modo que ele determina o Objeto (b_i) do Signo (a_i) como objeto imediato dele;
- ❖ É fundamental perceber que, em qualquer tríade (t_i) da cadeia:
 - O objeto b_i determina o signo a_i , que, ao nascer, já mira atualizar o interpretante-como-signo-potencial c_i , no intuito de atualizar a_i em a_{i+1} ;
 - c_i é o interpretante de a_i (signo) e ambos coexistem na tríade t_i . Ao ser atualizado, c_i incorpora mais informação sobre o objeto b_i e, por isso, ele constituirá um signo mais “evoluído” que o seu antecessor (a_i), mesmo ambos se colocando no lugar do mesmo objeto.
 - ✓ Desse fato, infere-se que todo Interpretante (c_i) não é logicamente equivalente ao Signo (a_i)

quando coexistem enquanto relatos numa mesma tríade (t_i); apenas ao ser atualizado, o interpretante-como-signo-potencial c_i torna-se uma versão atualizada de a_i – isto é, a_{i+1} – o que corresponde ao papel de signo na tríade seguinte a t_i – ou seja, t_{i+1} – Expressão 1.

- ❖ Na relação lógica restante – Expressão 2 – é destacada a transição de certa tríade (t_i) para sua consecutiva (t_{i+1}), ou seja, evidencia-se o passo evolutivo (ou progressivo) que resulta de um ato de interpretação, a partir de uma nova ocorrência de determinação do objeto, nesta situação, mediado pelo signo.

C. Elementos Dinâmicos

Abaixo, seguem os subprocessos adaptativos imperativos, intrínsecos e essenciais à semiose.

1) Previstos

Elicitam-se, aqui, três origens para as adaptações possíveis de ocorrer na cadeia semiótica, sem o intuito de ser exaustivo²⁸, mas sim, com o propósito de estabelecer um ponto de partida, em alto nível de abstração, para a dinâmica do funcionamento natural da tríade semiótica, vista aqui como um processo de semiose ordenado em tríades e potencialmente infinito.

Nesta seção, a ordem de apresentação das fontes de adaptação obedece uma sequência lógica, de tal modo que esta não requisita ou vincula-se a uma coordenada tempo-espacial. Com isso, é permitido (ou válido) que existam intervalos temporais em que há apenas adaptações sendo originadas de alguma dessas fontes, sem haver outras adaptações de outras fontes. Define-se essa propriedade como “princípio da autonomia das fontes”²⁹. Por exemplo, é possível ocorrer adaptações originadas da primeira fonte, sem que haja outras nas duas fontes restantes, necessariamente.

Acoplada à ordem lógica acima, está uma dependência existencial hierárquica entre as fontes, menos no caso da primeira, que possui existência própria – o que implica o fato de essa fonte ser não só autônoma como também independente das outras. Então, excetuando-se o caso desta primeira fonte, as demais precisam que suas antecessoras tenham se manifestado para, só então, poderem manifestar-se, via produção e imposição (ou determinação) de adaptações à cadeia semiótica. Feitas essas considerações, vamos à descrição de cada uma:

A primeira fonte de adaptações é constituída a partir do choque entre um objeto do “Real” e uma cadeia semiótica associada a ele. Esse choque ocorre no sentido de o “Real” (ou objeto dinâmico) ser projetável. Ao projetar-se, a projeção resultante é o objeto (imediato), ou o segundo relato da tríade

²⁸ É possível conceber não só mecanismos gerativos, foco deste texto, como outros de eliminação, que atuariam como se fossem dispositivos de memória temporária ou limitada, removendo tríades da cadeia semiótica por uma questão de desuso do conhecimento armazenado sobre o objeto, por exemplo.

²⁹ Não confundir “autonomia” com “independência” lógica. Pode haver autonomia, com ou sem dependência de uma fonte em relação às outras, como o parágrafo seguinte desenvolve.

semiótica³⁰. Em síntese, ao se impor (ou se manifestar forçosamente) o “Real” produz, ou determina, como efeito (físico e/ou psíquico), objetos (imediatos), cada qual podendo atuar (ou não) como (no papel de) segundo relato de alguma triade que se coloca no lugar do objeto e, com isso, é signo dele.

