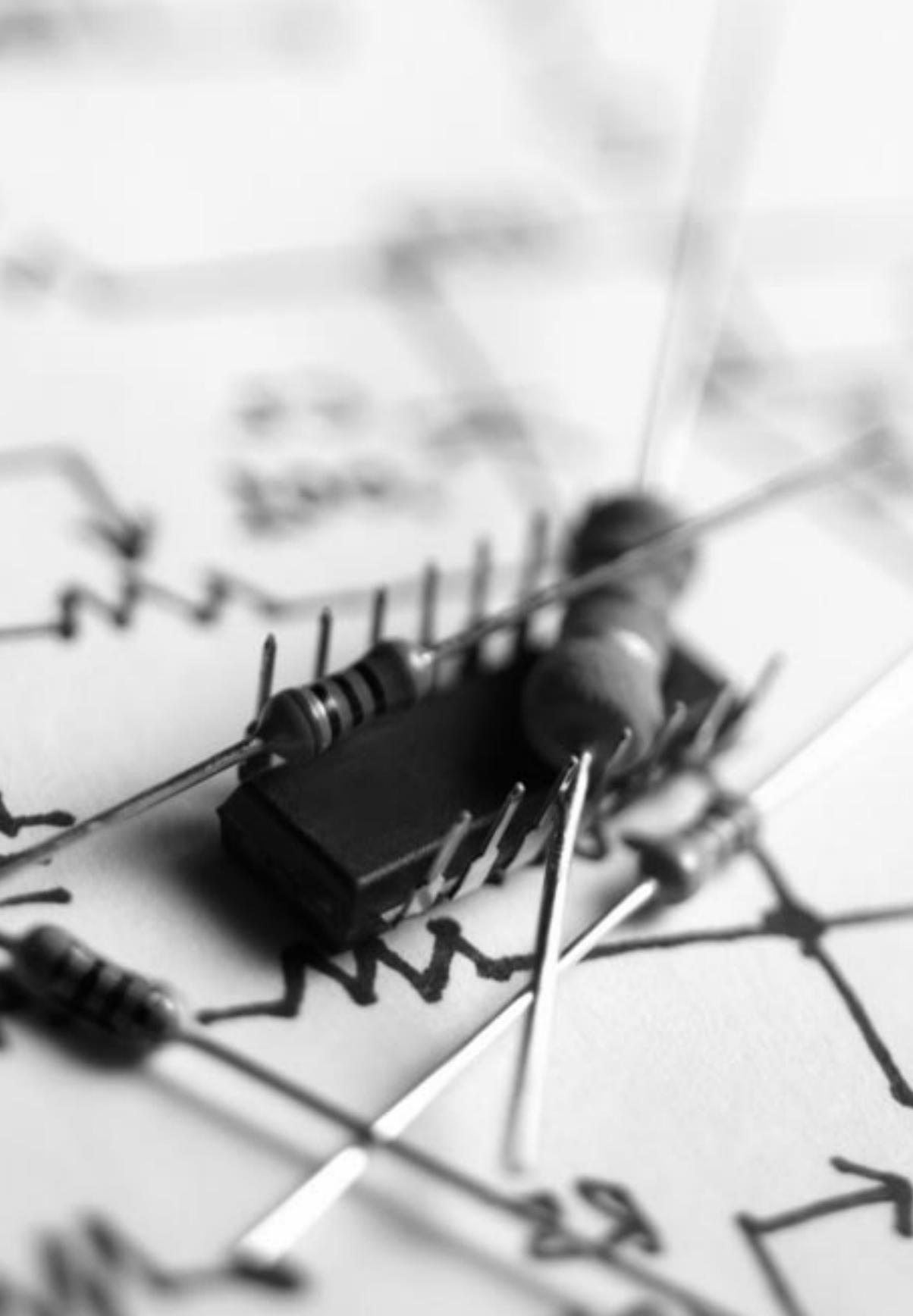


fórum

comunicação e/ou semiótica





Máquinas semióticas

WINFRIED NÖTH

Resumo Todas as máquinas podem ser consideradas máquinas semióticas ou apenas aquelas que processam símbolos podem ser denominadas assim? Quando a semiótica geral se voltou para a análise das máquinas e sua capacidade de produzir signos, uma de suas primeiras tarefas foi elucidar o conceito de máquina semiótica. Um conjunto de questões passou a ocupar o primeiro plano da reflexão. Autonomia, controle, capacidade de auto-geração, raciocínio e o complexo relacionamento entre máquina e mente foram alguns desafios que, colocados naquele momento, mostram-se longe de uma conclusão. Contribuir para esse debate à luz das formulações semióticas de Charles Sanders Peirce é um objetivo desse artigo.

Palavras-chave máquinas semióticas, semiose, autopoiesis, mente, sinequismo.

Abstract Can all machines be seen as semiotic machines or only processing symbol machines can be named as that? When general semiotics started thinking about machines and their possibilities in sign producing, its first task was explain what a semiotic machine is. Some questions came to the first level of discussion. Autonomy, control, self-generation, reasoning and the hard relationship between mind and machine were some challenges to be discussed at that time. This debate hasn't been finished yet. The aim of this article is to bring some contribution to this debate with the orientation of semiotics by Charles Sanders Peirce.

Key words semiotics machines, semiosis, autopoiesis, mind, synechism.

O conceito de *máquina simbólica* tornou-se designação metafórica comum de *computador*. Semioticistas, particularmente semioticistas da computação, têm motivos de sobra para empregar genericamente a designação *máquina semiótica*. Afinal, o que é uma máquina semiótica? Se ela for tão-somente uma máquina envolvida no processamento de signos, uma máquina de escrever talvez possa também ser denominada máquina semiótica. Se, além disso, tal máquina estiver envolvida na criação de processos de produção de signos e de interpretação (isto é, processos de *semiosis*) pode haver dúvidas se computadores ordinários possam ser chamados máquinas semióticas.

Máquinas simbólicas

Nos anos 50, cientistas da computação chegaram à conclusão de que computadores são mais do que meras máquinas de calcular; eles deveriam ser concebidos como *máquinas processadoras de símbolos* (Newell 1980: 137; Nake 1998: 463). Foi Allen Newell (1980) quem introduziu o conceito de *sistema simbólico físico* a fim de caracterizar mais genericamente sistemas não apenas capazes de processar números como também *símbolos*. Com sua teoria dos sistemas simbólicos físicos, Newell pretendia construir uma ponte teórica entre a ciência dos seres vivos inteligentes, isto é, as ciências cognitivas, e a ciência das máquinas inteligentes, isto é, a ciência da computação e a pesquisa sobre Inteligência Artificial.

Num sentido absolutamente distinto, Sybille Krämer (1988) introduziu a teoria das *máquinas simbólicas*. De acordo com a definição de Krämer, uma máquina simbólica é um dispositivo que existe, pode-se dizer, somente simbolicamente no papel, sendo desprovido de corporeidade física real. Tal máquina, num sentido meramente metafórico não faz, portanto, nada mais que "*transformar seqüências de símbolos*". Um exemplo de tal "máquina" é o algoritmo da multiplicação de números em escrita decimal. De acordo com essa definição, o computador não é nenhuma máquina simbólica mas uma espécie de meta-máquina, "*uma máquina capaz de imitar qualquer máquina simbólica*" (ibid: 2-3).

Esse artigo não tratará de máquinas no sentido metafórico do termo, mas de máquinas processadoras de símbolos reais, tais como aquelas descritas por Newell. Atente-se, contudo, que a definição matemática do conceito de "máquina" é aplicável para máquinas tanto no sentido metafórico quanto no sentido literal. Máqui-

na, segundo essa definição, é um dispositivo que "*determina uma função de suas entradas para suas saídas (input e output)*" (Newell 1990: 65).

