

Objetos matemáticos, mente, cérebro, natureza¹

Mathematic objects, mind, cerebrum, nature²

Arthur Araújo

Resumo

na linguagem filosófica, ‘objetos mentais’ (Changeux, 1983) são chamados ‘representações mentais’. Entre esses tipos de objetos mentais, estão situados os objetos matemáticos. Procura-se analisar as diferentes abordagens sobre a natureza desses objetos e o debate entre dois paradigmas filosóficos.

Palavras-chave: objetos matemáticos; representações mentais; cérebro; natureza.

Abstract

in philosophical language, ‘mental objects’ (Changeux, 1983) are called ‘mental representations’. The mathematical objects are situated among these types of mental objects. I seek to analyze the different approaches on the nature of these objects and the debate between two philosophical paradigms.

Key-words: mathematical objects; mental representations; brain; nature.

Introdução

Este trabalho tem uma primeira motivação: o debate ocorrido em 1989 entre o neurobiólogo Jean-Pierre Changeux e o matemático Alain Connes (Changeux e Connes, 1996). Duas perspectivas são apresentadas sobre a natureza dos objetos matemáticos. De um lado, Connes assume uma perspectiva ‘realista’, aqui identificada a um paradigma clássico, e afirma que os objetos matemáticos têm uma realidade distinta da realidade material – os objetos matemáticos pertenceriam a um mundo suprasen-

¹ Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Filosofia – CCHN. E-mail: aart037@gmail.com

² Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Filosofia – CCHN. E-mail: aart037@gmail.com

sível ou Mundo 3 no vocabulário do filósofo Karl Popper. De outro lado, Changeux assume uma perspectiva ‘construtivista’, aqui identificada a um paradigma não clássico, e entende que os objetos matemáticos são ‘seres fictícios ... que existem ... apenas nos neurônios e nas sinapses dos matemáticos que os produzem’ (Changeux e Connes, 1996, p. 21) – os objetos matemáticos não são independentes da matéria e, comparativamente ao vocabulário popperiano, tem origem e estão situados no Mundo 1. Entre Connes e Changeux, a questão que se coloca é a seguinte: podem os objetos matemáticos ser parte dos estados do cérebro e, por consequência, parte do estudo da natureza biológica? Apresentar-se-ão pontos de vista contra e favor quanto à resposta da questão. Pontos de vista contrários podem ser entendidos como expressão de um paradigma filosófico clássico, enquanto, ao contrário, uma resposta afirmativa está inserida em um paradigma não clássico.

Objetos matemáticos e paradigma clássico

O pensamento clássico ou paradigma clássico na ciência começa com um ambicioso projeto de matematização do mundo natural – é considerado real o que pode ser reduzido à relação, proporção e quantidade. A matemática está no centro do paradigma clássico dos Séculos XVII e XVIII. Entes matemáticos são objetos inteligíveis da realidade e, portanto, não têm nenhuma referência aos processos ou conteúdos sensíveis, psicológicos ou fisiológicos da experiência individual. Não por acaso, no Século XVII, o filósofo e matemático René Descartes, um dos nomes da trindade clássica da ciência moderna, ao lado de Galileu e Newton, sustenta a radical assimetria entre as propriedades imateriais da mente (alma) e as propriedades materiais do corpo – à essência da mente corresponde o pensamento (*res cogitans*); e ao corpo, a extensão (*res extensa*). Igualmente Descartes concebe a redução das realidades física e material a propriedades matemáticas e geométricas (extensão, figura, número, coordenadas geométricas, etc.). Assim, como um tipo de representação da alma, e

distintos da realidade material do corpo, os objetos matemáticos são objetos do pensamento.

