

Introdução

Desde o início do desenvolvimento do seu pensamento filosófico, Peirce procurou articular o exercício do seu talento natural na prática da então emergente lógica moderna com a sua formação científica em química e em física. O que daí resultou foi uma inevitável tensão em torno da qual toda a sua obra gravitará: a tensão entre os esquemas discreto da lógica e o conceito de continuidade. Para além deste último conceito ser evidentemente fundamental nas ciências da natureza, acresce que, na obra de Peirce, ele é colocado como fundamento de qualquer sistema filosófico: ‘a continuidade é a chave mestra da filosofia’.¹

Essa tensão desdobra-se numa outra, central no presente artigo, e que consiste na própria tensão entre ‘signos’ e ‘pensamento’, ou, para utilizar a terminologia mais específica de Peirce, a tensão entre semiótica e que 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 englobava parte do que actualmente se considera ser o âmbito das ciências cognitivas. 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 do estudo da acção mental, a tensão consiste em se privilegiar as estruturas matemáticas contínuas ou, pelo contrário, considerar que são as estruturas semióticas que caracterizam o conteúdo do fluxo do pensamento. Deve manter-se presente que por ‘semiótica’ Peirce entendia ‘lógica’, sendo inequívocas as suas múltiplas declarações 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 É pois a relação entre o conceito de continuidade, acção mental e

¹ Peirce, Manuscrito 950.

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.

Writings of Charles S. Peirce: a Chronological Edition, Vol. 1, M. Fisch (ed.), vol. 2, E. Moore (ed.), Vol. 3, C. Kloesel (ed.), Vol. 4, C. Kloesel (ed.) Bloomington, Indiana University Press, 1982-1986. Cité W. seguido do número do volume e do número da página.

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 Manuscrito.

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

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).

semiótica que aqui abordaremos. Começaremos por a ver no contexto dos escritos de Peirce do período 1868-73, precisando a concepção de lógica por ele sustentada nessa altura. Na secção seguinte, mostraremos como as posições de Peirce no referido período se aproximam das ideias força do moderno cognitivismo, em particular da hipótese que afirma a importância do conceito de sistema físico-simbólico no que respeita ao estudo da acção mental. Mas a posição de Peirce vai evoluir, e a terceira secção mostra como ele pensou que a topologia é um instrumento indispensável para o estudo da cognição. Finalmente, a última secção expõe o sistema lógico dos grafos existenciais, sistema lógico baseado em relações topológicas, e com o qual Peirce julgava poder ultrapassar a tensão recorrente na sua obra entre geometria e lógica. Concluiremos, contudo, que essa solução não é completamente satisfatória.

Continuidade e acção mental em 1868

Em 1868, Peirce publicou o seu primeiro grande conjunto de artigos, e já aí o tema das relações entre continuidade, lógica e cognição é central, insistindo-se que a cognição [*cognition*] é um processo contínuo (e.g., C.P. 2.267; AF. p. 30). A definição de continuidade apresentada filia-se em Kant, e consiste em afirmar que ‘um *continuum* é precisamente aquilo cujas partes possuem ulteriores partes, no mesmo sentido’ (W. 2, 256; C.P. 5.335), isto é, qualquer parte é homogénea a qualquer outra parte ou qualquer outra sua subparte. Esta definição fenomenológica tem uma interpretação matemática em termos de divisibilidade infinita, isto é, a definição matemática que Peirce nessa altura sustentava é isomórfica ao corpo \mathbf{Q} dos números racionais.³ É apenas mais tarde que Peirce vai fornecer uma definição mais ‘moderna’, tendo o corpo topológico totalmente ordenado \mathbf{R} como modelo. É à luz dessa concepção kantiana da continuidade que de seguida se passa para o domínio da acção mental e se afirma que qualquer cognição é determinada por uma cognição anterior, sem no entanto ser obrigatório um primeiro motor da sucessão das cognições; existe sempre mediação entre todas elas (W. 2, 210; C.P. 5.269).