Processamento de signos no computador

Do ponto de vista da semiótica geral, a transformação histórica das máquinas que processam somente números para aquelas que processam também símbolos não é sinal dos tempos, como sugere Newell. Afinal, números não são nada mais que uma classe de símbolos e, operar com números não é radicalmente distinto de operar com outros símbolos. Peirce chama atenção para isso quando afirma: "*Embora nem todo raciocínio seja numérico, é certo que a computação numérica seja raciocínio*" (CP 2.56).

Além disso, computadores não operam apenas com símbolos, como também com signos indexicais e icônicos (mais precisamente quase-signos, ver 2.3). De acordo com Peirce, um símbolo é um signo que se refere ao objeto que designa devido "*a uma lei ou a uma regularidade*" (CP 2.293). Tanto as palavras quanto os números pertencem à subcategoria dos símbolos remáticos. A maioria dos programas de processamento de textos, por exemplo, dispõem de glossários que oferecem sinônimos ao usuário para aperfeiçoamento estilístico do texto. Quando o usuário utiliza esses glossários, o computador faz correlações e produz símbolos remáticos. Máquinas capazes de produzir símbolos como esses são conhecidas desde a primeira invenção das máquinas simbólicas por W. Stanley Jevons e Charles Babbage no século XIX. Tais foram as máquinas lógicas: depois da entrada de dados, o usuário, impulsionando uma alavanca, obtinha o resultado como saída automática (Peirce 1887; Ketner 1988; Krämer 1988: 128). Além de produzirem símbolos remáticos, as máquinas lógicas produziam símbolos como aqueles da categoria dos argumentos (Nöth 2000a: 67). Signos indexicais, que conduzem a atenção do intérprete para seu objeto através de uma imediata conexão espaço-temporal e causal, são visíveis nos programas de computador e processadores de textos quando o usuário segue instruções de setas, o cursor, ou por comandos tais como: *clique, fazer, sair se ou continuar se (assign, do, exit if or continue if)* (Newell 1980: 144-145). Signos icônicos, que se baseiam em relacionamentos de similaridade entre o signo e seu objeto, são comuns em processadores de texto. Copiar e colar (*copy and paste*) são as operações do computador na produção dos signos icônicos das mais elementares. Mapeamento, modelação e mesmo simulação da realidade constituem as mais complexas formas de representação icônica já previstas no computador.

Máquinas semióticas e semiose das máquinas

Daqui para frente chamaremos o computador não como *máquina simbólica*, mas sim como *máquina semiótica* (Nake 1997: 32), uma máquina não restrita ao processamento de símbolos, mas também envolvida em outros processos signícos. Nosso tema será *máquinas semióticas*, tal como foi definido por Andersen et al. (1997: 548), isto é, "*processos signícos ocorridos no interior das máquinas e entre máquinas*". Contudo, antes de adotar conceitos como *semiose das máquinas e máquinas semióticas*, é preciso não apenas definir a natureza da semiose e do processamento signíco em geral, como também estabelecer distinções entre diferentes modos de processamentos de signos nos quais as máquinas estão envolvidas. Por exemplo, deve-se fixar a diferença entre a mediação de signos operada *pelas* máquinas e a natureza do processamento dos signos *entre* máquinas.

O campo semiótico do processo signíco, que se estende dos dispositivos técnicos aos sistemas vivos, geralmente tem sido analisado em termos de dualismos, tais como ferramentas vs. instrumentos; instrumentos vs. máquinas e, sobretudo, máquinas vs. seres vivos. Em vez de afirmar tais dualismos, nós tentaremos descrever, a seguir, esse campo semiótico segundo o grau de complexidade de seus sistemas semióticos, inserindo-os na continuidade gradual que parte dos processos semióticos mais simples rumo aos mais complexos. Entre os menos complexos estão aqueles simplesmente mediados por instrumentos ou dispositivos técnicos como termômetro, relógio de sol, termostato ou os sistemas automáticos dos semáforos. Os mais complexos processos de semiose acontecem no interior de sistemas vivos.

SIGNOS E SEMIOSE, QUASE-SIGNOS E QUASE-SEMIOSE

Existem muitas definições e muitos tipos de signos. Nesse artigo, a orientação será aquela prevista pela semiótica de Charles Sanders Peirce (Nöth 2000a: 62-64, 227). Segundo Peirce, um signo é um fenômeno material ou meramente mental que se refere a um fenômeno anterior, o objeto do signo, que resulta num outro signo, o interpretante, que apresenta uma interpretação do signo primeiro em sua relação com seu objeto. Semiose, nessa perspectiva, é um processo dinâmico no qual o signo, influenciado pelo seu objeto precedente, desenvolve o efeito do signo num interpretante subsequente. O signo não serve apenas como um mero instrumento de pensamento, mas desenvolve sua própria dinâmica que é, de certo modo, independente da mente de um indivíduo. Além disso, semiose não se restringe à

produção e interpretação de signos nos seres humanos; tampouco existe dualismo entre mente e matéria. Trata-se de uma teoria sobre a continuidade entre ambos (Nöth 2001). Quer dizer, então, que essa teoria que propõe a continuidade entre mente e matéria (sinequismo) defende a existência de semiose na matéria, máquinas e mentes humanas?

O paradoxo da máquina semiótica

Se definimos *semiótica* a partir de Peirce, isto é, como "*doutrina da natureza essencial e variedades fundamentais das possíveis semiose*" (CP 5.488); *semiose* como "*inteligência ou ação triádica do signo*" (CP 5.472-73) que envolve "*a cooperação de três instâncias tais como o signo, seu objeto e seu interpretante*" (CP 5.484), e se nós aceitamos a hipótese provisória de Peirce segundo a qual "*o interpretante é [...] um análogo suficientemente próximo da modificação da consciência*" (CP 5.485), a ideia de uma *máquina semiótica* parece uma contradição de termos. *Semiótica*, segundo tais premissas, parece pressupor organismos vivos como produtores e intérpretes de signos. Se a "ação do signo" pode também se desenvolver em máquinas ou se semiose de fato pressupõe vida é problema para ser examinado segundo a abordagem semiótica de Peirce.

Não há dúvidas de que máquinas *processam* signos. Com sua capacidade para processamento de dados, o computador é certamente uma máquina que opera com signos, mas muitas outras máquinas também estão envolvidas nesse processo. Máquinas de escrever, copiadoras, câmeras, gravadores, por exemplo, são máquinas que produzem signos. São tais máquinas semióticas? Se o critério é a semiose, uma copiadora certamente não pode ser considerada uma máquina semiótica, ainda que ela possa produzir signos. Afinal, um lápis também produz signos. Isso não é suficiente, contudo, para a existência do interpretante.

Apesar de seu critério de semiose que sugere a vida como pré-requisito da semiose, Peirce (1887), que geralmente usava o termo "lógica" como sinônimo de "semiótica", delineou uma teoria de "máquinas lógicas" (sem chamá-las "máquinas semióticas") muito tempo antes da descoberta da Inteligência Artificial (Ketner 1988; Skagestad 1993, 1999; Tiercelin 1993). Há mais de um século, ele discorreu sobre as "máquinas lógicas" inventadas por Jevons e Marquand e concluiu que esses dispositivos, assim como as calculadoras de seu tempo, eram "máquinas de raciocínio". Desde que raciocínio se assemelhe ao processo de semiose, podemos concluir que tais máquinas sejam máquinas semióticas. Contudo, Peirce sugeriu cautela para não se concluir que "*toda máquina é uma máquina de raciocinar*" (ibid.: 168).