Assim, o objeto (imediato) resulta da capacidade natural que o “Real” tem de se projetar ou impor-se. Ao ser percebido, nesse exato instante, o objeto torna-se sugestível e insinua-se à interpretação; em outras palavras, ele pode ser visto como uma entrada que adentra num ato de interpretação como (no papel de) signo, o que também pode ser escrito, muito economicamente, como: o signo é determinado pelo objeto. Essa determinação constitui a segunda fonte de adaptações, porque ela define que “coisas” são geradas a partir da existência do objeto imediato, mas nem todas elas constituem signos: apenas o fazem aquelas que são interpretáveis ou que se insinuam como sendo.

Uma vez obtida alguma interpretação para o objeto, isto é, algum signo deste – capaz de referenciar o objeto em que se coloca no lugar, ao menos sob alguns aspectos específicos – este ser recém-nascido já surge mirando a um interpretante, que é um outro signo no qual o primeiro é capaz de se desenvolver, uma vez mais, por meio de uma nova rodada de determinação do objeto do “Real”. Contudo, esta segunda determinação não é igual à da primeira fonte já estudada: aqui ocorre mediação do que já é conhecido sobre o objeto – tanto por experiência colateral, como por conhecimento prévio guardado em outros signos anteriores – em síntese, ocorre uma intermediação pelo signo atual, que se encontra prestes a ser interpretado. Portanto, essa terceira espécie de determinação mostra que o signo só é capaz de representar o objeto do “Real” (ou dinâmico) sob certos aspectos específicos, todavia, jamais em sua plenitude. E isso é verdade, reiterando, porque, ao ser algo do “Real”, o objeto dinâmico – que reside e resiste na sua própria existência, fora do signo – é algo inelutavelmente livre para se impor ao signo, que só o representa justamente com relação aos aspectos que ele manifestar/ou/arará (ou impor/s/rá). Assim sendo, por mais que o signo evolua (ou seja, incorpore informações sobre o objeto), ele ainda não deixará de ser (ou atuar no papel de signo) – pois jamais deixará de ser o que é para se constituir como aquilo que ele professa ser (seu objeto) – o que implica que o propósito do signo é lutar para ser o objeto do “Real”, à medida em que esse objeto vai sendo descoberto, continuamente, por mais que isso seja, no absoluto, uma tarefa impossível. Para concluir, esse último fato implica que essa terceira espécie de determinação também constitui uma fonte de adaptação, a terceira, porque ao buscar ser o objeto, o signo só é capaz de o fazer pela atualização do interpretante-como-signo-em-potencial transformando-o em signo atual, o que resulta na sequência potencialmente infinita vista na seção IV.A.2)a). E esta atualização do interpretante resulta, invariavelmente, na geração de um novo interpretante ligado a esse antigo interpretante-que-se-tornou-signo, ou seja, este é, por fim, um subprocesso de automodificação e, sendo assim, é “adaptativo”.