Por outro lado, o objectivo dos artigos de 1868 é extremamente ambicioso, pois propõe-se:

...reduzir a totalidade da acção mental à fórmula do raciocínio válido. (C.P. 2.267; AF. p. 30)

Trata-se sem dúvida de uma declaração bastante forte, pois afirma-se a redução da totalidade da acção mental ao conjunto das inferências logicamente verdadeiras. Esta posição pode ser precisada um pouco mais se citarmos uma outra passagem que surge no contexto de uma discussão onde o embaraço de Peirce acerca das relações entre a continuidade e os processos discretos da lógica formal é evidente. No presente contexto, a parte relevante é a seguinte:

E, ‘a relação ilativa [relação de dedução] é a relação semiótica primária e fundamental (C.P. 2.444, Nota).

³ “...a matemática pura de um continuum, onde se a é maior que b e é maior que algo maior que b , e se a e b não têm a mesma grandeza existe sempre uma grandeza intermédia (C.P. 3.136).

Ora, 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)

Temos pois duas teses acerca da sucessão das cognição. Por um lado, a que afirma a sua continuidade. Mas, por outro, a hipótese acabada de mencionar segundo a qual as relações entre as posições da mente são constituídas pelas regras de inferência, sendo à luz deste segundo ponto de vista que se deve interpretar a conhecida ideia da semiótica de acordo com a qual ‘os pensamentos se interpretam uns aos outros’. Esta estrutura semiótica parece não poder ser compreendida a não ser em termos do *discreto* e, na realidade, a ligação da lógica ou semiótica à realidade cognitiva contínua do fluxo de pensamento está longe de ser demonstrada nos textos de 1868.

Ela é no entanto tornada mais clara em textos do período de 1873, podendo-se ler num deles:

...adoptando esta concepção [a continuidade temporal], a possibilidade da semelhança de duas ideias torna-se inteligível. (W. 3, 70)

Portanto, a continuidade temporal constitui a condição de possibilidade da semelhança das ideias, isto é, da velha lei humeana da lei da associação de ideias. Essa lei estaria portanto subjacente à lógica. A doutrina permanece no entanto algo obscura, pois Peirce parece não separar continuidade e semiótica, isto é, a realidade cognitiva dos processos mentais não é distinguida dessa disciplina específica que é a lógica, tanto mais que, como veremos, esta última pode, e deve, ser pensada independentemente da sua implementação cognitiva.

A tensão entre continuidade e lógica identificada, procuremos de momento isolar o nível especificamente semiótico. Este baseia-se no conceito de *representação*, que, nos textos do período em análise, é um outro nome para o conceito geral de *signo*. Ora, uma representação é:

... algo que produz uma representação do mesmo objecto, sendo que nesta segunda interpretação representativa a primeira representação é representada como representado um certo objecto. (W. 3, 63).

Um exemplo dessa relação triádica - na qual uma representação ou signo é interpretado por um interpretante enquanto denotando um mesmo objecto que a primeira representação denota - pode ser um juízo do tipo ‘A é B’. No período que vai até cerca de 1883, Peirce julgava ser essa a forma típica de qualquer juízo lógico. Ela significa que ‘tudo o que A representa (denota) é também representado (denotado) por B’. Nos termos da teoria do *signo-interpretante*, a cópula é um interpretante que ‘diz’ que um signo A representa o que um signo B ele próprio também representa.

Em termos lógicos, isso equivale a afirmar que Peirce definia então a cópula pela relação de inclusão (entre classes), a qual é ela própria definida pela propriedade de transitividade. Mais tarde, a inclusão vai fundir-se com a implicação e com a própria relação de dedução mas, no contexto da álgebra da lógica desenvolvida por Peirce nos anos setenta, a inclusão seria a regra de inferência que permitiria desenvolver a então nascente lógica moderna. Em consequência, o princípio do silogismo assume a forma: se o