É possível, então, raciocinar sem semiose? Em outro contexto Peirce deu a resposta: uma máquina, como o tear de Jacquard, embora seja capaz de raciocinar segundo as premissas descritas anteriormente, não é capaz de "produzir interpretante triádico" e operar, por conseguinte, tão-somente como *quase-signo* (CP 5.473).

Processamento mecânico de signo como quase-signo

O termo quase-signo lança uma resposta à questão da possibilidade de existir semiose numa máquina tal como aquela conhecida por Peirce. Um quase-signo é, somente em algum aspecto, semelhante ao signo, justamente porque ele não preenche todos os critérios da semiose. Enquanto alguns desses critérios estão presentes nas máquinas, outros estão ausentes. O conceito de quase-signo pressupõe graus de semioticidade. Quase-semiose não apenas começa com máquinas de calcular, como também pode ser encontrada em processos nos quais estão implicados instrumentos mais simples. Entre aqueles que Peirce atribui a função de quase-signo encontra-se um termostato "*dinamicamente conectado como os aparelhos de aquecimento e refrigeração, de modo a conferir ambos efeitos*". A indicação automática de temperatura que ocorre no termostato é somente um instante da "*regulação automática*" e não cria um interpretante como seu "*resultado significante*", argumenta Peirce (CP 5.473). Não existe nisso índice genuíno, mas somente um quase-índice, não semiose, mas somente quase-semiose.

Quase-semiose, no caso do termostato, é portanto a redução ("degeneração" é o termo usado por Peirce) de um processo signico triádico envolvendo um signo (representamen), influenciado por um objeto e criador de um interpretante, a um mero processo diádico com apenas um signo influenciado por seu objeto. A diferença entre os dois processos é aparente, quando Peirce compara a "quase-interpretação" mecânica da temperatura indicada pelo termostato com a interpretação mental da temperatura indicada pelo termômetro.

A aceleração do pulso é provavelmente um *sintoma* de febre e a elevação do mercúrio num termômetro ordinário [...] é um *índice* de um aumento da temperatura atmosférica, que, todavia, atua sobre ele de um modo bruto e diádico. Nesses casos, contudo, é produzida uma representação mental do índice a que se denomina *objeto imediato* do signo. Esse objeto produz triadicamente o efeito previsto, ou na verdade, efeito do signo tão somente levando em conta outro signo mental (CP 5.473).

Assim, quando a máquina reage casualmente à temperatura indicada pelo termostato, ela não interpreta nada. Não há semiose genuína mas o sinal indicando

que a temperatura por meio do qual ele foi acionado funciona somente como um quase-índice e a reação mecânica obtida por esse quase-índice é somente um processo de quase-semiose. Causa e efeito constituem um relacionamento diádico. Somente quando um interpretante é criado para interpretar a díade causa e efeito em si, a semiose começa a surgir.

Processamento de signos no computador como quase-semiose

Evidências da natureza quase-semiótica dos processadores de dados se originam na natureza diádica dos signos envolvidos. A noção segundo a qual o processamento de signos em computadores se baseia em relacionamentos diádicos está presente num conjunto teórico amplo segundo o qual computadores podem somente processar *sinais* (Nake 1997: 33), isto é, estímulos mecânicos seguidos por reações automáticas. Winograd & Flores (1986: 86-87), por exemplo, referem-se a processamento de sinal quando escrevem: "*poderíamos descrever as operações de um computador digital simplesmente como seqüência de impulsos elétricos que se deslocam em uma complexa rede de elementos eletrônicos sem considerar tais impulsos como símbolos de nada*". Considere os três exemplos de processamento de signo – o icônico, o indexical e o simbólico – discutidos anteriormente: "*copy-and-paste*", "*exit-if*" ou "*give-synonym-of*". Os processos envolvidos constituem claramente relações diádicas entre signos no computador. Na verdade, quando Newell (1990: 74-75) descreve processamento de símbolo no computador como um processo relacionado a dois símbolos físicos, X e Y, onde X significa "acesso a distal estrutura Y", que é "transportada por *recuperação* do distal no lugar", ele apresenta um bom caso de processo diático de quase-semiose. O que falta a esses signos para se desenvolver da díade para signos triádicos é um objeto de relacionamento. As relações diádicas são meras relações diádicas de significação, pois não há denotação, nem "*janela para o mundo*" que permita relacionar o signo ao objeto da experiência (Nöth 1997: 209-210). Por isso, podemos concluir que signos icônicos, indexicais e simbólicos, com os quais o computador opera, são quase-signos.

Semiose na interface entre homens e computadores

Enquanto os processos sígnicos nas máquinas consideradas são quase-semióticos, aqueles nos quais as máquinas servem como mediadoras na semiose humana são certamente processos de semiose genuína. Se o sinal de trânsito serve de signo

genuíno para um motorista, uma luz de trânsito automática não é um signo genuíno menor. Nesse sentido, o processamento de signos na interface entre homens e computadores é semiose genuína. Signos são produzidos por homens, mediados por máquinas e interpretados por homens. Nessa clássica cadeia de comunicação, o computador é parte da mensagem. O emissor humano e o receptor são também duas pessoas diferentes ou uma e mesma pessoa numa situação de auto-comunicação. Em tais processos de comunicação-mediada por computador, a máquina desempenha o papel de extensão semiótica da semiose humana. Como tal, ela torna-se o mais recente desenvolvimento relativo à extensão semiótica humana no desenvolvimento cultural que teve início com a invenção de pintura, escrita, impressão, fonógrafos, máquinas de escrever e muitas outras mídias (cf. Popper 1972: 238-39). Contudo, as mensagens produzidas pelo computador na interface entre homens e máquinas são tanto mensagens transmitidas por um emissor humano e mediadas pelo computador, quanto quase-signos resultantes de uma extensão automática e determinista da semiose humana.

MÁQUINAS MENTAIS E MENTES MECÂNICAS

Ainda não é possível determinar se o computador pode *também* ser um agente no processo semiótico genuíno. É possível que ele seja a fonte de uma "*ação semiótica inteligente ou triádica*" em si? Será que o processamento de signos nos computadores seja, somente em seu nível mais elementar, redutível a impulsos eletrônicos e, por isso mesmo, quase-semiose, ou será que a complexidade da semiose do computador seja tão insuficientemente descrita nesse nível quanto o é o cérebro em suas operações descritas como seqüência de sinais positivos e negativos que ocorrem como entrada e saída de dez bilhões de células neurais? A questão que indaga sobre a possibilidade de haver semiose no computador está vinculada muito estreitamente a questões como "Podem os computadores pensar? Possuem eles intenções ou até uma mente?" Antes de abordar a teoria de Peirce sobre a mente e sua posição a respeito da possibilidade de semiose genuína em máquinas, vamos introduzir um argumento clássico contra a noção de computadores como similitude da mente e contrapor com o contra-argumento segundo o qual máquinas realizam trabalho mental.

Agentes descuidados no quarto chinês de Searle

A noção de computador como uma simples máquina de processamento de sinal tem sido defendida por John Searle (1980) em categorias mentalísticas. O centro de seu argumento é: um computador que trabalha segundo um algoritmo pré-programado não pode ser a mente da máquina uma vez que ele não pode nem mesmo entender os símbolos com os quais ele opera. Searle explica seu argumento por meio de sua famosa parábola do quarto chinês na qual mensagens são processadas por pessoas que nem sequer entendem o significado das palavras isoladas. Os servos nesse quarto são americanos monolíngües que recebem mensagens em chinês, mas são, no entanto, capazes de processá-las com base em instruções numéricas que indicam como se deve combinar e correlacionar os elementos de mensagens novas. Conseqüentemente, esses americanos (aliás, o computador) não entendem (e, por conseguinte, não são atingidos pela semiose),

porque as manipulações formais simbólicas em si não têm nenhuma intencionalidade; elas são completamente insignificantes; elas não são sequer manipulação de *símbolos*, uma vez que os símbolos não simbolizam nada. [...] Aquela intencionalidade que os computadores demonstram possuir existe unicamente na mente daqueles que os programam, aqueles que introduzem a mensagem e aqueles que interpretam a saída (Searle 1980: 422).

