

∴

A filosofia geral de C. S. Peirce (1839-1914) encontra-se atravessada por múltiplas tensões que o filósofo americano procurou durante toda a sua vida superar sem que jamais o tivesse conseguido completamente.¹ Algumas dessas tensões ressaltam na forma como Peirce encarava as relações entre a sua semiótica e o que ele designava por ‘acção mental’, esta última uma região do conhecimento que na época se associava à psicologia, mas que na realidade tinha um alcance mais vasto, pois engloba parte do que hoje se considera ser o âmbito das ciências cognitivas, e que em Peirce tinha um alcance de tal modo vasto que, no quadro de um monismo integralmente assumido, chegava a englobar a cosmologia. Essas tensões acabam por gravitar essencialmente em torno de uma única, a tensão entre lógica formal e geometria, tensão que decorre da oposição ancestral entre o discreto e o contínuo. No caso da estudo da acção mental, essa oposição consiste em se privilegiar as estruturas matemáticas contínuas ou, pelo contrário, considerar que são as estruturas semióticas que devem servir de quadro *a priori* para o conhecimento da mente. Deve igualmente referir-se aqui que por ‘semiótica’ entendemos ‘lógica’, sendo inequívocas as múltiplas declarações de Peirce acerca da íntima ligação entre essas duas disciplinas - apesar de ser verdade que o seu projecto semiótico ultrapassava o domínio da lógica formal *strictu senso*². Especialmente no quadro da tradição filosófica que vai da análise lógica às ciências cognitivas, o termo ‘simbólico’ é também por vezes utilizado no lugar de semiótica, e essa equivalência será igualmente respeitada neste artigo.

A tensão mencionada revestiu múltiplos aspectos durante a longa carreira filosófica de Peirce, mas tornou-se desde logo uma questão central nos artigos que o jovem Peirce publicou por volta de 1868. Nesses artigos, insiste-se fortemente que a cognição [*cognition*] é um processo contínuo (e.g., C.P. 2.267; A. P. 30), sendo claro que a definição matemática do conceito de continuidade neles apresentada resulta ser isomórfica ao corpo \mathbf{Q} dos números racionais - mais tarde Peirce vai fornecer uma definição mais ‘moderna’, visto ela ter o corpo topológico totalmente ordenado \mathbf{R} como modelo. Contudo, e por outro lado, o objectivo dos artigos de 1868 é extramamente ambicioso, pois procura-se ‘reduzir a totalidade da acção mental à fórmula do raciocínio válido’ (C.P. 2.267; A., p. 30). Trata-se sem dúvida de uma declaração bastante forte, pois ela afirma a redução da totalidade da acção mental ao conjunto das inferências logicamente correctas. Em Peirce, essa tese é tornada ainda mais precisa quando ele afirma que ‘a doutrina presente nas fórmulas silogísticas é que (na medida em que ela se aplica à mente) se duas posições sucessivas, ocupadas pela mente no seu movimento, forem postas, verificar-se-á que elas possuem certas relações’ (C.P. 5.329).

¹ É também essa a opinião de um dos principais comentadores de Peirce, M. Murphey (Murphey, 1962).

² “A lógica será aqui definida como *semiótica formal*(...). É dessa definição [de signo], em conjunto com uma definição de ‘formal’, que eu deduzo matematicamente os princípios da lógica.” (N.E.4,20-21). E, “a relação ilativa [relação de dedução] é a relação semiótica primária e fundamental.” (C.P. 2.444, Nota) Os textos de Peirce, e respectivo sistema de citações, são os seguintes:

Collected Papers of Charles Sanders Peirce", Vol I-VI, C. Hartshorne et P. Weiss (eds.), Vol. VII-VIII, A. Burks (ed.), Cambridge, Harvard University Press, 1931-1958. Citado C.P. seguido do número do volume do número do parágrafo.

The New Elements of Mathematics by Charles S. Peirce, 4 Vol., C. Eisele (ed.), The Hague, Mouton, 1976. Citado N.E. seguido do número do volume do número da página.

The Charles Sanders Peirce Papers (Microfilm Edition), Cambridge, Harvard University Press Cambridge. Citado Ms.

António Machuco Rosa (ed.), *Charles S. Peirce – Antologia Filosófica*, Imprensa Nacional – Casa da Moeda, Lisboa, 1999. Citado A.F.

Esta ideia segundo a qual a lógica governa a acção mental, isto é, possui realidade cognitiva, conheceu uma enorme fortuna no século XX. Desenvolvida e realaborada, ela encontra-se no centro da moderna revolução cognitiva, em particular no centro das hipóteses propostas nos anos sessenta e setenta acerca do funcionamento da mente, hipóteses que formam o núcleo duro das ciências cognitivas clássicas, núcleo usualmente designado por paradigma simbólico.