termo A se aplica a tudo o que B se aplica, e se C está incluído na classe A, então C está incluído na classe B. Era com este princípio, obtido a partir da estrutura semiótica triádica⁴, que Peirce julgava possível ‘reduzir a totalidade da acção mental à fórmula do raciocínio válido’ [já citado], e ‘concluir que a mente é um signo que se desenvolve de acordo com as leis de inferência’ (AF. p. 56). Esta conclusão é no entanto uma hipótese científica que ultrapassa o domínio estritamente lógico. De facto, é importante que nós reafirmemos que a tese peirceana segunda a qual o ‘homem é um signo’, que o real é o ‘signo-homem’ (A.F. p. 57), que o homem tem portanto uma natureza essencialmente pública e comunitária, pode, e deve, ser separada da suposta realidade contínua dos processos cognitivos reais.

Peirce e o cognitivismo moderno

Peirce sustentava efectivamente no início da sua carreira que essa separação entre semiótica e cognição não existe, isto é, a própria lógica formal encontra-se implementada e governa efectivamente a acção mental. Essa ideia, desenvolvida, reelaborada e desligada de qualquer ligação à velha lei da associação de ideias e à continuidade temporal encontra-se no centro da moderna revolução cognitiva. Ela encontra-se 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.

Jerry Fodor foi um dos seus principais teorizadores 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. Os *processos* mentais 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). Um fluxo de pensamento é portanto de natureza discreta e as relações nesse fluxo são instâncias (*tokens*) das regras invariantes de inferência (*types*). Refira-se finalmente que 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).

⁴ Vejam-se as citações da nota 2.

Deixando de lado o aspecto ‘associacionista’ e ‘continuista’ do pensamento de Peirce, são claras as convergências entre os dois filósofos norte-americanos: a lógica governa a acção mental e existem relações (os *processos* de Fodor) entre as posições (as *Ideias* de Fodor) da mente, relações que podem ser vistas enquanto regras de inferência (domínio da lógica propriamente dita), mas que igualmente se encontram instanciadas na mente. Podemos ainda fundar mais intimamente essa convergência notando que se, em 1868-73, 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 ideias de Fodor, como por exemplo a distinção *type/token*, a qual surge no artigo fundador da lógica moderna publicado em 1885 (cf. A.F. pp. 75-103). A semelhança das posições de Peirce com o moderno cognitivismo funcionalista exprime-se igualmente sob um outro ponto de vista, que devemos analisar.

Constata-se a natureza desse ponto de vista se se referir a tese de Peirce acerca da validade da proposição matemática. Assumindo o que podemos designar como uma perspectiva axiomática acerca da validade da proposição matemática, pode afirmar-se que a sua 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.

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, derivadas a partir de axiomas livremente postos, são pertinentes. Por exemplo:

A imagem, enquanto singular, evidentemente que tem determinações em relações às quais a premissa, enquanto geral, é totalmente indeterminada. Mas ficamos satisfeitos com o facto de a determinação particular da imagem escolhida, na medida em que não é enunciada pela premissa, não possuir qualquer relevância.
(N.E. 3/2,.968)

Um diagrama matemático é indeterminado por relação a todas as propriedades que não são enunciadas pelos axiomas, propriedades essas que obviamente são em número infinito, como, por exemplo, a cor do diagrama ou o comprimento de uma linha num teorema de topologia. Ora, é importante compreender que esta concepção acerca da validade matemática pode ser associada à tese moderna segundo a qual a mente é um sistema físico-simbólico que deve ser caracterizado em termos funcionais (cf. Simon, 1980). Isso significa que uma proposição ou processo simbólico é *universal* por poder ser implementado por dispositivos físicos de natureza e arquitectura bastante díspares (seja o hardware de um computador ou a realidade neuronal da mente), mas que no entanto são todos eles equivalentes do ponto de vista da função computada (cf. detalhes

acerca do sentido do conceito de universalidade em Machuco Rosa, 1999). Tal como no caso da proposição matemática, temos também aqui um nível *autónomo* de realidade que é indeterminado por relação às propriedades específicos do meio físico no qual ele implementa.⁵