No debate com Jean-Pierre Changeux, de modo similar a Descartes, Alain Connes assume que os objetos matemáticos têm uma realidade distinta da realidade material. Mas uma longa tradição anterior, desde Pitágoras e Platão, já sustentava que objetos matemáticos são objetos de pensamento e, portanto, não podem ser reduzidos a propriedades sensíveis ou materiais – o que se coloca em questão fundamentalmente é a distinção entre pensamento e matéria. Platão torna-se célebre por situar a realidade das coisas entre o mundo sensível e o mundo das ideias ou inteligível – e estão situados no mundo das ideias os objetos matemáticos. Platão retoma a tradição de Pitágoras e sustenta que a realidade verdadeira está no mundo das ideias e, não por acaso, a matemática passa a ter um significado essencial na educação do pensamento. Enquanto as coisas do mundo sensíveis são contingentes, particulares e subjetivas, a realidade das coisas do mundo das ideias tem caráter necessário, universal e objetivo. No estudo da matemática, com efeito, os objetos são identificados a ‘ideias’ e, portanto, têm uma natureza necessária, universal e objetiva; e é esta a natureza própria da ciência verdadeira – a matemática está situada no mundo das ideias.

Pitágoras, o grande filósofo e matemático grego, não via o ‘número’ unicamente como expressão de quantidade. Ele via igualmente como regra, lei e ordem – e na concepção pitagórica, tudo é número. A realidade do mundo tem na sua essência o número e tudo está organizado como regra, lei e ordem ou expressão de equilíbrio e harmonia. Entre a diversidade de coisas no mundo, o número representa a propriedade essencial comum entre elas: ao ‘um’ corresponde a unidade ou o ponto; ao ‘dois’ a relação ou a reta; ao ‘três’ o plano ou figura plana; ao ‘quatro’ a figura tridimensional; e à soma entre eles corresponde o número ‘dez’ ou ‘década’ como fonte, começo e modelo da realidade do mundo – o número tem uma realidade conceitual. É evidente na concepção pitagórica dos mundos matemático e sensível a distinção entre

propriedades numéricas dos objetos e das quantidades materiais que elas podem representar. Os números revelam ou expressam a ‘forma’ ou ‘ideia’ das coisas no sentido platônico e, portanto, são objetos de um conhecimento inteligível e separado do mundo sensível, ou, no sentido de Pitágoras (Santos, 1965, p. 76), aparição ou *phántasma* – os números são objetos do pensamento e não aparição ou *phántasma* da realidade do mundo sensível.

Nessa tradição desde Pitágoras e Platão, aqui identificada como expressão de um paradigma clássico na ciência, cuja essência está na distinção entre pensamento e mundo material, os objetos matemáticos são entidades de um mundo independente – esse paradigma pode ser identificado como ‘realismo’ e sustenta que, assim como viam Pitágoras e Platão, as ideias, e entre elas, estão os objetos matemáticos, pertencem a um mundo distinto do mundo material. Pode-se empregar o termo ‘paradigma’ visto que essa concepção realista tem sido referência entre grandes pensadores contemporâneos.

Em certos contextos rígidos da filosofia da ciência, em que muitas vezes concede-se à física o domínio privilegiado dos procedimentos de justificação do conhecimento, parece legítimo separar o pensamento de seus conteúdos mentais ou materiais. É Karl Popper (1997) o filósofo que melhor ilustra esse tipo de atitude e procura separar entre a análise do conhecimento e o problema mente-corpo. Popper situa o conhecimento a partir de uma divisão entre três mundos: Mundo 1 (mundo da realidade física e fisiológica); Mundo 2 (mundo das representações mentais); e Mundo 3 (produto da mente humana e mundo do conhecimento objetivo). Popper mostra que a justificação do conhecimento objetivo depende de uma relação estrita entre os Mundos 1 e 3 e independente da relação entre os Mundos 1 e 2 (ou relação mente-corpo). Isso significa que os contextos das descobertas científicas prescindem de justificações comprometidas com o Mundo 2 (contextos intencionais ou psicológicos). Popper procura justificar os contextos das descobertas científicas fora do alcance do Mundo 2, que, a princípio, parece conter motivações de ordem subjetiva ou psicológica. Ele argumenta que, embora um produto da mente