Um dos seus principais teorizadores foi J. Fodor com a sua hipótese acerca da existência de uma 'linguagem da mente'. Fodor propõe uma 'teoria representacional da mente', de acordo com a qual os estados intencionais (crenças, desejos, etc.) possuem uma relação com as proposições que formam a 'linguagem mental' interna. Essa linguagem mental possuirá propriedades análogas às das linguagens lógicas: existirão estados mentais que são as instâncias (os *tokens*) dos tipos (*types*) invariantes dessa linguagem - analogamente à relação instância/tipo presente na dualidade sintaxe/semântica existente em lógica formal. Quanto aos *processos* mentais, eles são sequências causais de estados mentais assim como relações entre as instâncias das representações mentais, relações essas que são ainda uma instanciação das relações sintácticas que ligam os diferentes tipos da linguagem formal interna. Nas palavras de Fodor, 'um fluxo de pensamento é uma sequência causal de *tokens* de representações mentais que exprimem as proposições que são objecto dos pensamentos' (Fodor, 1987, p. 17), ou ainda, 'os processos mentais são instanciações actuais de Ideias (i.e., representações mentais) (Fodor, 1983 p. 290). Deve sublinhar-se que Fodor se apoia explicitamente no facto de, em lógica formal, a sintaxe mimar a semântica e assim preservar a verdade das relações semânticas. Essa 'mimesis' é mesmo total no sentido de um teorema fundamental em lógica formal, o chamado teorema de completude (demonstrado por K. Gödel em 1929), o qual estabelece uma equivalência entre uma representação semântica e uma exposição sintáctica de certos sistemas de lógica. Mais exactamente, o chamado teorema da *completude semântica* diz que se uma certa fórmula é uma consequência semântica de um certo conjunto de proposições prévias, então ela é igualmente uma consequência sintáctica dessas mesmas proposições. Essa propriedade é uma propriedade dos sistemas lógicos de primeira ordem: nesses sistemas, qualquer proposição verdadeira é igualmente uma proposição formalmente demonstrável (pode consultar-se qualquer manual de lógica para a demonstração desse teorema; cf. em particular o clássico Kleene, 1987).

Os resultados que a lógica matemática obteve nos anos vinte e trinta deste século são um elemento absolutamente essencial para a teoria de Fodor. Ele vai mesmo ao ponto de afirmar que a 'teoria da prova' (que Fodor geralmente atribui a A. Turing) é 'o único aspecto em que a ciência cognitiva contemporânea representa um avanço significativo por relação às versões da teoria representacional da Mente propostas nos séculos dezoito e dezanove. (Fodor, 1985, p. 288). A teoria da prova estabelece, para uma certa classe de sistemas simbólicos, uma equivalência entre transformações mecânicas e relações semânticas³. Assim sendo, Fodor complementa a sua 'teoria representacional' com uma 'teoria computacional'. Segundo esta última teoria, as relações sintácticas que estabelecem as ligações entre os estados mentais são relações computacionais. Essas ligações são apenas determinadas pela estrutura sintáctica da linguagem, e não pelo seu conteúdo semântico ou pela natureza dos processos físicos em que é suposto elas implementarem-se. (cf. um resumo em Lower & Rey, 1991 e Fodor, 1987).

Alguns das ideias enunciadas por Fodor já se encontram, de modo relativamente explícito, presentes nos textos de Peirce de 1868: por um lado, a lógica governa a acção mental, e por outro existem relações sintácticas entre as posições (os *processos* de Fodor) da mente. Quais as diferenças? Não estamos aqui a sustentar que Peirce antecipou a integralidade das hipóteses de base das ciências cognitivas clássicas, e na realidade veremos até que ponto a ligação das suas ideias às diversas correntes das ciências cognitivas é complexa. Mas devemos sublinhar que os aspectos mencionados por Fodor, e que não surgem nos textos do jovem Peirce, são essencialmente técnicos, prendendo-se com a evolução dessa disciplina específica que é a lógica formal. Ora, se, em 1868, Peirce ainda estava demasiado ligado a uma perspectiva silogística, é um facto histórico universalmente reconhecido que foi ele quem introduziu vários dos aspectos técnicos implícitos nas

³ Essas transformações mecânicas são as chamadas as funções recursivas de Turing. A conjectura de Turing consistiu em dizer que essas funções são as recursivas gerais, isto é, as funções do tipo $a+b$, $a.b$, a função sucessor, etc.

ideias de Fodor. De facto, foi Peirce (ao mesmo tempo que Frege) que na década de oitenta criou a moderna lógica formal, isto é, a lógica proposicional mais o cálculo de predicados, partes da lógica que ele teve o cuidado de separar da lógica de segunda ordem (a teoria dos conjuntos). Fê-lo em diversos artigos, em especial num artigo publicado em 1885 e que foi fundamental para o nascimento da lógica moderna. (cf. A.F., pp. 75-103). Não podemos aqui analisar esse artigo, mas é conhecido que nele se distingue entre sintaxe e semântica e que é exactamente aí que, provavelmente pela primeira vez, surge tematizada explicitamente a distinção fundamental *type/token*, e à qual voltaremos mais abaixo. Um outro aspecto importante da teoria de Fodor, a sua 'teoria computacional', naturalmente que não é tão desenvolvido por Peirce, mas não se deve negligenciar o facto de ele ter sido um dos primeiros a conceber e implementar uma 'máquina calculadora' (cf. N.E., 3/2, pp. 625-632), e de se ter apercebido que a sua arquitectura específica é irrelevante do ponto de vista da dedução que ela permite realizar (da função computada, em termos modernos). O que nos leva a mostrar até que ponto Peirce estava consciente do último ponto mencionado no resumo que acima fizemos das ideias de Fodor: a irrelevância da natureza específica dos processos físicos que implementam as ligações formais sintácticas.