Em Peirce é igualmente explícita a ideia de prolongar em direcção a um funcionalismo físico-simbólico o funcionalismo simbólico presente na tese acerca da validade da proposição matemática. Tendo presente a anteriormente mencionada teoria computacional de Fodor, deve mesmo realçar-se o facto histórico de Peirce ter sido um dos primeiros a conceber e implementar (por volta de 1886) uma ‘máquina calculadora’ (cf. N.E., 3/2, pp. 625-632). Esse facto histórico realçado, é indiscutível que Peirce menciona expressamente o referido prolongamento do funcionalismo 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 da realidade 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. Estamos efectivamente bem perto de Fodor.

Topologia da acção mental

É no entanto claro que Fodor confere à moderna hipótese cognitiva uma coerência que parece não existir em Peirce na medida em que se afasta qualquer possível ligação à continuidade e, de forma significativa, se recusa por completo a fundação da acção mental na velha lei de associação das ideias. Pelo contrário, Peirce nunca deixou de situar o conceito continuidade como eixo da sua filosofia, e portanto também da acção mental. Por volta de 1890, esse conceito torna-se 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 o projecto de fundar a acção mental na continuidade. Graças à grande influência que a mecânica estatística e a topologia passaram a exercer sobre o seu

⁵ Deve notar-se que a expressão ‘sistema físico-simbólico’ é geradora de um possível equívoco, pois o nível simbólico é um nível autónomo que nada tem a ver com a física propriamente dita da máquina no qual ele se implementa: basta recordar que, ao nível do hardware, um computador é um dispositivo que assume valores *contínuos*, e não entidades discretas e abstractas como *bits* (cf. Machuco Rosa, 2002 b para um desenvolvimento desse ponto).

pensamento⁶, 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)

Existem 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 *difusão* [*spread*] das ideias. 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.⁷ Por outro lado, *spread* envolve uma topologia da acção mental (veja-se C.P.3.124). É pois claro que, pelo menos a partir dos anos noventa, 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 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 outro.⁸ 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.⁹ Por outro lado, se

⁶ 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.

⁷ 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.

⁸ 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.

⁹ Intuitivamente, um atractor é um estado final invariante que resulta da evolução dos elementos de um sistema físico. Um exemplo de

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. Devemos talvez insistir que tudo isto se encontra explicitamente no próprio Peirce. Por exemplo, na seguinte citação:

Apesar de as qualidades, que, naquilo que elas são para si mesmas, cada uma sendo um mero nada para qualquer outra, não estarem relacionadas umas com as outras, elas formam contudo um continuum no qual, e por causa da posição que nele ocupam, adquirem mais ou menos semelhança e contraste umas em relação às outras.(N.E. 4,137)

Esta citação também permite constatar qual a lei psicológica correspondendo ao 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 lei da associação das ideias*, o que representa indiscutivelmente um grande avanço por relação às posições de 1868-73 que, como vimos, consistiam em fundar de forma vaga essa lei no contínuo temporal. Peirce 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 agora não se trata apenas da velha associação de ideias tal como foi explicitada por D. Hume mas sim uma lei de associação que tem subjacente um processo dinâmico topológico.¹⁰

Portanto, no período de 1890, Peirce encara de um novo modo a teoria da cognição. No entanto, é a própria introdução da topologia que permite reencontrar de forma mais precisa os dois pontos de vista aparentemente antagónicos acerca da cognição: um baseado na lógica e outro na geometria, e esses dois pontos de vista não podem efectivamente coexistir sem tensão.

Uma tese que já mencionámos, e na qual temos insistido, vai contudo ser definitivamente assumida. Ela deve ser vista no contexto do debate acerca do *psicologismo* em lógica que se desenrolou a partir dos finais do século XIX. A crítica de Peirce ao psicologismo é um tema recorrente nos seus textos escritos a partir dos anos noventa. (cf., e.g., C.P: 2.151 e sq.). Isso permite afirmar o estatuto da lógica enquanto teoria ideal, isto é, Peirce passou a insistir definitivamente na tese segunda a qual a lógica é uma ciência normativa (cf., e.g., C.P. 5. 126). Portanto, assume-se que a

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*.