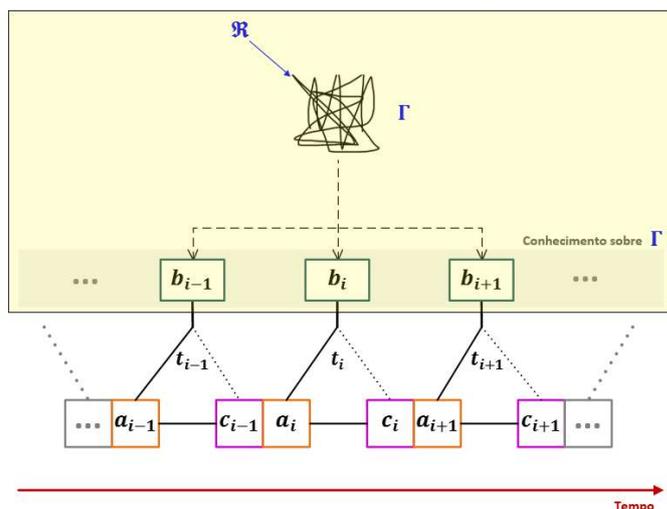
2) Especificáveis

Estudadas as três fontes de adaptatividade previstas, a especificação de cada uma será apresentada abaixo, em duas linguagens complementares: 1. Textual – ou via linguagem natural; e 2. Diagramaticamente – ou via imagens. Isso porque a notação formal para o processo estudado ainda está em fase de desenvolvimento, constituindo-se como uma atividade (de especificação) em progresso.

Sejam as fontes:

1. A imposição de uma instância do “Real” (objeto dinâmico) determinando um objeto imediato³¹ que, por sua natureza, resulta da experiência colateral, ou ainda, do choque entre o “Real” e uma cadeia semiótica que o persegue com o propósito de o representar; esse objeto é inserido à cadeia como segundo relato de alguma nova potencial triade, ainda a ser construída – ver Fig. 6.

Fig. 6. Semiose, com ênfase na representação da determinação do objeto imediato (b_i) como resultado da determinação do objeto dinâmico Γ sobre a cadeia semiótica T .



Como inferência formal possível a partir dessa determinação, poderia ser obtida, a título de ilustração, a expressão a seguir:

³⁰ A definição mais geral de signo não requisita uma percepção unida à mente. Aliás, tampouco demanda que haja uma mente ou uma percepção. Logo, ao definir o signo como algo de existência própria, é razoável tentar eliminar qualquer espécie de mentalismo.

³¹ Para simplificar, o objeto imediato determinado será considerado, necessariamente, um objeto novo, o que não é verdade em todos os casos, porque ele (ou uma instância equivalente a ele) já pode existir como elemento da cadeia.

Expressão 3 – Relação de todo objeto imediato (b_i) com o objeto dinâmico Γ .

$$\forall i \in \mathbb{Z}, \exists \Gamma \in \mathfrak{R} \mid$$

$$Determina(\mathfrak{R}, \Gamma)$$

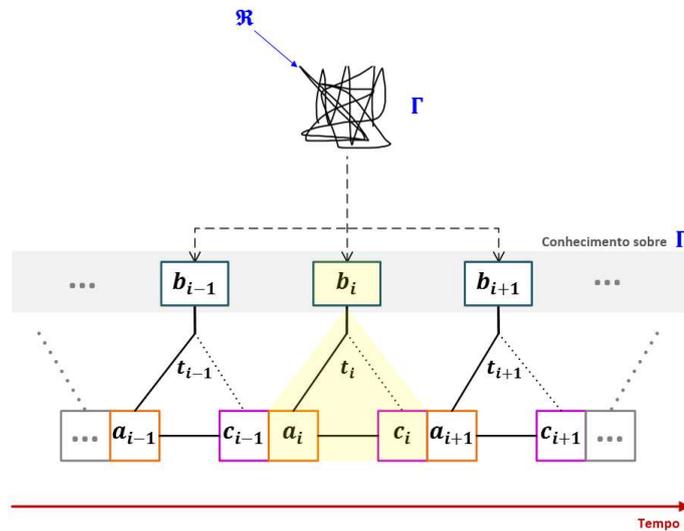
$$\wedge Determina(\Gamma, b_i)$$

$$\wedge ObjetoImediato(b_i, \Gamma)$$

Fonte: Autor, baseado em (CP, 8.333, 4.536, 8.314, 8.183).