Na realidade, as modernas ciências cognitivas partiram da hipótese segundo a qual a mente é um sistema físico-simbólico e deve ser caracterizada em termos funcionais (cf. Simon, 1980). Esse funcionalismo utiliza o conceito de função em sentido teleológico e no sentido em que uma função matemática pode ser implementada por dispositivos físicos de natureza e arquitectura bastante díspares. É por isso que uma estrutura simbólica ou semiótica é *universal*: ela pode ser implementada em dispositivos físicos diferentes mas que são todos equivalentes do ponto de vista da função computada (cf. detalhes acerca do sentido do conceito de universalidade em Machuco Rosa, 1999)

A tese acerca da existência de um nível físico-simbólico da realidade é normalmente associada com a implementação de estruturas simbólicas em máquinas (computadores). No entanto, a verdade é que ela é bastante mais geral. De facto, o estatuto das linguagens simbólicas é, no quadro do funcionalismo, *o mesmo* que elas possuem numa teoria matemática axiomatizada. Numa perspectiva axiomática acerca da validade de uma teoria matemática, pode afirmar-se que a validade universal está assegurada na medida em que os símbolos e as regras que transformam as proposições da teoria são introduzidos por nós e definem *a priori* os objectos e propriedades dessa mesma teoria; os símbolos e regras são universais por sermos nós a introduzir essa universalidade (Machuco Rosa, 1993). Noutros termos, o controlo sobre a teoria é elevado por se determinar à partida quais as propriedades face às quais a teoria é indeterminada, isto é, as propriedades sobre as quais os símbolos e regras *nada dizem* - por exemplo, de entre um número potencialmente infinito de propriedades, as regras nada dizem acerca da cor do giz utilizada para realizar uma demonstração.

Ora, Peirce acentuou muito fortemente esse último ponto na sua teoria da demonstração matemática. Ele insistiu realmente no facto de as determinações específicas que, por exemplo, uma figura geométrica possui, serem completamente irrelevantes, pois apenas as suas propriedades genéricas, (cf., e.g., N.E. 3/2, 968). Ora, tal como referimos, esse ponto de vista acerca da validade da proposição matemática, esse funcionalismo simbólico, pode ser prolongado num funcionalismo físico-simbólico. Esse prolongamento do funcionalismo é explicitamente mencionado por Peirce numa discussão acerca das *máquinas lógicas*.

Uma máquina lógica difere de uma outra máquina apenas na medida em que se baseia num princípio extremamente simples (...) O resultado que uma máquina lógica fornece exprime uma relação com os dados que lhe foram introduzidos, relação que pode ser considerada do ponto de vista de saber se o resultado pode ser falso quando os dados são verdadeiros (...). De modo semelhante, um homem pode ser considerado como uma máquina que produz, digamos, uma frase exprimindo uma conclusão, o homem-máquina tendo sido instruído [fed] com uma frase escrita exprimindo um facto, a qual é a premissa. (C.P. 2.59)

Trata-se de uma declaração bem precisa acerca da existência de uma estrutura simbólica cuja característica fundamental é ser invariante por relação às suas múltiplas realizações físicas (mente

humana ou máquina). E, tal como em Fodor, essa hipótese acerca de um nível físico-simbólico apoia-se numa teoria representacional, pois a proposição que constitui o *input* de uma máquina ou de um homem-máquina *exprime um facto*, pelo que possui um conteúdo representativo e intencional.

Esta semelhança com a hipótese que tem orientado muito do trabalho em ciências cognitivas e em inteligência artificial não significa evidentemente que um projecto cognitivo assentado num quadro semiótico como o de Peirce tenha sido desenvolvido com a sistematicidade comparável ao trabalho de Fodor, por exemplo. Na realidade, no caso de Peirce, essa sistematicidade nem poderia existir, pois ele propôs aproximações alternativas a fim de estudar a cognição, parecendo que nem sempre se apercebeu claramente das tensões que isso colocava na sua obra. É para esse outro tipo de aproximações que devemos agora orientar a nossa atenção.

∴

Apesar de os artigos publicados por Peirce em 1868 insistirem fortemente no conceito de continuidade, não deixa de ser igualmente verdade que os actos e os processos mentais eram então considerados como redutíveis às formas lógicas. Como já se referiu, a ênfase simultânea na continuidade e na lógica nunca desapareceu dos escritos de Peirce, mas é também um facto que o conceito de continuidade foi adquirindo cada vez maior importância. É assim que, no início dos anos 90, ele se torna definitivamente a base de uma filosofia geral, bem como de uma metafísica e de uma cosmologia. Acontece então uma inversão da perspectiva de 1868, surgindo a tentativa em fundar a acção mental na continuidade. Graças à grande influência que a mecânica estatística e a topologia passaram a exercer sobre o seu pensamento⁴, Peirce desenvolveu indissociavelmente uma *topologia* e uma *termodinâmica da mente*, pelo que a lógica, no que ao estudo da mente diz respeito, passou para segundo plano. Essa termodinâmica da mente é exposta no artigo de 1892, *The Law of Mind* (C.P. 6. 102 – 163; A. F., pp. 243-266). Lê-se aí que:

A análise lógica aplicada aos fenómenos mentais mostra que não existe senão uma lei da mente, a saber, que as ideias tendem a difundir-se continuamente e a afectar certas outras que se encontram em relação a elas numa peculiar relação de afectibilidade. Nessa difusão elas perdem intensidade, e especialmente o poder de afectar outras, mas adquirem generalidade e ficam fundidas com outras ideias.(C.P. 6.104; A.F., p. 244)