humana, a geometria mostra exemplos evidentes de descobertas de proposições e teoremas, como resultado de demonstrações no Mundo 3, independentes de motivação intencional ou psicológica. Vemos, por exemplo, que Popper (1997, Capítulo 2, p. 39) procura manter a autonomia do Mundo 3 e mostrar que uma fundamentação do conhecimento objetivo não está comprometida com motivações de ordem psicológica (Mundo 2). Popper argumenta que os produtos da mente (como, por exemplo, os objetos matemáticos) pertencem ao Mundo 3 e, com efeito, estão imunes a motivações subjetivas que poderiam comprometer a justificação do conhecimento objetivo. A atitude popperiana decorre do chamado ‘dedutivismo’ de Frege (Engel, 1996).

No final do Século XIX, o filósofo, lógico e matemático alemão Gottlob Frege representa, reconhecidamente, um crítico sagaz ao chamado ‘psicologismo’ na lógica. Essa perspectiva, amplamente aceita nos séculos XVIII e XIX, como, por exemplo, John Stuart Mill, manteve sua fundamentação a partir do clássico princípio empirista conhecido como ‘associacionismo’ de ideias. A atitude psicologista sustenta que a formulação de leis lógicas requer antes a descrição de certos princípios empíricos e operações mentais – requer uma certa explicação dos processos causais da mente como processos naturais, como, por exemplo, os processos causais de formação de ideias complexas, ou conceitos, a partir da associação entre ideias e elementos da experiência. O caso é que, ao manter uma perspectiva empirista, o psicologismo assume, na fundamentação dos contextos de justificação do conhecimento, explicações de ordem causais. E é aqui que podemos situar a crítica de Frege ao psicologismo.

Frege afirma que o psicologismo confunde o ‘normativo’ e o ‘natural’. Ele sustenta, contra o psicologismo, uma divisão entre, de um lado, o objetivo, o ideal e o necessário e, de outro, o subjetivo, o natural e o contingente (Frege, [1884] 1980, p. 204). Assim, Frege entende por ‘pensamento’, não o ato subjetivo de pensar, mas seu conteúdo objetivo, que pode ser a propriedade comum de muitos objetos. Assim, os princípios e objetos lógicos e matemáticos pertencem ao domínio normativo e não natural.

Aqui se tem o chamado ‘platonismo fregeano’, i.é, a concepção da existência de entidades e objetos independentes dos conteúdos psicológicos. No sentido de Frege ([1884] 1980, p. 201; 240), por exemplo, ‘número’ é ‘extensão’ de conceito e não uma representação psicológica abstraída experiência ou uma propriedade das coisas – e, comparativamente, no sentido de Pitágoras, ao ‘um’ corresponde a extensão do conceito ‘ponto’; ao ‘dois’, a extensão do conceito ‘reta’; ao ‘três’, a extensão do conceito figura plana; ao ‘quatro’, a extensão do conceito figura tridimensional. O que é normativo, portanto, não depende de fundamentação de ordem psicológica e rege um tipo de Mundo 3 no sentido popperiano³. Assim, em **Sentido e Significado [Sinn und Bedeutung, 1892]**, segundo Frege (Engel, 1996, p. 68), ‘o sentido de (*Sinn*) de uma palavra ou de uma frase não é uma coisa na mente, uma representação mental (*Vorstellung*), mas uma entidade autônoma pertencente ao “terceiro mundo”. Frege chama os sentidos das frases de ‘pensamentos’ (*Gedanken*). Um “pensamento” não é uma representação; é o conteúdo objetivo do que é pensado, não o conteúdo subjetivo de quem pensa, ou o processo pelo qual ele vem a pensar ou realizar o pensamento’. Os números são, portanto, realidades conceituais e objetos de pensamento.