2. A determinação de um signo acoplado ao interpretante como resultado da determinação do objeto imediato – ver Fig. 7.

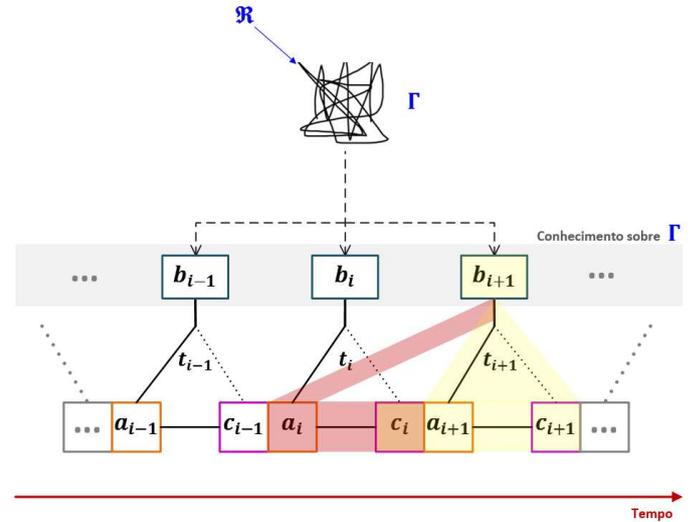
Fig. 7. Semiose, com ênfase na representação da determinação do signo (a_i) e o seu interpretante (c_i) a partir da determinação pelo objeto imediato (b_i).



E, finalmente,

3. A determinação do interpretante, via determinação do próprio objeto mediado pelo signo – ver Fig. 8.

Fig. 8. Semiose, com ênfase na representação da determinação do interpretante-como-signo-potencial (c_i) por meio e através do signo (a_i). Essa determinação ocorre não só com base no que já é conhecido sobre o objeto (b_i)³² mas também no que está sendo conhecido sobre ele agora – o que poderia ser abstraído pela diferença: $b_{i+1} - b_i$. Em síntese, c_i torna-se a_{i+1} ao ser determinado por b_{i+1} , objeto que é mediado pelo signo a_i . Ao se constituir o signo a_{i+1} , seu interpretante-como-signo-potencial correspondente também é gerado – isto é, c_{i+1} . Com isso, houve a atualização da triade t_i em $t_{i+1} = (a_{i+1}, b_{i+1}, c_{i+1})$, o que simboliza um passo evolutivo – também denominado “ato de interpretação” – do signo-como-triade que é um ser cuja evolução impõe também a evolução da cadeia semiótica T, que pode ser vista como um histórico da trajetória de evolução do signo.



3) Realizáveis (ou Implementáveis) Computacionalmente

Essa análise pressupõe o término da atividade anterior, portanto, será reservada a trabalhos futuros. Contudo, já é possível adiantar algumas observações relevantes à fase de implementação dos subprocessos adaptativos elicitados:

- ❖ A primeira fonte de adaptações pressupõe a capacidade do “Real”, instanciado em um objeto dinâmico, em se projetar, no intuito de gerar objetos imediatos. Com isso, essa capacidade implica em outra: a de que algo é capaz de sofrer a projeção imposta, mediante sensibilidade à alteridade do “Real”;
- ❖ Ao existir, o objeto imediato é algo capaz de gerar signos-interpretantes, isto é, ele é um ser que pode resultar em outros, alguns dos quais sugerem ser ou são de fato passíveis de interpretação; portanto, além de poder sofrer a projeção do “Real” sobre si, o sistema tem que possuir a habilidade de “conectar” signos-interpretantes aos objetos recebidos como entradas iniciais; essa conexão é realizada no intuito de entender o “novo sensorial” que constitui a projeção sensorial inicial, ao impor “Ordem” à ela, por exemplo:

³² Isto se houver algum conhecimento sobre ele... senão, a determinação corrente é a primeira e uma nova cadeia T pode ser criada.

- A notando, isto é, percebendo sua existência (ou presença);
 - A distinguindo (ou diferenciando) de outras coisas;
 - A identificando (ou classificando);
- ❖ Um signo já disponível na cadeia, ao ser interpretado, deve ser capaz de produzir outro; e isso pressupõe a aptidão do signo em interpretar algo determinado pelo “Real” se projetar. Logo, o aprofundamento no subprocesso de interpretação – ou conversão do interpretante em signo atualizado a partir do signo desatualizado – é essencial.