Nesse e em outros artigos encontram-se múltiplas declarações similares, referindo-se sempre ‘a tendência de uma ideia trazer outras ideias consigo’ (C.P. 6. 135; A.F., p. 258), isto é, a generalizar-se. O que está na base dessa tendência, dessa ‘força’ das ideias? Não são as inferências lógicas mas sim a sua *difusão* [*spread*]. Uma análise detalhada mostraria que ‘difusão’ designa, simultaneamente, *duas* coisas. Por um lado, designa o processo termodinâmico de preenchimento homogéneo do espaço de fases, isto é, corresponde a um aumento da entropia do sistema.⁵ Por outro lado, *spread* envolve uma topologia da acção mental (veja-se C.P.3.124). A conciliação entre essas duas perspectivas é ela própria também problemática, e na realidade encontra-se-lhe subjacente a tentativa de Peirce em resolver o problema, extremamente difícil, da *gênese física do contínuo*, com Peirce a propor a solução (bastante especulativa) de o contínuo se fenomenalizar quando os sistemas físicos atingem a máxima entropia (cf. Ms 144). O que quer que possa ser dito acerca desse problema, é em todo o caso claro que Peirce propõe uma topologia da acção mental: uma ideia geral forma-se a partir da fusão de inúmeras ideias *vizinhas*, tal que qualquer uma delas

⁴ A importância que a mecânica estatística teve no pensamento de Peirce pode ser atestada consultando o seu artigo de 1892, *The Doctrine of Necessity Examined* (C.P. 6.35-6). A importância da topologia encontra-se disseminada um pouco por muitos dos textos de Peirce posteriores a 1890. Na realidade, Peirce foi talvez o primeiro matemático e filósofo (isto ainda no século XIX!) a não apenas reconhecer a importância para a matemática da topologia como a fazer dela um núcleo central de um projecto científico e filosófico. Veja-se o capítulo XII de A.F. para uma síntese da aplicação que Peirce fazia da topologia.

⁵ De acordo com o segundo princípio da termodinâmica enunciado definitivamente por L. Boltzmann, um autor que Peirce naturalmente conhecia, e segundo o qual a entropia de um sistema é igual a uma constante vezes o logaritmo dos estados possíveis do sistema.

pode ser transformada topologicamente numa outra; em termos um pouco mais técnicos, trata-se de um conjunto aberto em que qualquer elemento é homeomórfico a qualquer outro⁶. A ideia geral (vermelho, por exemplo) resultante será então aquilo que em teoria dos sistemas dinâmicos se designa por um *atractor*, que é um atractor para ideias vizinhas (cardinal, etc.), e que permite *antecipar* sobre qualquer das suas vizinhanças.⁷ Por outro lado, se cada ideia geral corresponde a um *continuum* de qualidades, ela encontra-se também separada através de bordos ou *descontinuidades* de outras ideias gerais. As qualidades ou ideias formam portanto aquilo que Peirce chama um ‘contínuo fragmentado’: conjuntos homeomórficos separados por descontinuidades qualitativas (cf. N.E. 4,137). Peirce foi então levado a conjecturar qual a lei psicológica e *cognitiva* específica que corresponde processo de difusão das ideias. Devido à sua *posição* nos *continua* topológicos, uma ideia *assemelha-se* ou *contrasta* com outra. Noutros termos, Peirce está a *tentar encontrar um fundamento topológico para a velha lei da associação das ideias*. Ele jamais deixou de sublinhar que a lei fundamental da mente é a lei da associação de ideias (e.g., C.P. 1.383; C.P. 7.392; C.P. 7.515). Só que, acabámos de o ver, não se trata apenas da velha associação de ideias tal como foi explicitada por D. Hume, mas uma lei de associação que tem subjacente um processo dinâmico topológico.⁸

Portanto, no período de 1890, Peirce encara de uma nova forma a teoria da cognição. As duas formas até agora encontradas - uma baseada na lógica e outra na geometria - não podem coexistir sem tensões e teremos de ver até que ponto elas podem ou não ser atenuadas. Mas antes devemos referir até que ponto é ainda essa tensão entre geometria e lógica que orienta muitos dos modernos debates contemporâneos em ciências cognitivas.

∴

Um conjunto variado de factores, que vão desde algumas dificuldades conceptuais de base até ao problema da ligação ao funcionamento real do cérebro, passando por bem conhecidos falhanços no projecto da inteligência artificial clássica, fez com que, a partir dos finais da década de oitenta, fossem propostos modelos da cognição alternativos aos modelos clássicos como o de Fodor. O principal desses modelos é talvez o que se originou no conceito de rede neuronal artificial e que deu origem a um paradigma, dito paradigma conexionista, que teve em Paul Smolensky (Smolensky, 1988) um dos seus principais teorizadores.

Vejam os que consiste o conceito de rede neuronal artificial. Por analogia com o funcionamento real do cérebro, os nós da rede representam os neurónios, enquanto as ligações entre eles representam ligações sinápticas. Existe uma primeira camada de neurónios, dita camada de entrada (*inputs*), após o que a rede evolui segundo uma dinâmica que vai determinar um certo estado dos neurónios de saída (*outputs*). Em termos abstractos, uma rede neuronal formal é uma função que associa certos valores do *output* a certos valores do *input*. Os neurónios podem assumir certos estados internos $s = \{0,1\}$ ou $s = [0,1]$, e encontram-se ligados entre si por pesos ou

⁶ Para uma introdução elementar à topologia, cf, por exemplo, (Alexandroff, 1960). Em termos modernos, uma aplicação f de um espaço topológico X num espaço topológico Y é chamada um homeomorfismo se ela é bijectiva e se é contínua assim como a sua inversa.