Com sua parábola dos agentes cegos trabalhando mecanicamente no interior da máquina sem mente, Searle acredita ter dado um xeque-mate no mito do computador como mente da máquina. Contudo, seu argumento sofre de um preconceito cartesiano a saber: a suposição de que é possível estabelecer uma linha divisória entre o trabalho mental e o mecânico. Seu argumento se enfraquece ao negar ao computador a possibilidade de ser entendido como máquina mental. Afinal, para desempenhar seu trabalho mecânico, os pobres serviçais americanos no quarto chinês tiveram tanto mente como intenção. Por isso, o trabalho que eles realizam é trabalho mental e a máquina de que são metáforas são um tipo de máquina mental.

Mente no trabalho manual, mecânico e mental

Do ponto de vista da história da cultura, uma *máquina* tem sido definida como um aparelho que, graças à injeção de força e energia, realiza certas tarefas e, com isso, economiza força de trabalho humano e animal. Um motor de carro requer injeção de gasolina e dispensa a força dos homens ou cavalos. Uma máquina de lavar depende da circulação da corrente elétrica que dispensa, assim, o trabalho manual.

Nessa linha de pensamento, o computador tem sido definido como máquina que economiza trabalho mental (Nake 1992: 185; Santaella 1998: 124). Ao invés de formar gerações de máquinas meramente mecânicas, que servem para substituir trabalho manual ou muscular, o computador tem de ser, por conseguinte, uma máquina mental que serve para substituir o trabalho mental. Contudo, onde termina o trabalho manual, onde começa o trabalho mental? Essa questão pode ser respondida sem correr o risco do preconceito cartesiano?

Vamos considerar primeiramente o trabalho manual e os vários mecanismos culturais que foram inventados para substituí-lo. De fato, a economia de trabalho começa com dispositivos que foram inventados muito antes da primeira máquina. O simples instrumento da escrita, uma caneta tinteiro, economiza trabalho, sobretudo se comparada com a pena de ganso ou de aço que a precederam e dependiam do uso do tinteiro para produzir a escrita. Por prescindir da entrada de energia, a caneta tinteiro não pode ser considerada uma *máquina* mas tão-somente uma *ferramenta* para se escrever.

Uma máquina de escrever mecânica, como as similares da alemã *Schreibmaschine*, é uma máquina ou simplesmente uma ferramenta? Uma vez que, na antiga máquina de escrever, não havia nem entrada de energia nem economia real de força muscular despendida na escrita manual, tal máquina era um pouco mais que uma mera ferramenta. Uma máquina de escrever elétrica, pelo contrário, é certamente uma máquina que depende da entrada de eletricidade e facilita o trabalho manual ao reduzir esforços físicos. Essa máquina também poupa trabalho mental como o computador ou ela tão-somente reduz o trabalho muscular?

Se a máquina de escrever ou a escrita manual não diferem muito do esforço físico a ser investido na tarefa de escrever, para que a máquina de escrever foi inventada? Na verdade, a vantagem da máquina de escrever não se limita à facilitação do ato de produção da escrita, mas na grande facilidade de leitura, graças à padronização e regularidade dos caracteres, das linhas e parágrafos. Maior facilidade de leitura certamente significa economia de trabalho mental. Logo, a máquina de escrever mecânica, antes do computador, fora uma máquina cuja função era economizar trabalho mental.

Outra máquina que, sem dúvida alguma, facilitou o trabalho mental foi a calculadora. Se cálculo é uma operação mental, a máquina cuja função é realizar cálculos para seus usuários só pode ser uma máquina que economiza trabalho. Contudo, há um outro aspecto não menos verdadeiro: sem calculadora, o homem realiza as mais complexas operações através de cálculos manuais, isto é, escreve os números, alinhando-os em fileiras de modo a decompor o problema em suas operações

elementares. O cálculo resulta, assim, em uma atividade manual. Nesse sentido, o cálculo realizado por meio de uma calculadora, poupa tanto o trabalho mental, quanto as operações manuais.

Uma máquina como a máquina de costura parece ser a candidata que reúne os mais insignificantes requisitos para integrar a categoria das máquinas semióticas. Acredita-se que ela foi inventada exclusivamente com o propósito de economizar trabalho manual. Tendo em vista as atividades da costura manual, até que ponto é possível dizer que o tipo de trabalho que a máquina economiza é também trabalho mental? Afinal, o corte e a manipulação do tecido, da agulha e do alfinete exigem planejamentos primorosos e com harmoniosa coordenação de movimentos. Pensar é certamente necessário antes e durante as operações de costura até a confecção final da roupa.

Em síntese, a distinção entre trabalho manual e mental não é muito precisa. Todas as máquinas economizam trabalho mental e manual. Não é por acaso que as áreas do córtex humano, encarregadas de coordenar nossas operações manuais, são muito amplas. De modo geral, a área cerebral que coordena os movimentos das mãos e braços humanos não é menor do que aquela que coordena as expressões faciais e os movimentos da língua, lábios e maxilares durante a articulação da fala (Geschwind 1982: 112). Isso não é nenhuma surpresa se forem considerados, paralelamente, os processos evolutivos entre atividades manuais e comunicacionais (Leroi-Gourhan 1964-65: 188-89). Se todas as máquinas economizam trabalho mental, sendo por isso máquinas mentais, qual seria, então, a diferença entre mente mecânica e mente humana?

Máquinas de raciocinar e mentes mecânicas

Peirce responde à questão sobre a noção de mente na máquina de modo particular. Sem perder de vista sua teoria da quase-semiose mecânica, seu argumento é muito claro: enquanto máquinas não forem capazes de operar como as mentes humanas, o que elas fazem apenas em alguns aspectos, as máquinas devem ser entendidas como operadoras providas de mentes mecânicas.

Em acréscimo a sua teoria da quase-semiose em máquinas, que acentua as diferenças entre semiose humana e o processamento de signos em máquinas, Peirce, em sua investigação sobre as máquinas lógicas, foi surpreendido pelas similaridades entre homens e máquinas (Ketner 1988; Tiercelin 1993: 228ss.). Diferentemente de Searle, Peirce argumenta que a mente humana, em alguns aspectos, opera como uma máquina. Esse argumento parece reducionista, mas certamente não afir-

ma que a mente humana é uma máquina. Somente quando resolver tarefas que tanto uma máquina lógica como uma calculadora podem *igualmente* resolver, isto é, quando simplesmente seguir as regras de um algoritmo predeterminado num modo quase-mecânico, a mente humana operará como uma máquina.

No que mais eu insisto é que, da mesma maneira que o homem pode ser tomado como uma máquina que produz, deixe-me dizer, uma sentença escrita expressando uma conclusão, o homem-máquina tendo sido alimentado com sentenças escritas, toma-as como premissas. Uma vez que essa atuação não é mais do que aquilo que uma máquina faria, não há nenhuma relação essencial com a circunstância de que a máquina opera com engrenagens, enquanto o homem opera com arranjos mal compreendidos de células cerebrais (CP 2.59).