¹⁰ 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 *variedades*, 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 géometra alemão. É pois por via dessa tradição que Peirce terá sido levado a reinterpretar a lei da associação de ideias.

lógica pode, e deve, ser pensada *independentemente da sua implementação cognitiva*. Por exemplo, num texto em que são expostas as linhas essenciais da sua semiótica, Peirce 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 de facto constitui um verdadeiro avanço face às posições 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'. Mais 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 argumento 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. Esta posição, por si só, não se diferencia, antes pelo contrário, da dos modernos cognitivistas, que, vimo-lo, igualmente salientam o carácter ideal (*types*) das estruturas simbólicas. No entanto, eles acrescentam que a lógica possui também um conteúdo cognitivo representacional e encontra-se computacionalmente implementada em substratos físicos diferentes, um dos quais é o cérebro. Mas é evidente que a normatividade da lógica não implica a existência de um seu conteúdo representacional. Pelo contrário, as instâncias correlacionadas à lógica enquanto seu tipo invariante não têm necessariamente de ser simbólicas no sentido usual desta última expressão. Vamos vê-lo de seguida.

O sistema dos grafos existenciais e a conciliação entre lógica e geometria

É neste ponto preciso que a posição de Peirce vai sofrer uma bifurcação. Ao mesmo tempo que sublinha a normatividade da lógica, ele vai propor uma aproximação cada vez mais geométrica à cognição, retomando o

ponto de vista topológico que vimos emergir a partir dos anos noventa. Ele vai mesmo reformular completamente as notações que utilizava nos seus anteriores sistemas de lógica ao desenvolver uma notação explicitamente baseada na topologia. Abre-se assim a hipótese de a normatividade da lógica se tornar um invariante ideal instanciado realmente em actos mentais que não são de natureza proposicional mas sim de natureza topológica. Ao mesmo tempo, esse novo ponto de vista poderá abrir uma porta de saída da circularidade em que podemos ficar enredados quando se procura explicar o *acesso cognitivo* às estruturas semióticas em termos eles próprios simbólicos ou semióticos. Com efeito, 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. Parece ser necessário explicar esse acesso em termos não simbólicos (não proposicionais). A questão é naturalmente fundamental e concerne o problema geral da emergência da semiótica. Vejamos a possível solução sugerida por Peirce no que respeita a esse problema.

A solução 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, vamos imediatamente constatá-lo, 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)

Referiu-se 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. *Esta última seria cognitivamente acessível a partir desses diagramas*. De seguida, a lógica formal 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 ligação desta quer à topologia quer à lógica formal. Noutros termos, a fim de tentar conciliar continuidade, lógica e cognição – 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. Para explicitar melhor o alcance da semiótica de Peirce é necessário expor os traços essenciais desses sistema (cf. C. P. 4. 418-572).

O sistema dos grafos existenciais é constituído por uma primeira parte, chamada parte Alfa, que corresponde ao usual cálculo de proposições, e cujo signo fundamental é a Folha de Asserção (F.A.) : uma superfície (a

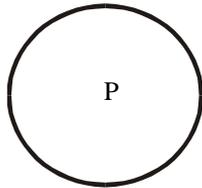
folha de papel) onde qualquer grafo ou símbolo proposicional pode ser asserido, isto é, afirmado como verdadeiro. A Folha de Asserção denota pois a verdade em geral Os esquemas básicos da parte Alfa são os seguintes. (P,Q, etc., designam grafos e correspondem às usuais variáveis proposicionais.)

A conjunção é

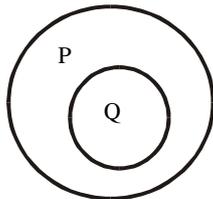
P Q

P e Q estão sobre a Folha de Asserção, isto é, assere-se P e Q.