⁷ Intuitivamente, um atractor é um estado final invariante que resulta da evolução dos elementos de um sistema físico. Um exemplo de atractor é um ponto fixo, que é definido por uma transformação T tal que $T(x)=x$. Ao conjunto das trajectórias que convergem para um atractor chama-se uma *bacia de atracção*.

⁸ Na realidade, esse ponto de vista terá sido sugerido a Peirce a partir do seu estudo das teorias continuistas (teoria das "formas seriais) acerca da mente propostas pelo psicólogo alemão J.F. Herbart (cf. C.P., 7.416 e sq). Foram essas teorias acerca da mente que estiveram na base da introdução, por B. Riemann, do conceito matemático de *varietas*, que designa as modernas *variedades diferenciais*, e que foi fundamental para o surgimento da topologia moderna. Peirce não apenas conhecia Riemann como o considerava o maior matemático do seu tempo, e muitas vezes sublinhou a grande influência que sobre si exerceu o geómetra alemão. É pois por via dessa tradição que Peirce terá sido levado a reinterpretar a lei da associação de ideias.

ligações sinápticas W . A associação entre neurónios de entrada e neurónios de saída pode ser definida por:

$$(1) \quad s'_i = s_j W_{ij} s_j$$

Temos um neurónio i no estado s_i que recebe certos pesos ou conexões W provindo de outros neurónios, j . Um neurónio s_j muda o seu estado ao computar a soma dos pesos dos neurónios s_1, \dots, s_n (por exemplo, passa a activo se a soma dos pesos é suficientemente elevada). Representando os estados finais ou *outputs* (s_1, s_2, \dots, s_n) pelo vector \mathbf{h} , os *inputs* (s_1, s_2, \dots, s_n) pelo vector \mathbf{y} e os pesos W pela matriz \mathbf{w} , a equação (1) também pode ser escrita de forma mais compactada como $\mathbf{h} = \mathbf{w}\mathbf{y}$.

Quanto à transição dos estados dos neurónios, ela pode ser definida por uma função do tipo:

$$(2) \quad s'_i = f(A_i) \quad \text{com } A_i = s_j W_{ij} s_j$$

onde, no caso em que $s = [0,1]$, f é a função não linear sigmoideal $1/(1+e^{-x})$.

Representada uma certa forma através do vector dos neurónios de entrada, pretende-se que a rede restitua na saída uma forma correspondente à forma dada em entrada.⁹ Noutros termos, uma rede deve poder *aprender* e *classificar* formas. O problema consiste então em, dados os estados internos s , encontrar os pesos adequados W que permitam essa aprendizagem: trata-se de garantir que a rede converge efectivamente para a forma desejada. Um dos algoritmos mais conhecidos que permitem encontrar os W adequados é a lei de Hebb, isto é, se a activação de um neurónio \mathbf{j} tende a seguir-se à activação de um neurónio \mathbf{i} , então a ligação sináptica entre ambos tende a reforçar-se: $W_{ij} = \alpha s_i s_j$ (α é uma constante de normalização). Trata-se claramente de um algoritmo que evoca a lei de associação de ideias.

Com base na dinâmica dada por (2), acompanhada por um algoritmo de aprendizagem, demonstra-se que uma rede neuronal pode funcionar como uma memória associativa, em que cada forma memorizada é um protótipo correspondendo a um atractor. Cada protótipo é o atractor da sua bacia de atracção, sendo classificadas como semelhantes as formas que são capturadas pelo mesmo protótipo, isto é, que pertencem à mesma bacia de atracção. O espaço de estados da rede fica assim dividido em diversas regiões, e é a *posição* - determinada pelos pesos W - de uma forma nesse espaço de estados que classifica a semelhança ou dissemelhança de uma forma por relação a outra. Encontramos portanto um princípio de classificação diferente dos princípios lógico-hierárquicos: é a pertença a uma mesma região de atracção do espaço de fases do sistema que surge como princípio de classificação. Note-se que é possível recuperar, através das redes neuroanais, a distinção *token/type* se se considerarem como instâncias de um mesmo *type* ou protótipo todas as formas que coexistem na mesma bacia de atracção. (cf. Elman, 1995) Recorde-se ainda neste contexto o 'contínuo fragmentado' de Peirce.

O paradigma conexionista opõe-se ao paradigma simbólico, cujas características vimos com base no trabalho de Fodor. Trata-se de uma verdadeira de relação de oposição na medida em que o conexionismo privilegia o contínuo por contraposição aos esquemas discretos presentes na lógica formal, oposição que se prolonga noutras oposições como o seu privilégio das inferências estatísticas por oposição às inferências dedutivas, a representação distribuída das representações por oposição a uma representação modular, etc. (cf. Machuco Rosa, 2000; Smolensky, 1995).

Repetimos que não estamos a sustentar que Peirce tenha antecipado as aproximações contemporâneas à cognição baseadas no conceito de rede neuronal. Nem é necessário insistir demasiado nesse ponto, visto o conceito de rede neuronal se basear em parte no aumento do conhecimento acerca da estrutura neuro-biológica do cérebro, conhecimento que evidentemente Peirce não possuía. É no entanto significativo que, pelos menos em traços gerais, existem ressonâncias entre as duas tendências conflituosas que Peirce usou para descrever a acção mental e as duas tendências igualmente conflituosas que são o paradigma conexionista e o paradigma

⁹ Pode tratar-se de qualquer 'forma'. Um exemplo pode ser uma letra do alfabeto.

simbólico. Isso poderá testemunhar a sua efectiva irreducibilidade epistemológica, a qual se poderá enraizar nos *níveis cognitivos* que servem como ponto de partida de análise de cada um dos dois paradigmas. Será possível atenuar esse conflito precisando melhor a noção de nível cognitivo? Parece que isso pode ser feito expondo um aspecto crucial do célebre debate entre Jerry Fodor e Paul Smolensky acerca da relação entre as linguagens semióticas ou simbólicas e as estruturas subsimbólicas ou conexionistas.