Aqui parece legítimo situar a atitude de Frege como o alicerce da divisão popperiana entre ‘contextos de descoberta’ e ‘contextos de justificação’ – uma divisão legítima por uma parte, mas, infelizmente, ela introduz uma não muito compreensível relação entre os Mundos 2 e 3. Coloca-se assim a seguinte questão: como é possível uma relação entre as supostas entidades no Mundo 3 (como, por exemplo, os objetos matemáticos) e nossos eventos mentais no Mundo 2? Por outro lado, tem-se o interesse aqui de avaliar se a relação entre os Mundos 2 e 3, entre nossos eventos mentais e os elementos objetivos do conhecimento,

³ Mas, ao contrário de Popper, Frege não vê como necessidade explicar as possíveis interações do Mundo 3, considerado como contendo verdades eternas, com os Mundos 1 e 2 (Engel, 1996, p. 122).

têm explicação unicamente conceitual e racional, ou se é legítimo também supor explicações causais e naturais e, com efeito, incluir o Mundo 1 igualmente na compreensão dos objetos matemáticos. Enquanto o paradigma não clássico sustenta a distinção entre mundos (e, em particular, pensamento-matéria), como o dualismo platônico e o pluralismo popperiano, ao contrário, parece razoável sustentar a realidade dos objetos mentais instanciados por diferentes estados físicos do cérebro.

Paradigma não clássico: objetos matemáticos e cérebro

Se se aceita o empirismo clássico no Século XVIII, a partir de uma certa concepção sobre a origem das ideias, quando um certo objeto é visado (percebido, identificado, sentido, imaginado, concebido, pensado, etc.), imediatamente, ocorre um correlato ou objeto mental. O filósofo empirista John Locke (E I 8) chama a esses objetos ‘ideias’ e significam ‘noção, espécie ou fantasma’ – visa-se aos objetos por referência a esses ‘fantasmas’ ou ideias. A concepção lockeana de ideia parece interessante quando se observa que os ‘fantasmas’ são representações genéricas dos objetos – a ideia ‘casa’ remete genericamente a um certo objeto que não é minha, sua, esta, aquela casa, etc. Parece razoável aceitar que, portanto, ‘objetos mentais’ são ‘seres fictícios’ ou ‘fantasmas’ tirados da matéria sensível da experiência. Assim, considerar, por exemplo, objetos matemáticos, como parte dos objetos mentais, ‘fantasma’ significa ‘aparência’ (do grego, *phántasma*) por oposição, desde Pitágoras, à concepção realista de conceber entidades ideais separadas do mundo sensível e material.

Toma-se a hipótese que, embora os objetos matemáticos sejam tipos de representações mentais (como são as ideias, conceitos, categorias, imagens, etc.), o cérebro é um objeto biológico que constrói ‘representações’ a partir de suas próprias propriedades, i.é, um objeto que tem propriedades representacionais intrínsecas. Se fosse possível estudar essas propriedades biologicamente, ver-se-ia que os objetos ou representações mentais são eventos ‘causados’ e ‘realizados’ no cérebro (Searle, 1995, p. 367). O que

precisa estar claro não é o estatuto biológico da matemática, mas antes a concepção da natureza (imaterial ou material) dos objetos matemáticos. O que se tenta mostrar é que as propriedades dos objetos matemáticos são materiais (extensão, figura, configuração, espacialidade, etc.) entre certos estados do cérebro humano. Assim, ao contrário do dualismo ou pluralismo do paradigma clássico, quanto à separação entre pensamento e matéria, emerge uma concepção não clássica ou monista dos objetos matemáticos:

- 1) Objetos mentais correspondem a estados do cérebro;
- 2) Objetos matemáticos são objetos mentais;
- 3) Logo, objetos matemáticos correspondem a estados do cérebro.

De modo similar, não é defendida uma versão do materialismo fisicalista de identidade entre estados mentais e estados físicos do cérebro. A ideia é uma causalidade entre propriedades micro e macro. Nos termos do ‘naturalismo biológico’ de Searle (1997b):

(...) ‘o caráter líquido da água explica-se pela natureza das interações entre as moléculas de H₂O. Estas microcaracterísticas são causalmente explicadas pelo comportamento dos elementos ao micronível’ (p. 26).