D. Modelagem Formal Adaptativa Resultante

Seja o modelo formal não adaptativo para o processo estudado descrito na seção IV.B. Acoplando-se a ele os subprocessos adaptativos estudados na seção IV.C, obtém-se o modelo formal adaptativo resultante seguindo o método de especificação proposto em III.

Esta etapa é uma atividade de integração futura, somente realizável tendo sido obtidas as suas partes integrantes.

V. RESULTADOS

Como resultante principal, está proposto um modelo inicial adaptativo consistente com o processo de evolução do signo peirceano genuíno, que se mostra naturalmente um processo de automodificação com adaptações originadas a partir das relações de determinação inatas a seu comportamento. O modelo descrito encontra-se lastreado na teoria semiótica peirceana e encontra-se em construção, apoiando-se sobre os conceitos já estabelecidos pela técnica adaptativa referenciada.

Incapaz de ser completo, por também ser (ou atuar como) signo, este modelo inicial oferece uma primeira visão – em altíssimo nível de abstração – relativa à dinâmica da semiose (ou evolução) do signo-como-tríade, sem a intenção de se aprofundar muito quanto às atividades que há em cada um dos três subprocessos estudados.

VI. PRÓXIMOS PASSOS

Finda esta primeira iteração sobre o processo de semiose estudado, ainda é necessário:

1. Estabelecer uma notação formal para os subprocessos adaptativos;
2. Validar, iterativa e continuamente, o modelo resultante, de preferência, com o apoio de especialistas no processo semiótico estudado;
3. Investigar, em extensão e profundidade, cada subprocesso elicitado como parte da dinâmica relativa e inata ao signo. Caso necessário – por exemplo, por razões de complexidade – talvez seja interessante explodir cada subprocesso em outros de menor escopo, todavia, ainda sim, preservando a base teórica (ou não);

4. Inspeccionar cada especificação, detalhando-a se necessário, aplicando alguma técnica de modelagem aderente: lógica formal, cálculo lambda e/ou outras;
5. Estudar a potencialidade de implementação (ou realização) dos subprocessos especificados e formatados como modelos;
6. Aplicar os modelos obtidos em casos de uso significativos, para fins de verificação e validação do propósito a que se destinam cumprir, isto é, atos de interpretação.

VII. REFERÊNCIAS

1. CAYA, R. E. C.; NETO, J. J. **Personalização, “Customização”, Adaptabilidade e Adaptatividade** Memórias do WTA 2016. **Anais...** São Paulo: WTA 2016, 2016 Disponível em: <<http://lta.poli.usp.br/lta/publicacoes/artigos/2016/memoria-s-do-wta-2016>>
2. GOMES, A.; GUDWIN, R.; QUEIROZ, J. Towards meaning processes in computers from Peircean semiotics. **SEED Journal--Semiotics, Evolution, Energy, and Development**, v. 3, n. 2, p. 69–79, 2003.
3. HARNAD, S. The symbol grounding problem. **Physica D: Nonlinear Phenomena**, v. 42, n. 1–3, p. 335–346, 1990.
4. LISZKA, J. J. **A General Introduction to the Semeiotic of Charles Sanders Peirce**. Bloomington: Indiana University Press, 1996.
5. NETO, J. J. Adaptive automata for context-dependent languages. **ACM SIGPLAN Notices**, v. 29, n. 9, p. 115–124, 1 set. 1994.
6. PEIRCE, C. S. **Collected papers of charles sanders peirce**. [s.l.] Harvard University Press, 1974.
7. PEIRCE, C. S.; HOUSER, N. **The essential Peirce: selected philosophical writings**. [s.l.] Indiana University Press, 1998. v. 2
8. ROMANINI, V. **A contemporaneidade de Peirce no pensamento comunicacional**. São Paulo: [s.n.]. Disponível em: <http://www.academia.edu/30424930/A_contemporaneidade_de_Peirce_no_pensamento_comunicacional>. Acesso em: 29 dez. 2016.
9. SANTAELLA, L. **A teoria geral dos signos: como as linguagens significam as coisas**. São Paulo: Pioneira, 2000.
10. SANTAELLA, L.; NÖTH, W.; MENEZES, P. **O que é semiótica**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1983.
11. SARBO, J. J.; FARKAS, J. I.; VAN BREEMEN, A. J. J. **Knowledge in Formation: A Computational Theory of Interpretation**. [s.l.] Springer Science & Business Media, 2011.
12. TAHVILDARI, M. S. AND L. “Self-adaptive software: Landscape and research challenges”. **ACM Transactions on Autonomous and Adaptive Systems**, v. V, n. March, p. 1–41, 2009.