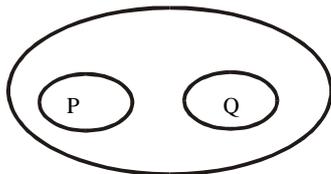
A negação $\sim P$ requer o *corte* (cut) que separa a folha de asserção em duas regiões descontínuas e é representada por



A implicação $P \rightarrow Q$ é (note-se que o digrama diz que é falso (que P e $\sim Q$))



Donde a disjunção $P \vee Q$ ser



As regras de inferência (enunciadas verbalmente, sem os grafos correspondentes) de Alfa são:

1. Podemos inserir não importa que grafo numa superfície circundada por um número ímpar de cortes.
2. Podemos apagar não importa que grafo circundado por um número par (ou zero) de cortes.
3. Podemos iterar um grafo na mesma superfície que o grafo inicial, assim como o podemos iterar numa superfície circundada por um número superior de cortes. O processo inverso (apagar aquilo que foi anteriormente iterado) é igualmente permitido.
4. O duplo corte  pode ser inserido ou apagado.

A parte do sistema dos grafos existenciais correspondendo ao cálculo de predicados é designada por Beta. O único signo verdadeiramente novo

introduzido por relação a Alfa é a Linha de Identidade (L.I.) : um contínuo linear com bordos ou extremidades e que indica que um indivíduo existe no universo do discurso (corresponde ao conhecido axioma $\exists x (x = x)$). Os seus esquemas básicos são os seguintes.

$\exists x (Fx)$ é



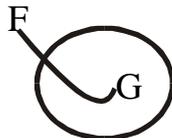
$\exists x (Fx \& Gx)$ é



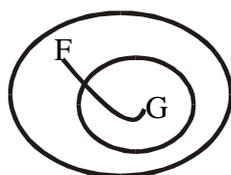
$\sim \exists x (Fx \& Gx)$ é



$\exists x (Fx \& \sim Gx)$ é



$\forall x (Fx \rightarrow Gx)$ é



As regras de inferência de Beta são um prolongamento directo das de Alfa. Apenas é necessário ter em conta as Linhas de Identidade. Uma L.I. pode ser cindida quando circundada por um número par de cortes, e duas ou mais Linhas de Identidade podem ser unidas se circundadas por um número ímpar (ou zero) de cortes. Além disso, se iterarmos um grafo podemos ligar a L.I. do grafo original ao grafo iterado, podemos prolongar a extremidade de uma L.I. numa superfície circundada por um número superior de cortes e podemos ligar uma nova L.I. a uma já existente na mesma superfície. São igualmente válidos os processos inversos a estes três últimos casos.

Não podemos prosseguir os detalhes, mas afirmamos que 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.¹¹ Igualmente importante é o facto de o sistema ter apenas dois símbolos fundamentais, a *Folha em Branco* e a *Linha de Identidade*, isto é, dois *continua*. Por outro lado, as regras de inferência resumem-se a operações de inserção e omissão, exactamente as operações que Peirce julgava caracterizarem a dinâmica cognitiva real (cf. C.P. 7. 393 e sq.).

As propriedades de consistência e completude tornam clara uma correspondência entre topologia e inferência lógica, pois a continuidade material é literalmente visível na F.A. e significa que não existem descontinuidades topológicas a que, do ponto de vista da interpretação lógica, corresponde o facto de as regras de inferência preservarem a verdade. As regras são portanto exibidas num contínuo, exibindo iconicamente que a premissa e a conclusão representam um mesmo objecto, a saber, a verdade (C.P. 4.539). Esta última frase constitui a definição de raciocínio necessário, a qual mais não é que um caso particular da definição peirceana de signo: um signo é aquilo que determina um interpretante a representar o mesmo objecto que ele próprio representa. Só que agora essa definição é exibida iconicamente numa estrutura topológica.¹²