(...) ‘assim também, no sentido preciso de “causado por” e “realizado em”, os fenômenos mentais são causados por processos que ocorrem no cérebro, ao nível neuronal e modular e, ao mesmo tempo, realizam-se no próprio sistema que consiste em neurônios’ (p. 28).

Bases neurais dos objetos mentais.

Se o paradigma clássico se remete ao pitagorismo, a concepção de uma base neural dos objetos mentais se remete ao pré-socrático Demócrito (Changeux e Connes, 1996, p. 37). Além do debate com o matemático Alain Connes, Changeux (1983, p. 161) procura mostrar que a ideia de um ‘código interno’ motiva certas comparações entre o cérebro humano e o computador.

Tem-se aqui, possivelmente, a conhecida metáfora funcionalista de comparação entre o *hardware/software* das máquinas e a relação cérebro-mente. Mas, contrariamente ao funcionalismo, se se considera o cérebro uma ‘máquina’, sua organização supõe certas características anatômicas e funcionais, particularmente situadas nas áreas corticais, capazes de usar um código interno na elaboração de diferentes tipos de representações ou objetos mentais – no sentido de Changeux, a ideia de um código interno caracterizaria um princípio de *auto organização* na dinâmica do cérebro (Atlan, [1979] 1992). Changeux, com efeito, procura explorar o que ele chama ‘os fundamentos biológicos das representações mentais’ (ou objetos mentais) a partir da ideia de código interno e da auto-organização cerebral. Mas, Changeux já tinha avançado as bases de um fundamento biológico da atividade mental em 1983 [**L’homme neuronal**] quando sustentou uma concepção neural da natureza humana.

Changeux (1987, p. 167) sustenta, particularmente, que a elaboração dos conceitos aparece seguida por uma ‘esquematisação’ do objeto no cérebro. Aplica-se o ‘esquema’, na identificação e na categorização dos objetos indistintamente, e pensa-se unicamente aquele conjunto de características que individualizam um certo objeto – é o que, como assinala Smolensky (1997, p. 248), por exemplo, caracteriza o ‘esquema’ como um ‘feixe de informação que apoiam as inferências’ sobre os objetos.

A formação do conceito ‘cadeira’ é acompanhada de uma eliminação de detalhes importantes por vezes, de uma **esquematisação**, e mesmo de uma abstração. O conceito se torna ... um protótipo do objeto que reúne os traços característicos partilhados por diferentes cadeiras (Changeux, 1983, p. 167)

A elaboração dos conceitos e das categorizações mobiliza, portanto, um ‘esquema’ neural correlato que, por sua vez, agrupa as informações características e comuns de objetos diferentes entre si – o ‘esquema’ aparece assim como um agrupamento ‘memorizado’ e implica a materialidade neural do objeto

no cérebro. Aqui a hipótese de um código interno e de uma auto-organização na base das ‘assembleias neurais’ parecem definir o escopo da teoria de Changeux. Com efeito, os objetos mentais aparecem como ‘pré-representações’ e implicam uma existência de estados neurais anteriores à interação com o mundo exterior.

O conteúdo do objeto mental mostra ser uma ‘propriedade causalmente emergente’ (cf. Searle, 1997a, p. 162) e resultado da atividade das assembleias neurais entre níveis micro e macro – exatamente como Changeux sugere a figura do ‘mosaico’, ou um conjunto de unidades singulares e um conteúdo global produzido por ressonância, como a disposição material do objeto mental no cérebro. Changeux (1983, p. 179) apresenta uma interpretação ao conhecido modelo de Hebb (1949) acerca dos mecanismos de comunicação neural. O modelo de Hebb, exatamente as chamadas ‘assembleias neurais’, apresenta um modo de interpretar certas funções mentais em termos de redes neurais de processamento de informação. Com efeito, Changeux procura explorar a hipótese hebbiana comparativamente a sua hipótese de uma passagem da informação entre o nível ‘neural’ [micro] e o nível ‘mental’ [macro] – ou como a comunicação neural pode ser a base de realização de funções mentais superiores e distintas entre si (Changeux e Connes, 1996, p. 113). A ideia de um ‘mosaico’, constituído por unidades neurais em cooperação entre si ou assembleias, leva à estabilização e é alcançada por meio de um *grafo*⁴ formado entre as unidades que agrupam as diferentes informações do objeto mental. Assim, considerada a concepção lockeana de ‘idéias’ como ‘noção, espécie ou fantasma’ e o sentido grego de *phántasma*, objetos mentais são fantasmas ou aparições no cérebro e, por-