De acordo com sua teoria do sinequismo sobre a transição evolucionária gradual entre mente e matéria, Peirce não conclui apenas que a mente humana, quando resolve um problema lógico ou matemático, opera como uma mente de máquina. Afirma que o cálculo e as máquinas lógicas de seu tempo eram "máquinas de raciocinar". A similaridade entre pensamento humano e o raciocínio meramente mecânico, segundo Peirce, pode ser explicada pela herança comum evolutiva da natureza biológica e física: tanto o cérebro humano como as leis mecânicas da física se desenvolveram sob as mesmas imposições cosmológicas de modo que um certo grau de similaridade entre ambos pode ser observado (cf. Nöth 2001). O modo comum de processar signos quer em homens, quer em máquinas é, diagramaticamente icônico:

O segredo de todas as máquinas de raciocinar é muito simples. É que qualquer relação entre objetos sobre os quais se raciocina está fadada a ser elo do raciocínio, essa mesma relação geral capaz de ser introduzida entre certas partes da máquina (Peirce 1887: 168).

Com relação a isso, contudo, não somente uma máquina lógica, mas

Toda máquina é uma máquina de calcular, tanto que há certas relações entre suas partes, relações estas que envolvem outras relações que não são expressamente intencionadas. Uma peça de um aparelho para a realização de experimentos físicos ou químicos é também uma máquina de raciocinar, com a diferença de que ela não depende de leis da mente humana, mas da razão objetiva incorporada na lei da natureza. Do mesmo modo, não é figura retórica dizer que o alambique e a cucúrbita do químico são instrumentos de pensamento ou máquinas lógicas (ibid.).

(Quase-)mente no tinteiro

Se não apenas máquinas lógicas, como também todas as outras máquinas e até instrumentos técnicos são instrumentos de pensamento dotados de raciocínio, nós devemos concluir que máquinas são evidências da mente. De fato, Peirce vai mais longe para prescrever mente e pensamento ao mundo físico, quando ele escreve: "*O pensamento não está necessariamente conectado com o cérebro. Ele aparece no trabalho de abelhas, de cristais e no mundo puramente físico*" (CP 4.551). A teoria semiótica da mente ao endossar essa afirmação coloca-se além do escopo do presente artigo (mas veja Santaella 1994). Nós podemos somente focalizar alguns aspectos em nosso estudo do enigma da mente na máquina. Nesse contexto, é preciso afirmar, antes de tudo, que Peirce, quando falava de "*pensamento não humano*" (CP 4.551) na natureza física, introduziu o conceito de *quase-mente* para distinguir a mente no sentido da psicologia cognitiva do processo de semiose associado aos signos "*num sentido muito amplo*" (ibid.). Daí ser quase-semiose e quase-mente o que encontramos na "mente da máquina" e as "mentes mecânicas" consideradas anteriormente. Em outro momento Peirce desenvolve o argumento segundo o qual mente, no sentido amplo, está localizada não apenas no cérebro de um escritor, mas também na materialidade de seu meio semiótico, isto é, na tinta:

Um psicólogo extraiu um lóbulo de meu cérebro [...] e então, quando eu descobri que não podia mais falar, ele afirmou: "Você sabe, agora, que sua capacidade para a fala estava localizada naquele lóbulo cerebral". Sem dúvida que estava. Mas, da mesma maneira, se ele tivesse se apropriado de meu tinteiro, eu não deveria ter sido capaz de continuar discutindo, até que encontrasse um outro tinteiro. Sim, os próprios pensamentos me faltariam. Assim, minha capacidade de discussão está igualmente localizada em meu tinteiro. Trata-se de uma localização no sentido em que se pode dizer que uma coisa pode se encontrar em dois lugares ao mesmo tempo (CP 7.366).

A interpretação dessa citação enigmática de 1902 apresenta muitas variações (Skagestad 1993, 1999; Tiercelin 1993: 240). Em nosso contexto, o argumento mais relevante é aquele segundo o qual nós deveríamos buscar pela mente "*em dois lugares de uma só vez*". No caso de escritor, um lugar é seu cérebro, *locus* interno da produção de signos, o outro é o tinteiro, o *locus* da materialização externa do signo. Ambos lugares representam dois aspectos de semiose indissolivelmente ligados, como dois lados de uma moeda. Justificativas desse argumento concernentes à unidade essencial das manifestações internas e externas do signo podem ser encontradas no pragmatismo de Peirce. Lá são apresentadas duas chaves para o en-

tendimento do enigma da mente no tinteiro: a teoria da unidade do signo com suas representações externas e a teoria da unidade de pensamento e ação.

A teoria da unidade do signo e de suas representações estabelece que "*pensamento e expressão são realmente uma coisa só*" (CP 1.349). Pensamento, no sentido de um engrama cerebral e sua expressão na forma de manifestação escrita, abrange dois lados de um e mesmo signo porque a palavra escrita não é tão-somente um instrumento externo produzido pelo cérebro humano e usado pelo homem para algum propósito externo, como a chamada teoria experimental do signo o define (cf. Nöth 2000a). Contra a visão instrumental do signo, Peirce opõe a idéia ou pensamento segundo o qual um signo não pode existir *antes* de sua manifestação, mas deve se manifestar simultaneamente enquanto idéia e representação. Tampouco pode o significado, no sentido do interpretante, preceder o signo uma vez que ele é efeito, e não a causa, do signo. Se o pensamento não precede sua representação, mas aparece na existência semiótica simultaneamente com ela, seria inútil procurar pelo pensamento e significado na caixa preta do cérebro, enquanto existe uma manifestação externa que comprova a natureza desse pensamento. Uma vez que idéias representadas por palavras, textos ou livros não precedem tal manifestação externa do signo, a conclusão de Peirce é que o signo não pode ser localizado no cérebro sozinho, mas deve também ser buscado nos signos que resultam da atividade cerebral. Focalizando o segundo lado da moeda semiótica, Peirce conclui que "*é muito mais verdade que pensamentos de escritores vivos estão uma cópia impressa de seu livro do que estejam em seu cérebro*" (CP 7.364). Num outro contexto, onde o estilo do escritor ("boa linguagem") é o assunto, Peirce expressa sua idéia da unidade do signo e pensamento como se segue: "*É errado afirmar que uma boa linguagem é importante para o bom pensamento meramente; pois ela é sua própria essência*" (CP 2.220).

O princípio da unidade entre pensamento e ação lança outras pistas ao enigma da mente e o tinteiro. A mente de um autor não pode ser reduzida ao que vai pelo cérebro pois o processo de escrita compreende igualmente à atividade manual externa de uso do meio tinta para produzir a palavra escrita. "*Meu lápis é mais inteligente do que eu*", costumava dizer Einstein em referência às vantagens do uso do cálculo manual no papel em contraste com o cálculo mental (cf. Skagestad 1993: 164). Escrita e cálculo escrito não são meras alternativas semióticas para falar e fazer cálculos mentais, mas operações que permitem o desenvolvimento dos mais difíceis argumentos e a solução dos mais difíceis problemas, já que a fixação dos signos no papel tem a vantagem de aumentar a memória. Esse efeito de externalização da nossa memória é uma das razões pela qual pensamentos aparecem para

um autor enquanto escreve no papel. Posteriormente, os pensamentos que vêm para nós quando falamos não são os mesmos que aqueles pelos quais nos expressamos quando escrevemos sobre o mesmo assunto. A diferença se manifesta como estilo oral e estilo escrito. Hoje, depois das teses de McLuhan da mensagem no meio, nós podemos também presumir que os pensamentos que aparecem para nós quando escrevemos usando máquina, não são os mesmos, em todos os aspectos, àqueles que emergem quando nosso meio de escrita é a caneta.

A conclusão desse tipo de argumento é: por um lado, existe (quase-)mente não apenas no cérebro, mas também na máquina; por outro, essa quase-mente é somente uma necessidade, mas não ainda uma condição suficiente para a semiose genuína. Esse será assunto do último tópico desse artigo.