Ian Silva Oliveira é mestrando em Engenharia da Computação pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), atuando como membro do LTA – Laboratório de Linguagens e Tecnologia Adaptativa do PCS – Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais. Graduado em Engenharia Elétrica – Ênfase em Computação, pela EPUSP (2015). Atua em pesquisa desde 2011, em Iniciação Científica, que durou até o fim da graduação. Seus interesses de pesquisa não se limitam a, mas incluem: modelagem de processos que se automodificam em ambientes dinâmicos; computabilidade teórica e aplicada à solução de problemas; lógicas formais e naturais; cognição e percepção; análise, processamento e síntese de linguagens, semiótica computacional.



João José Neto é graduado em Engenharia de Eletricidade (1971), mestre em Engenharia elétrica (1975), doutor em Engenharia Elétrica (1980) e livre-docente (1993) pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Atualmente, é professor associado da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e coordena o LTA – Laboratório de Linguagens e Tecnologia Adaptativa do PCS – Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais da EPUSP. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase nos Fundamentos da Engenharia da Computação, atuando principalmente nos seguintes temas: dispositivos adaptativos, tecnologia adaptativa, autômatos adaptativos, e em suas aplicações à Engenharia de Computação, particularmente em sistemas de tomada de decisão adaptativa, análise e processamento de linguagens naturais, construção de compiladores, robótica, ensino assistido por computador, modelagem de sistemas inteligentes, processos de aprendizagem automática e inferências baseadas em tecnologia adaptativa.



João Eduardo Kogler Jr. é correntemente membro do Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). Graduado em engenharia elétrica e em física, é doutor e mestre pela USP. Desenvolveu suas pesquisas de PhD e MSC, respectivamente, nas áreas de visão computacional e modelagem em neurociência. Desenvolveu seu trabalho de pesquisa de doutorado no Princeton SRC Research Lab, New Jersey, Estados Unidos, e de pós-doutorado como cientista visitante do INRIA Sophia Antipolis, França. Seus interesses atuais de pesquisa concentram-se em modelagem matemática e computacional da cognição e da percepção e em inteligência artificial, com aplicações à robótica cognitiva principalmente. Entre as abordagens que estuda encontram-se os modelos de sistemas dinâmicos baseados em mecânica estatística de redes, diagramas e teoria de categorias, computação adaptativa e aprendizado de máquina. Estuda modelos fundamentados na semiótica e filosofia da mente e cognição.



Anderson Vinícius Romanini é, atualmente, professor doutor pela Escola de Comunicações e Artes (ECA) da Universidade de São Paulo (USP), atuando como coordenador do LTS – Laboratório Transdisciplinar de Semiótica do CCA – Departamento de Comunicações e Artes. PhD em Semiótica pela Universidade de Indiana (EUA). Em Ciências da Comunicação, pela USP, recebeu: seu doutorado – modalidade sanduíche, com período na Universidade de Indiana, EUA; mestrado; e graduação. É o atual presidente da Sociedade Brasileira de Ciência Cognitiva (SBCC) na gestão de 2016 – 2018. É também pesquisador sênior no Centro de Lógica e Epistemologia (CLE) da Unicamp. Seus interesses correntes de pesquisa abrangem: a semiótica como lógica para uma teoria pragmática da comunicação; a semiótica como subsídio à análise dos fenômenos-objetos das ciências contemporâneas; e processos de auto-organização, estudados no domínio de sistemas complexos, com foco nos sistemas de naturezas informacional e/ou cognitiva.