⁴ Um ‘grafo’ $G = (X, E)$ é um objeto abstrato constituído por um conjunto X de pontos (sem propriedades) e por um conjunto E de linhas entre esses pontos (e a única propriedade de uma linha é ser incidente em dois pontos, distintos ou coincidentes). A arquitetura neural de um estado do cérebro teria a forma de um mosaico e poderia ser representado por um grafo. Entre outras motivações, por exemplo, o estudo dos grafos tem sido importante no campo da Topologia.

tanto, são parte da realidade do material do mundo. Assim, considerada a existência dos objetos matemáticos, segundo Changeux, fantasmas ou aparições no cérebro significam “seres fictícios que existem apenas nos neurônios e nas sinapses dos matemáticos que os produzem” (Changeux e Connes, 1996, p. 21).

Evolução biológica e objetos matemáticos

Changeux (1996, p. 48), finalmente, procura traçar um paralelo entre evolução biológica e evolução dos objetos mentais (em particular, objetos matemáticos) ou o que ele chama ‘darwinismo dos objetos mentais’. Assim como ocorre na evolução das espécies, certos ‘resíduos’ são selecionados em função da adaptação a um conjunto já existente, o que produz uma ‘rigidificação’, e uma nova forma ou espécie aparece. No curso da evolução dos objetos mentais, e entre eles estão os objetos matemáticos, comparativamente, certos resíduos são selecionados e, com efeito, é produzida uma nova forma por rigidificação dos conteúdos já existentes e anteriores à experiência do indivíduo. Uma descoberta matemática, por exemplo, aparentemente original, pode significar a manifestação ou expressão de um ‘resíduo’ armazenado no cérebro do matemático e implementar um novo objeto matemático – a descoberta matemática não estaria separada do mundo material e da natureza. Nesse sentido, a atividade neural, como parte de um organismo vivo, segue igualmente mecanismos de variação e seleção, i.é, segue princípios de um sistema evolutivo/adaptativo (cérebro)⁵.

⁵ À medida que a atividade neural ocorre essencialmente por meio de conexões ou sinapses, e visto que elas têm mecanismos intrínsecos de variação e seleção, teríamos dificilmente a possibilidade de construir um conjunto enumerável das conexões. Não parece ser o caso se as conexões são infinitas ou não. Se elas são parte da atividade de organismos vivos, elas são parte da vida – e não creio ser o caso supor que a vida seja ou não infinita. Na melhor das hipóteses, se consideramos ser a vida infinita ou não, teremos reanimada uma velha antinomia kantiana. Ou, por outro lado, se con-

Um longo período de evolução da anatomia cerebral parece explicar a construção dos objetos matemáticos ou ainda dos processos de inferência lógica. A construção dos objetos matemáticos e dos processos de inferência lógica parece seguir o curso da evolução biológica ao longo de sucessivas experiências. Os conteúdos sensoriais da experiência são internalizados e armazenados nas diversas áreas da anatomia cerebral. Uma experiência não apenas modifica, mas ela também ‘seleciona’ um certo conteúdo armazenado (ou resíduo) comparativamente ao contexto atual do meio externo – aqui Changeux situa como referência a ‘teoria do darwinismo neural’ de Gerald Edelman (1983). Assim, a construção dos objetos matemáticos e dos processos de inferência lógica parece coincidir com a evolução da anatomia cerebral, i.é, com a capacidade cerebral de contextualizar os conteúdos armazenados e as respectivas variações do meio externo.