CONTROLE, AUTO-CONTROLE E AUTOPOIESIS

Apesar de sua capacidade de raciocínio, as máquinas lógicas do século 19 ainda careciam de elementos de semiose genuína que Peirce definiu como *auto-controle*. Uma máquina carece de auto-controle quando ela é completamente dominada pelas entradas (*input*). Todas as máquinas pertencem a essa espécie ou há máquinas que já começaram a assumir o controle de si mesmas?

Controle

Segundo Pattee (1997), auto-controle e controle de ambiente são aspectos distintivos dos organismos biológicos:

Controles são locais e condicionais. A vida se origina com controles semióticos. Estes requerem medições, memória e seleção; nenhum deles são funcionalmente descritos por leis físicas que, diferentemente dos sistemas semióticos, são baseados em energia, tempo e taxas de variação. [...] Para funcionar de modo eficiente, controles semióticos de todos os níveis devem prover descrições simples do comportamento complexo dinâmico dos sistemas de entrada/saída que chamamos sensores, detectores de traços, reconhecimento de modelos, dispositivos de medição, transdutores e atores.

Máquinas podem certamente também exercer controle ambiental. Um simples termostato e todos os mecanismos de retroação servem para o controle ambiental. Ao desempenhar tal tarefa, a maioria das máquinas torna-se extensões dos homens. Enquanto uma máquina pode ter controle sobre seu ambiente, é o uso humano que exerce o controle sobre a máquina.

Máquinas deterministas como sistemas alopoiéticos

Num manuscrito de 1906, Peirce descreveu a ausência de auto-controle na quase-semiose mecânica com as seguintes palavras: "*Nunca se provou que um motor automático não pode exercer auto-controle além de um auto-ajuste específico que sua construção possibilitou; mas ninguém conseguiu projetar uma tal máquina*" (MS 498, apud. Ketner 1988: 43). Como consequência dessa falta de auto-controle, "*toda máquina [...] é destituída de toda originalidade, de toda iniciativa. Ela não pode encontrar seus próprios problemas, ela não pode se alimentar. Tampouco pode se direcionar entre diferentes procedimentos*" (1887: 168). Máquinas assim projetadas são estritamente *máquinas deterministas*, como Ketner (ibid.) as denominou, máquinas que só podem "*realizar tarefas especiais previamente calculadas*", como Peirce acrescenta (1887: 169). O controle numa máquina determinista procede do exterior, do engenheiro que a projetou e o usuário que a manipula. A máquina não é um agente autônomo.

O critério de autonomia tem sido apontado como o traço distintivo da vida em contraposição aos sistemas não-vivos. Na teoria dos sistemas, o termo autopoiesis é usado para descrever um sistema que evidencia esse tipo de autonomia devido ao auto-controle (ver 4.4). Quando o controle vem de algum outro lugar, do exterior, o sistema é *alopoiético* (Schmidt 1987: 22-23). As máquinas consideradas anteriormente são sistemas alopoiéticos. Contudo, a diferença entre auto- e alopoesis é uma questão de grau. Elementos de autopoiesis e auto-controle podem ser encontrados em robôs e máquinas de geração de vida artificial.

Autômato, controle e auto-controle

A autonomia das máquinas começa com a invenção do autômato. Comparado com uma máquina de escrever elétrica, por exemplo, um computador realiza muitas das sub-tarefas de escrita de produção de texto. Diferentemente da máquina de escrever, processadores de textos digitais permitem formatação automática, correção erros ortográficos ou impressão de todo texto com um único comando. Ambos são máquinas, contudo, só o computador realiza muitas tarefas automaticamente, cabendo a ele a designação de *autômato*.

Etimologicamente, "automático" significa "por si". Um autômato é, pois, um sistema capaz de realizar tarefas por si. No entanto, a capacidade de agir por si mesmo, sugerida pela etimologia, não pode ser considerada genuína. Nenhum autômato opera autonomamente como um sistema vivo dotado de *self*, instância que

permite auto-controle pleno e ação autônoma. Uma das chaves desse tipo de auto-controle, não encontrada nas máquinas mas típica de sistemas vivos, é *auto-referência* (Nöth 2000b). Um autômato determinista não possui auto-referência. É um sistema aloreferencial, isto é, um sistema somente capaz de referir-se a seu ambiente, não a si próprio. Auto-referência é uma necessidade biológica para seres vivos uma vez que o organismo, para sobreviver no seu ambiente, deve ter a capacidade de distinguir entre seu próprio *self* e o não-*self* da *Unwelt* ambiental.

Autopoiesis e auto-reprodução

Autopoiesis em sistemas vivos significa que o sistema é não apenas capaz de auto-referência e autonomia em relação ao ambiente, como também de auto-manutenção e finalmente de auto-reprodução. Máquinas não são auto-poiéticas, mas sistemas alopoiéticos, uma vez que são produzidas e mantidas por homens. No entanto, a distinção entre sistemas alopoiético e autopoietico e, mais genericamente, entre engenharia e biologia, não é tão claro quanto parece. De um lado, existem dúvidas concernentes à autonomia genuína da consciência humana. Freud, por exemplo, diria que os homens não agem como seres autônomos pois seus pensamentos e sentimentos são conduzidos pelo *ego*, *id* e *superego*. Outras evidências de como a autonomia da ação humana e o destino humano em geral são determinados por fatores independentes do *self* surgem na biologia evolucionária e na genética contemporânea. Por outro lado, nos defrontamos com o desenvolvimento de programas de computador, autômatos e robôs que não se assemelham mais a artefatos alopoiéticos visto que começam a evidenciar traços de sistemas autopoieticos. Vida artificial começa a ser criada nas telas do computador, ao mesmo tempo em que se explora a possibilidade de produzir robôs capazes de auto-manutenção e mesmo de auto-reprodução. O biólogo Kawade (1999:373), por exemplo, vai tão longe ao prever a ultrapassagem do limite da alopoiesis e da autopoiesis e, por isso, do que ele acredita ser a última diferença entre sistemas vivos e mecânicos:

se, num futuro próximo, "auto-reprodução de sistemas moleculares" for criada pelas mãos humanas, [...] então esta distinção também desaparecerá. Mesmo se a síntese completa de uma célula viva não for atingida, várias estruturas artificiais orgânicas, que realizam funções parciais de células completas ou tecidos e órgãos naturais, serão provavelmente feitas num futuro próximo, apagando as fronteiras entre máquina e coisas vivas.

Já em 1948, John von Neumann trabalhou no projeto de um autômato com a capacidade de auto-reprodução (v. Neumann 1966; cf. Emmeche 1994: 56). A par-

te central dessa máquina consistia de um dispositivo de construção automática A com capacidade de capturar material bruto do ambiente para produzir, de acordo com instruções de um duplicador B e um comando D para um controlador C, como sua saída, um novo autômato dotado dos mesmos componentes de A, chamados A', B', C' e D'. Como Etxeberria & Ibáñez (1999: 295) chamaram a atenção, o processo da auto-reprodução automática nesse autômato é um processo semiótico porque a máquina constrói seu duplo de acordo com a auto-descrição interna. O autômato, por assim dizer, pode e deve ser lido como seu próprio *self* a fim de reproduzir a si próprio. Auto-reconhecimento com leitura de seus próprios pressupostos, evidentemente, auto-referência, assim como autômato de auto-reprodução, é um sistema auto-referencial.