Mais especificamente ainda, nesta notação topológica a consistência consiste no facto de não podermos passar de um grafo sobre a F.A. para esse mesmo grafo cindido da F.A. (propriedade lógica de consistência relativa), tal como não podemos obter o corte vazio, \emptyset , enquanto teorema (propriedade lógica de consistência absoluta). Portanto, o sistema dos grafos recebe uma interpretação topológica elementar: a F.A. representa um contínuo cindido pelo corte em duas regiões disjuntas, corte que é uma curva sobre uma superfície estabelecendo uma descontinuidade topológica. Desse ponto de vista, a consistência significa a ausência de qualquer descontinuidade no processo dedutivo: o topologicamente disjunto é logicamente contraditório. No sistema dos grafos existenciais *a verdade é coextensiva a um continuum*.

A fundação da lógica na topologia constata-se ainda nas características dos dois signos primitivos do sistema, a F.A. e a L.I. Assim, a F.A. exprime o operador 'e', o qual é portanto exprimido literalmente por um contínuo. A própria F.A. é um contínuo que pode denotar a verdade em geral. Também a L.I. se funda sobre as propriedades de continuidade. Ela é um contínuo linear - descontínuo por relação à F.A. enquanto superfície - que exhibe iconicamente 'a identidade dos indivíduos denotados pelas suas

¹¹ Recorde-se que um sistema lógico é relativamente consistente se não existe nenhuma fórmula ϕ tal que ϕ & $\sim\phi$ seja um teorema e que ele é absolutamente consistente ou maximal se existe ao menos uma fórmula que não é um teorema. Um sistema lógico é semanticamente completo se qualquer fórmula semanticamente verdadeira for sintacticamente demonstrável.

¹² Na definição de raciocínio necessário, uma premissa é um signo e um interpretante é uma conclusão. Peirce afirma explicitamente que, embora nem sempre um interpretante, 'uma conclusão é necessariamente um interpretante' (C.P. 4.541). Signo e interpretante representam o 'mesmo estado de coisas'; em termos modernos, são verdadeiros no mesmo *modelo*. Como se salienta no texto, um dos interesses do sistema dos grafos existenciais é que esse modelo é exibido como um *continuum*.

extremidades' (C.P. 4.406). Ela é plenamente icónica devido ao facto de 'a identidade de uma coisa ser a sua continuidade do seu ser através dois dos seus aspectos ou manifestações' (C.P. 4.448), pelo que a L.I. é um ícone da continuidade fenomenológica de uma coisa, exibindo uma conexão factual entre cada uma das suas partes. Finalmente, considere-se o grafo



Ele representa simultaneamente: (i) uma operação de composição (dada com a F.A.); (ii) a pertença de um indivíduo ao predicado, essa pertença sendo verdadeira (juntamente com a F.A); (iii) a quantificação; (iv) A identificação das variáveis (a qual é iconicamente exibida).

Com um método como o dos grafos existenciais, Peirce julgava poder conciliar cognição, topologia e normatividade lógica. Os diagramas têm uma estrutura topológica subjacente, na qual constantemente se insiste (e.g., C.P. 4.368). Existe uma *sintaxe topológica*, a qual, como qualquer sintaxe, enuncia *tipos*. 'Mais abaixo', o nível cognitivo consistiria na instanciação real das regras, pelo que esse nível instanciaría essas relações espaciais típicas através de um processo dinâmico baseado em inserções e omissões.¹³ De seguida, 'mais acima', a sintaxe topológica corresponderia igualmente às formas típicas *lógicas*, e aí a lógica tornar-se-ia normativa demonstrando-se, por exemplo, que o objecto referenciado pelo métodos dos grafos existenciais é o mesmo que o de qualquer outro sistema de lógica (Machuco Rosa, 1993, para as demonstrações). De facto, já se constata que, de um ponto de vista lógico, a semelhança do método dos grafos existenciais com o método de dedução natural introduzido por G. Gentzen nos anos trinta do século passado é evidente.