A crítica fundamental de Smolensky ao funcionalismo simbólico de Fodor consiste em ele sustentar que ‘as regras simbólicas *são* reais no sentido de governarem a semântica e a função computada, mas *não* são reais no sentido de participarem na história causal, capturável por um algoritmo, do mecanismo interno que computa essas funções’ (Smolensky, 1995, p. 225, sub. orig.). Portanto, segundo Smolensky as estruturas ideais simbólicas, que são sempre de natureza lógica-combinatória, seriam teorias da competência (teorias *descritivas*) e não da *performance*. Elas seriam teorias acerca da capacidade simbólica humana, mas não possuiriam poder causal por não estarem realmente implementadas no cérebro. As *performances* cognitivas não seriam simbólicas, mas sim conexionistas. Smolensky não recusa a realidade (no sentido de realidade ideal) das estruturas simbólicas, mas afirma que a causalidade dos actos mentais é subsimbólica. Isto implica que a causalidade dos actos mentais deve ser descrita por instrumentos oriundos da área da teoria matemática dos sistemas dinâmicos, com destaque para conceitos como os de atractor e de descontinuidade crítica, de que as redes neuronais mais não são que uma exemplificação particular (cf. Port & van Gelder, 1995, para uma aproximação à cognição em termos de teoria dos sistemas dinâmicos). A acção da mente não é uma semiótica – tal como a física não é –, e apenas utilizando para o seu estudo a linguagem que permite descrever a realidade física – precisamente a teoria dos sistemas dinâmicos – é possível naturalizar a mente e desenvolver um verdadeiro monismo. Ora, desse ponto de vista, qual o estatuto da lógica? Como Smolensky faz notar, o seu estatuto é o de uma teoria ideal. Na linguagem da filosofia da lógica isso implica afirmar que a lógica é *normativa*. O que nos permite voltar de novo a Peirce.

∴

Com o decorrer dos anos, a questão do *psicologismo* em lógica foi-se tornando cada vez mais importante para Peirce. Em parte, isso ficou a dever-se ao facto histórico bem conhecido de essa questão se ter tornado central nos meios académicos alemães dos finais do século XIX, sendo não menos conhecida a importância que o tema teve para a filosofia que E. Husserl elaborou a partir dessa altura. A crítica do psicologismo é igualmente um tema recorrente nos textos de Peirce da mesma altura (cf., e.g., C.P: 2.151 e sq.). Ele passou a insistir cada vez mais que a lógica é uma ciência normativa (e.g., C.P. 5. 126). Por exemplo, num texto em que são expostas as linhas essenciais da sua semiótica, ele escreve:

A lógica está tão afastada da psicologia quanto o está a matemática pura. A lógica é o estudo da natureza essencial dos signos. Um signo é algo que existe em réplicas. Saber se o signo "está a chover", tem uma réplica na escrita, ou no discurso oral, ou no pensamento interior, é uma distinção de muito reduzido interesse para a lógica, a qual não é o estudo das réplicas, mas sim dos signos. Este não é o único, nem tão pouco o maior, dos erros ao fazer dos "juízos", e não das proposições, o tema da lógica. Ele envolve confundir duas coisas que devem ser distinguidas se se quiser atingir uma verdadeira compreensão da lógica. Uma proposição, tal como acabei de dar a entender, não deve ser entendida como a expressão linguística de um juízo. Ela é, pelo contrário, esse signo de que o juízo é uma réplica e a expressão linguística uma outra.(A.F., p. 193)

Encontra-se aqui uma importante precisão acerca da natureza da lógica e suas relações com a cognição, e que constitui um verdadeiro avanço face às posições que vimos serem expressas por volta de 1868. Um juízo, isto é, um *conteúdo mental*, é apenas réplica - um termo que Peirce utiliza muitas vezes no lugar de *token*, e que também pode substituir ‘instância’. Mas exactamente, utilizando a terminologia da semiótica peirciana, um juízo é um sinsigno, um *token* de um tipo (cf. e.g., C.P. 7. 341). Ora, enquanto tal, a lógica apenas respeita a tipos gerais, isto é, a argumentos formais validados por procedimentos gerais de inferência. Não é assunto da lógica o argumento segundo o qual se todos os homens são mortais, e se Sócrates é homem, então Sócrates *deve* ser

pensado como mortal. O acto mental suposto nesse juízo é completamente irrelevante do ponto de vista lógico. Mas o juízo, a ocorrência cognitiva do tipo geral de inferência, já pode ser uma réplica desse raciocínio. *Ele encontra-se-lhe então correlacionado*; o juízo é uma réplica de algo que, enquanto tal, apenas possui realidade ideal. A lógica é pois uma ciência normativa que trata de objectos gerais e invariantes e que se pode aplicar aos actos mentais que se lhe encontram correlacionados enquanto suas instâncias. Como vimos, esta posição é semelhante à exposta por Fodor, e o modo como Peirce foi capaz de a elaborar sistematicamente ainda o pode aproximar mais rigorosamente das ciências cognitivas contemporâneas.