Apesar das similaridades entre a autopoiesis de tal autômato de auto-reprodução e organismos biológicos, há uma importante diferença. O autômato de auto-reprodução é desprovido de uma espécie de criatividade genética que ocorre na reprodução biológica e que é a fonte da diversidade de todas as espécies vivas. Uma máquina capaz de produzir uma replicação exata de si mesma é ainda uma máquina determinista, já que sua saída é exatamente determinada pelo projeto da máquina. Von Neumann chamou este fenômeno um *limite de complexidade*: "*Quando sistemas artificiais geram objetos, há uma degradação de complexidade entre o agente construtor e o objeto construído, enquanto os sistemas biológicos podem sustentar, e até mesmo aumentar, o nível de complexidade de seus produtos*" (ibid.).

Ambiciosa, a máquina de auto-reprodução de Von Neumann nunca foi constituída como máquina real, mas a continuidade de seu projeto leva ao desenvolvimento de uma nova geração de autômato celular de auto-reprodução e à pesquisa contemporânea de vida artificial, que têm sido realizados na simulação de várias formas de sistemas artificiais com a capacidade de auto-organização e auto-reprodução (Cariani 1998; Etxeberria & Ibáñez 1999). Descendentes, ou melhor parasitas, dessa linha de pesquisa com o qual somos familiares são os vírus de computador.

PROPÓSITO, EXPERIÊNCIA E MÁQUINAS SEMIÓTICAS GENUÍNAS

A distinção entre causalidade determinista ou eficiente e final ou teleológica é a chave maior para a compreensão das idéias de Peirce sobre semiose (Santaella 1999) e máquinas semióticas. Semiose genuína requer, além disso, criatividade e habilidade de transformar signos em ação.

Propósito e causalidade final

Na passagem que precedeu sua argumentação a respeito do pensamento do tinteiro, Peirce afirmou: "*Eu defendo que propósito, ou melhor, a causação final da qual o propósito é a modificação consciente, é assunto essencial dos estudos dos próprios psicólogos; e que consciência é um acompanhamento especial, não universal, da mente*" (CP 7.366). Há propósito ou direcionamento para um fim na semiose devido ao caráter normativo inerente aos signos: "*ao criar e usar signos, nosso ideal é entender ou representar o que quer que queiramos: nós almejamos um resultado do qual o comportamento do signo se aproxima*", Pape (1993: 586) explica. Embora o uso de signos seja determinado pelo hábito, o propósito do uso de signo pode somente ser alcançada por aproximação. Daí porque semiose genuína não é mecanicamente determinista, mas abre espaço para auto-correção, criatividade e "*crescimento simbólico*" (CP 2.302).

Uma máquina dotada de mente, e não somente com quase-mente, deveria por isso mesmo perseguir um propósito semiótico de um modo autônomo. Enquanto causação eficiente, como é característica de máquinas deterministas, cria "*uma ação compulsiva que desencadeia uma situação de mudança de um modo perfeitamente determinado*" CP 1.212), causação final na semiose genuína; "*não determina de que modo particular um resultado geral é desencadeado, mas somente que o resultado terá um certo caráter geral*" (CP 1.211). Há por isso causação final sempre que um signo não é determinado por uma força mecânica, mas por uma norma semiótica ou hábito que não tem de ser seguido cegamente, permitindo uma certa criatividade na produção e interpretação de signo. São tais máquinas semióticas genuinamente possíveis?

Peirce ilustra a diferença entre causação final e eficiente através dos seguintes exemplos:

Atiro na asa de uma águia; e como meu objetivo — uma espécie de causa final ou ideal — é atingir o pássaro, eu não atiro diretamente nele, mas um pouco à frente, permitindo mudança de lugar no momento em que bala atingir aquela distância. Até aqui, isso é um caso de causação final. Mas depois de a bala sair do rifle, o caso se limita à estúpida causação eficiente (CP 1.212).

Enquanto o rifle é considerado uma máquina meramente determinista, o caçador está envolvido numa semiose genuína, perseguindo uma meta cuja execução requer uma operação inteligente de apontar para "*um resultado geral que possa ser realizado, em um momento, de um modo e, em outro momento, de outro modo*"

(CP 1.211). Quando Peirce esboçou estas distinções, a diferença entre o cálculo do caçador e o determinismo do rifle serviu bem para distinguir entre semiose humana e quase-semiose mecânica. Hoje sabemos que mísseis automáticos são muito mais capazes de acertar o alvo que qualquer caçador, por isso, devemos concluir, são máquinas semióticas genuínas.

Robôs, experiência e pragmática semiótica

Sabe-se que a distância entre a semiose humana e a da máquina está diminuindo cada vez mais (Cariani 1998). Contudo, determinar com precisão o ponto onde começam a vida artificial e semiose genuína em máquinas excede os limites desse artigo. Nem todos os cientistas de computação concordam, por exemplo, com as questões que interrogam se os computadores que operam com programas de Inteligência Artificial são máquinas semióticas genuínas (como as conjecturas de Ketner, 1988: 56-58) ou se eles são somente máquinas deterministas (como argumenta Fetzer, 1990: 37).

Um computador sem uma janela para seu ambiente se envolve somente numa semiose sintática e talvez semântica, mas não pragmática. De acordo com o princípio da unidade do signo (ou pensamento) e ação (ver 3.4), a dimensão pragmática do processamento do signo é um critério posterior de semiose plenamente desenvolvida. Numa carta de 1887, Peirce discutiu este aspecto como uma das diferenças de processamento sógnico humano e em máquina.

A lógica formal centra toda sua atenção na parte menos importante do raciocínio, uma parte tão mecânica que pode ser realizada por uma máquina e imaginar que isso é tudo que há no raciocínio. De minha parte, eu assumo que raciocínio é a observação de relações, principalmente por meio de diagramas e similares. É um processo vivo [...] Raciocínio não é feito por cérebro não cooperativo, mas precisa da colaboração de olhos e mãos (In Ketner & Stewart 1984: 208-209).

O aprendizado com a experiência ambiental e a auto-correção automática é essencial para a máquina semiótica genuína (Nöth 1997). Um robô, que aprende de sua própria experiência na sua orientação ambiental e reage por reconstrução de projeto de seu próprio programa com o objetivo de desenvolver sua eficiência futura, não é mais determinista, mas uma máquina semiótica genuína.

Conclusão e a visão de máquinas poéticas

Como resultado de nosso estudo é possível dizer que nenhum dos critérios de semiose se encontra completamente ausente do mundo das máquinas. Por um lado, os conceitos de Peirce de semiose e quase-semiose são tão amplos que nem sempre matéria e mente são separadas por um limiar semiótico. Por outro lado, a história da engenharia elaborou tantos tipos de máquinas inteligentes, que não se pode encontrar nenhum critério semiótico isolado que esteja ausente do mundo das máquinas. As diferenças que restam entre a semiose humana e a da máquina são uma questão de grau. Esta diferença de grau é particularmente evidente se nós considerarmos os traços da criatividade semiótica. Enquanto Peirce ainda acredita que "*toda máquina [...] é destituída de toda originalidade*" (1887: 168), nós estamos agora face com o primeiro degrau em direção a criatividade na máquina.

Uma "máquina de raciocínio" não apenas determinista, mas verdadeiramente criativa, deve ser não somente capaz de deduzir mas também de raciocinar abduktivamente. O primeiro passo na superação desse limite semiótico, da quase-semiose para genuína semiose, tem sido dado pela pesquisa em Inteligência Artificial (Josephson & Josephson, eds. 1994). A criatividade requereria ainda um alto grau de autopoiesis semiótica para produzir não somente quadros mas pinturas, não somente textos mas textos criativos, romances e poesia.