Resta-nos contudo concluir que a solução proposta por Peirce para a ligação entre semiótica, cognição e geometria não é plenamente satisfatória. Em primeiro lugar, porque os esquemas topológicos utilizados pelos grafos existenciais são demasiado elementares no sentido em que eles apenas fazem uso de um fragmento demasiado restrito da topologia. Assim sendo, e supondo que a aproximação topológica ao estudo da mente é correcta, nada permite supor que o fragmento de topologia utilizado pelos grafos existenciais seja suficiente para capturar a totalidade da cognição. Nessa medida, o projecto de enraizar a lógica e a acção mental na topologia fica longe de ser concretizado.

Em segundo lugar, vimos que 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 processo *discretos*, e na realidade não é por acaso que o já referido método lógico de dedução natural 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, e contrariamente às suas próprias intenções, nunca deixou de privilegiar o segundo termo dessa alternativa. Mais em geral, a síntese entre pensamento semiótico e geometria continua a ser a terra a conquistar pelo conhecimento.

Em terceiro e último lugar, as leis psicológicas de que Peirce se servia (em particular a lei da associação) estavam demasiado dependentes do

¹³ Cf. C. P. 7.393 e sq. onde Peirce argumenta que a dinâmica psicológica ou cognitiva da mente procede por inserções e omissões.

estado da psicologia no século XIX, e seguramente que ele não apresenta uma teoria clara acerca da sua implementação propriamente neuronal, tal como não é inteiramente explicitada a relação com a física e com a termodinâmica, não se alcançando assim o monismo sustentado pelo filósofo norte-americano.

Assim sendo, o caminho apontado por Peirce com o método dos grafos existenciais teria de ser alargado e complementado com desenvolvimentos recentes como os levado pelo chamado paradigma conexionista em ciências cognitivas (cf. Machuco Rosa, 2002a, capítulo II). Baseado no conceito de rede neuronal artificial, ele procura efectivamente fazer a ponte entre cognição e implementação neuronal através da ideia segundo a qual a significação corresponde à captura de uma dinâmica neuronal por um atrator (cf. Amit, 1989). Mais em geral, as insuficiências do projecto de Peirce podem ser semelhantes às que se podem apontar às chamadas gramáticas cognitivas, as quais visam enraizar a linguagem natural nos esquemas espacio-temporais perceptivos e sensorio-motores (cf. Langacker, 1987; Talmy, 1983). Tal como sucede no caso dos grafos existenciais, para ser um projecto cognitivo as gramáticas cognitivas têm que exhibir 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 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 geometria e semiótica. Se, no caso da teoria das catástrofes, se parte 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). E se a conciliação entre semiótica, geometria e física continua hoje a ser mais uma aspiração que um resultado obtido, podemos melhor apreciar a originalidade do trabalho desenvolvido por Peirce em finais do século XIX.

Referências Bibliográficas.

- Amit, D., 1989, *Modeling Brain Function*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Alexandroff, P., 1960, *Elementary Concepts of Topology*, Dover, New York.
- Elman, J., 1995, "Language as a Dynamical System", 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.
- Langacker, R., 1987, *Foundations of Cognitive Grammar*, Stanford University Press, Stanford.

- 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, A., 2002a, *Dos Sistemas Centrados aos Sistemas Acentrados - Modelos em Ciências Cognitivas, Teoria Social e Novas Tecnologias da Informação*, Vega, Lisboa.
- Machuco Rosa, A., 2002b, 'Dos mecanismos clássicos de controlo às redes complexas', *in Crítica das Ligações na Era da Técnica*, J.B. Niranda & M. Teresa Cruz (orgs.), Lisboa, Tropismos, 2002, pp. 133-153.
- 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 Existential Graphs of Charles S. Peirce*, Mouton, The Hague.
- Simon, H., 1981, *As Ciências do Artificial*, Arménio Amado, Coimbra.
- 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 morphogénèse*, Benjamin, New York.
- Port, R., & van Gelder, T., (ed.), 1995, *Mind as Motion: Explorations in the Dynamics of Cognition*, MIT Press, Cambridge.