Subsiste no entanto uma dificuldade. Se a lógica designa tipos invariantes que normativamente se aplicam às suas instâncias, fica no entanto por solucionar a questão de saber de que modo se gera o *acesso cognitivo* a esses mesmos tipos invariantes. Vimos que Peirce procura explicar esse acesso em termos não simbólicos. De facto, isso mostra que ele estava consciente da circularidade em que ficamos enredados quando se tenta explicar a emergência e o acesso ao simbólico em termos também eles simbólicos. A questão é naturalmente fundamental e concerne o problema geral da emergência da semiótica. Ela não é facilmente resolúvel, e aqui apenas nos limitamos a expor a solução de Peirce e de que modo essa solução permite eventualmente atenuar o recorrente conflito entre continuidade (Natureza) e lógica (Semiótica).

A solução de Peirce parece passar pela ideia segundo a qual a mente opera realmente por *diagramas*, os quais são como que esqueletos [*skeletons*] das operações mentais (cf. C.P. 7.426). São diagramas espaciais que possuem certas formas *típicas*, mas que são ao mesmo tempo *instâncias* das formas lógicas. Ora:

um conceito é a influência viva em nós de um diagrama ou ícone, com cujas diversas partes estão conectados no pensamento um igual número de sentimentos ou ideias. A lei da mente consiste em que sentimentos e ideias se unem a si mesmas no pensamento de modo a formar sistemas. (C.P. 7.467)

Vimos anteriormente que a lei da mente possui uma dinâmica de natureza topológica. De seguida, e este é um novo ponto, ela geraria certos tipos de diagramas *espaciais* que possuem realidade cognitiva (estão instanciados), os quais, por sua vez, gerariam (‘incontroladamente’, ‘inconscientemente’ são termos a que Peirce recorre amiúde para descrever esse processo) os esquemas da lógica formal. De seguida, esta última pode autonomizar-se e tornar-se normativa ou ideal, designando então um conjunto variado de invariantes formais (por exemplo, a equivalência entre diversos tipos de notação ou entre sistemas com regras de inferência diferentes). Alguns dos esquemas espaciais diagramáticos são referidos no volume VII dos *Collected Papers*, e com eles visa-se simultaneamente explicitar a dinâmica cognitiva (‘psicológica’) e fazer a sua ligação quer à topologia quer à lógica formal. Noutros termos, a fim de tentar conciliar continuidade e lógica – e assim resolver a tensão em que temos vindo insistir desde o início – Peirce foi levado a elaborar uma sintaxe lógica diagramática baseada nas formas espaciais que é suposto serem realmente seguidas pela mente. Elas tornar-se-iam então verdadeiramente *tokens* correlacionados com os seus tipos gerais. Essa sintaxe diagramática é constituída pelo último dos três sistemas de lógica que Peirce elaborou, e que ele designou por método dos grafos existenciais. Não podemos entrar aqui nos detalhes técnicos desse método (cf. A.F. pp. 105-122 e C.P. 4.418-572), referindo-se apenas que o sistema possui apenas dois símbolos fundamentais, a *folha em branco* e a *linha de identidade*, isto é, dois *continua*, que as regras de inferência se resumem a operações de inserção e omissão, exactamente as operações que Peirce julgava caracterizarem a dinâmica cognitiva real (cf. C.P. 7.393 e sq.), e que o sistema se desenvolve integralmente realizando operações topológicas elementares.¹⁰

Com um método como o dos grafos existenciais, Peirce julgaria ter atingido a conciliação entre topologia, cognição e normatividade lógica. Os diagramas têm uma estrutura topológica subjacente,

¹⁰ O autor deste artigo (Machuco Rosa, 1993), bem como D. Roberts (Roberts, 1973.) e P. Thibaud (Thibaud, 1975), provaram que o sistema dos grafos existenciais é consistente e completo (em sentido absoluto e relativo), e que portanto tem o mesmo poder expressivo que qualquer outro sistema de lógica usualmente utilizados.

na qual ele constantemente insiste (e.g., C.P. 4.368). Existe uma *sintaxe topológica*, a qual, como qualquer sintaxe, enuncia *tipos*, pelo que o nível cognitivo instanciará essas relações espaciais típicas cujo processo dinâmico se basearia em inserções e omissões. Por sua vez, a sintaxe topológica corresponderia igualmente às formas típicas *lógicas*, e aí a lógica tornar-se-ia normativa mostrando, utilizando de novo o mesmo exemplo, que o objecto referenciado pelo métodos dos grafos existenciais é o mesmo que o de qualquer outro sistema de lógica.

No entanto, a solução está longe de ser completamente satisfatória, e isso fundamentalmente por três ordens de razões. Desde logo, porque os esquemas topológicos utilizados pelos grafos existenciais são demasiado elementares e nada permite supor que eles reproduzem a totalidade dos esquemas topológicos da mente – supondo ainda que estes existem. Estão seguramente longe de formar uma sintaxe ‘fechada’ para a cognição. Nessa medida, o projecto de enraizar a lógica e a acção mental na topologia fica muito longe de ser concretizado. A isso liga-se o facto de esses esquemas topológicos não apresentarem qualquer relação com a física e com a termodinâmica, e assim em nada permitirem vindicar o monismo que Peirce sustentava. Em terceiro lugar, as regras de inferência do sistema dos grafos se reduzem a inserções e omissões. Ora, basear os processos mentais em inserções e omissões mais não faz que reproduzir a característica essencial dos processos *discretos*, e na realidade não é por acaso que um outro sistema lógico, o método de dedução natural introduzido por G. Gentzen nos anos trinta, também se baseia em inserções e omissões, tal como ainda é essa a característica de uma máquina de Turing, base dos modernos computadores digitais, e que serviu de inspiração ao paradigma simbólico em ciências cognitivas. No fundo, dentro da tensão existente entre geometria e lógica, Peirce, mesmo sem se aperceber claramente disso, nunca deixou de privilegiar o segundo termo dessa alternativa.