Peirce não queria excluir em princípio a possibilidade de uma máquina genuinamente semiótica ser, um dia, inventada. Contudo, ele sabia que a engenharia contemporânea não tinha avançado além do desenvolvimento do cálculo determinista ou da máquina de raciocínio com capacidade bem limitada. Em um século em que tais máquinas deterministas eram operadas manualmente, a visão de uma operação criativa de máquina genuinamente semiótica provocou em Peirce (1887: 165) a lembrança da academia de Lagado, de Jonathan Swift (*Gulliver's Travels* III.5). Os membros dessa academia possuíam, de fato, uma máquina semiótica genuína. Não era apenas uma máquina de raciocinar, mas uma máquina poética, através da qual "*a pessoa mais ignorante, mediante uma carga razoável e com um pouco de esforço físico, podia escrever livros de filosofia, poesia, política, leis, matemática e teologia, sem a menor assistência de um estudioso ou de um gênio*" (Peirce 1887: 165). Enquanto a invenção de tal máquina possa ter sido, de fato, um sonho, desde os tempos de Swift, continua sendo perturbadora a perspectiva de um mundo no qual escravos mecânico-semióticos deverão um dia fazer não somente trabalho necessário e desnecessário, manual e mental, mas também tornar a criatividade humana supérflua.

REFERÊNCIAS

- ANDERSEN, Peter Bogh et al. (1997). Machine semiosis. In Posner, Roland, et al., eds. *Semiotik: Ein Handbuch zu den zeichentheoretischen Grundlagen von Natur und Kultur*, Bd. 1. Berlin: de Gruyter, 548-571.
- CARIANI, Peter (1998). Towards an evolutionary semiotics: The emergence of new sign-functions in organisms and devices. In Gertrudis van de Vijver et al., eds. *Evolutionary Systems: Biological and Epistemological Perspectives on Selection and Self-Organization*. Dordrecht: Kluwer, 359-376.
- EMMECHE, Claus (1994). *The Garden in the Machine: The Emerging Science of Artificial Life*. Princeton: Univ. Press. – Transl. *Das lebende Spiel*. Reinbek: Rowohlt.
- ETXEBERRIA, Arantza & IBAÑEZ, Jesus (1999). Semiotics of the artificial: The 'self' of self-reproducing systems in cellular automata. *Semiotics* 127.
- FETZER, James H. (1990). *Artificial Intelligence: Its Scope and Limits*. Dordrecht: Kluwer.
- GESCHWIND, Norman (1982). Specialization of the human brain. In William S-Y. Wang, ed., *Human Communication: Language and its Psychobiological Bases*. (=Readings from Scientific American). San Francisco: W. H. Freeman, 110-119.
- JOSEPHSON John R. & JOSEPHSON, Susan, eds. (1994). *Abductive Inference*. Cambridge: Univ. Press.
- KAWADE, Yoshimi (1999). The two foci of biology: Matter and sign. *Semiotica* 127: 369-384.
- KETNER, Kenneth Laine (1988). Peirce and Turing: Comparisons and conjectures. *Semiotica* 68: 33-61.
- KETNER, Kenneth Laine & STEWART, Arthur F. (1984). The early history of computer design: Charles Sanders Peirce and Marquand's logical machines. *The Princeton University Library Chronicle* 45.3: 187-211.
- KRÄMER, Sybille (1988). *Symbolische Maschinen*. Darmstadt: Wiss. Buchgesellschaft.
- LEROI-GOURHAN, André. (1964-65) 1988. *Hand und Wort: Die Evolution von Technik, Sprache und Kunst*. Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- NAKE, Frieder (1992). Informatik und die Maschinisierung von Kopfarbeit. In Wolfgang Coy, ed. *Sichtweisen der Informatik*. Braunschweig: Vieweg, 181-207.
- _____ (1997). Der semiotische Charakter der informatischen Gegenstände. *Semiosis* 85-90: 24-35.
- _____ (1998). Schwierigkeiten beim semiotischen Blick auf die Informationsgesellschaft. In Harald W. Zimmermann & Volker Schramm, eds. *Knowledge Management und Kommunikationssysteme*. Konstanz: Universitätsverlag, 455-468.
- NEUMANN, John von (1966). *The Theory of Self-Reproducing Automata*, ed. Arthur W. Burks. Urbana: Illinois Univ. Press.
- NEWELL, Allen (1980). Physical symbol system. *Cognitive Science* 4: 135-183.
- _____ (1990). *Unified Theories of Cognition*. Cambridge, Mass.: Harvard Univ. Press.
- NÖTH, Winfried (1997). Representation in semiotics and in computer science. *Semiotica* 115: 203-213.
- _____ (2000a). *Handbuch der Semiotik*, 2. Aufl. Stuttgart: Metzler.
- _____ (2000b). Selbstreferenz in systemtheoretischer und in semiotischer Sicht. To appear in *Festschrift S. J. Schmidt*.
- _____ (2001). Semio genesis in the evolution from nature to culture. In Patrizia Violi, ed. *Origin of Semiosis*. Turnhout: Brepolis.
- PAPE, Helmut (1993). Final causality in Peirce's semiotics. *Transactions of the Charles S. Peirce Society* 29: 581-607.

- PATTEE, Howard H. (1997). The physics of symbols and the evolution of semiotic controls. In Michael COOMBS & Mark Sulcoski, eds. *Control Mechanisms for Complex Systems*. Albuquerque: Univ. of New Mexico Press, 9-25.
- PEIRCE, Charles Sanders (1887). Logical machines. *American Journal of Psychology* 1.1: 165-170. [Also in: C. S. Peirce, 2000, *Writings*, vol. 6, ed. N. Houser et al., Bloomington: Indiana Univ. Press, 65-72.0000000]
- _____ (1931-1958). *Collected Papers*. Vols. 1-6, eds. C. Harshorne & P. Weiss, vols. 7-8, ed. A. W. Burks. Cambridge, Mass.: Harvard Univ. Press. (Quoted as CP.)
- POPPER, Karl (1972). *Objective Knowledge*. Oxford: Univ. Press.
- _____ (1994). Peirce's broad concept of mind. *S: European Journal for Semiotic Studies* 6: 399-411.
- _____ (1998). Der Computer als semiotisches Medium. In Winfried Nöth & Karin Wenz, eds. *Medientheorie und die digitalen Medien*. Kassel: Univ. Press, 121-158.
- _____ (1999). A new causality for the understanding of the living. *Semiotica* 127: 497-518.
- SCHMIDT, Siegfried J. 1987. Der radikale Konstruktivismus. In: S. J. Schmidt, ed. *Der Diskurs des radikalen Konstruktivismus* Frankfurt/Main: Suhrkamp, 11-88.
- SEARLE, John. 1980. Minds, brains, and programs. *Behavioral and Brain Sciences* 3: 417-457.
- SKAGESTAD, Peter. 1993. Thinking with machines: Intelligence augmentation, evolutionary epistemology, and semiotic. *Journal of Social and Evolutionary Systems* 16.2: 157-180.
- _____ (1999). Peirce's inkstand as an external embodiment of mind. *Transactions of the Charles S. Peirce Society* 35: 551-561.
- TIERCELIN, Claudine. 1993. *La pensée signe: Études sur C.S. Peirce*. Nîmes: J. Chambon.
- WINOGRAD, Terry & FLORES, Fernando (1886). *Understanding Computers and Cognition*. Norwood, N. J.: Ablex.

WINFRIED NÖTH é professor titular de lingüística e semiótica na Universidade de Kassel, Alemanha, e professor convidado do PEPG em Comunicação e Semiótica da PUC-SP. Publicou, dentre inúmeros livros em língua inglesa e alemã, obras fundamentais como o *Handbook of Semiotics* e *Semiotics of the Media*. Publicou em português: *Semiótica de Platão a Peirce* e *Panorama da semiótica no século XX* (São Paulo: Anna Blume).

Tradução autorizada de Irene Machado