Assim sendo, o caminho apontado por Peirce com o método dos grafos existenciais teria de ser alargado e complementado com desenvolvimentos recentes como os levados a cabo pelas chamadas gramáticas cognitivas, as quais visam enraizar a linguagem natural nos esquemas espacio-temporais perceptivos e sensorio-motores (cf. Langacker, 1987; Talmy, 1983). Mas para ser um projecto cognitivo integral, o projecto das gramáticas cognitivas terá de exibir as verdadeiras dinâmicas cognitivas subjacentes à linguagem natural, mostrando em particular como elas emergem a partir da dinâmica neuronal. Essa é a perspectiva da chamada teoria das catástrofes, elaborada por R. Thom nos anos sessenta (Thom, 1970) e desenvolvida por J. Petitot (Petitot, 1992, 1995), a qual visa mostrar que a *forma* (geométrica) da linguagem se encontra enraizada nos fenómenos naturais e que essa forma corresponde precisamente à forma das dinâmicas cerebrais, dinâmicas cerebrais elas próprias invariantes por relação à micro-física subjacente. Trata-se de uma hipótese cuja sofisticação nos impede de detalhar aqui, mas que envolve um problema, precisamente mostrar com o é que a lógica formal emerge, via dinâmicas neuronais, a partir da física. Ora, se esse problema subsiste, reencontramos de novo a tensão até agora insuperável entre Natureza e Semiótica. Se, no caso da teoria das catástrofes, partirmos da natureza visando obter por emergência os níveis seguintes de realidade, é a lógica formal (e a semiótica em geral) cuja derivação permanece problemática (cf. no entanto Petitot, 1992). Se, pelo contrário, como muitas vezes é o caso em Peirce, partirmos da semiótica, é a compatibilização desta com o domínio da natureza que surge mais como uma aspiração do que como um objectivo verdadeiramente alcançado.

Referências Bibliográficas

- Alexandroff, P., 1960, *Elementary Concepts of Topology*, Dover, New York.
- Elman, J., 1995, "Language as a Dynamical Suystem", in R. Port & T. van Gelder, 1995, pp. 196-225.
- Fodor, J., 1983, *Representations: Philosophical Essays on the Foundations of Cognitive Science*, MIT Press, Cambridge.
- Fodor, J., 1987, *Psychosemantics: The Problem of Meaning in the Philosophy of Mind*, :MIT Press, Cambridge.
- Kleene, S., 1987, *Logique Mathématique*, J. Gabay, Paris.
- Langacker, R., 1987, *Foundations of Cognitive Grammar*, Standford University Press, Standford.
- Loewer, B., & Rey, G., (ed.), 1991, *Meaning in Mind - Fodor and his Critics*, Blackwell, Oxford.
- Machuco Rosa, A., 1993, *Le Concept de Continuité chez C.S Peirce*, E.H.E.S.S.,Paris.
- Machuco Rosa, A., 1999, "Universalidade e Ciências Cognitivas", *Revista de Humanidades e Tecnologias*, **1**, pp. 98-106.
- Machuco Rosa, 2000, *Tdeoria das Estruturas - do Centrado ao Acentrado*, a publicar.
- Murphey, M., 1962, *The Development of Peirce's Philosophy*, Harvard University Press, Cambridge.
- Petitot, J., 1995, "Morphodynamics and Attractor Syntax" in R. Port & T. van Gelder, 1995, pp. 230-281.
- Petitot, J., 1992, *Physique du Sens*, C.N.R.S., Paris.
- Roberts, D., 1973, *The Existencial Graphs of Charles S. Peirce*, Mouton, The Hague.
- Simon, H., 1981, *As Ciências do Artificial*, Arménio Amado, Coimbra.
- Smolensky, P., 1988, "On the Proper Treatment of Connectionism" *Behavioral and Brain Sciences*, **11**, 1-74.
- Smolensky, P., 1995, "Reply : Constituent Structure and Explanation in a Integrated Connectionist/Symbolic Cognitive Architecture" in MacDonald, C., & MacDonald, C. (ed.). *Connectionism - Debates on Psychological Explanation*, Blackwell, Oxford, 1995.
- Talmy, L., 1983, "How language structures space", in *Spatial Orientation: Theory, Research, and Application*, Pick, H., & Acredolo, L., (ed.) pp. 225-282. Plenum Press, New York
- Thibaud, P., 1975, *La Logique de Charles Sanders Peirce - De l'Algèbre aux Graphes*, Editions de l'Université de Provence, Aix-en-Provence.
- Thom, R., 1970, *Stabilité structurelle et morphognèse*, Benjamin, New York.
- Port, R., & van Gelder, T., (ed.), 1995, *Mind as Motion: Explorations in the Dynamics of Cognition*, MIT Press, Cambridge.