O aparecimento da ciência, supostamente os processos de construção lógica do conhecimento, coincide com um caso particular da evolução na anatomia cerebral – o modo como o organismo aprendeu evolutivamente a utilizar e adaptar-se à complexidade dos conteúdos armazenados comparativamente às variações do meio externo. Particularmente, como os organismos aprenderam a construir modelos mentais, ou estruturas do meio externo, como casos particulares da evolução da anatomia cerebral.

siderarmos possível a enumeração da atividade neural, teremos reanimado o velho sonho do determinismo laplaciano: *‘Nous devons donc envisager l’état présent de l’univers comme effet de son état antérieur, et comme la cause de celui qui va suivre. Une intelligence qui pour un instant donné connaîtrait les forces dont la nature est animée et la situation respective des êtres qui la composent, ... (elle) embrasserait dans la même formule les mouvements des plus grands corps de l’univers et ceux du plus léger atome: rien ne serait incertain pour elle, et l’avenir comme le passé serait présent à ses yeux’* [Pierre-Simon Laplace, **Essai philosophique sur les probabilités**, 1814].

Assim, por exemplo, a capacidade de construir instrumentos ou atribuir a objetos físicos representações específicas parece ultrapassar significativamente certos limites fisiológicos e anatômicos do organismo humano. A atribuição de simbólico a objetos, comparativamente à construção de instrumentos ou técnica, está inserida como parte do desenvolvimento dos processos de comunicação, linguagem, numeração, cálculo, etc. Sabe-se que o uso ou recurso a objetos naturais (pedras, gravetos, grãos, etc.) teve uma função importante na ampliação das capacidades de operação mental e de memória no ser humano – quantidades materiais de objetos passaram a representar grandezas numéricas ('2 pedras = 2 animais'). A expressão medieval latina *calculus ponere* ('colocar pedra') mostra os indícios de um processo primitivo de representação, cálculo e memória associado ao conteúdo simbólico atribuído ao *calculus* ou 'pedra'. A técnica do cálculo ou a atribuição de conteúdo simbólico e operação numérica com pedras, no entanto, parece evidenciar uma característica biológica distintiva do ser humano acentuada no comportamento adaptativo. Inserida no contexto amplo da tecnologia, pode-se sugerir que a atribuição e a comunicação de conteúdo simbólico dos objetos (ou *técnica* da linguagem simbólica), o que não inclui apenas grandezas numéricas, como parte do pensamento de ordem superior, indica uma característica evolutiva singular da mentalidade ou mente humana. Isso teria significado a capacidade de atribuir e armazenar conteúdo simbólico material *no* e *fora* do próprio cérebro.

Conclusão

Parece claro, finalmente, que a teoria dos objetos mentais, e inclusive objetos matemáticos, proposta por Changeux, evoca um compromisso filosófico com a origem e a organização evolutiva e biológica da mente. Por outro lado, embora o termo 'objeto' pareça soar como algo distinto da atividade mental, creio, como hipótese, que os objetos mentais possam, ser estudados como objetos biológicos, e inclusive os objetos matemáticos,

como ‘fantasmas’, ‘aparições’ ou ‘seres artificiais’ no cérebro e parte do mundo material.

Referências

ATLAN, H. Entre o cristal e a fumaça – ensaio sobre a organização do ser vivo. Tradução de Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Zahar Editor, 1992.

CHANGEUX, J.-P.; CONNES, A. Matéria e Pensamento. Tradução de Luiz Paulo Rouanet. São Paulo: Editora da UNESP, 1996.

CHANGEUX, J.-P. L’homme neuronal. Paris: Librairie Arthème Fayard, 1983.

ENGEL, P. Philosophie et Psychologie. Paris: Éditions Gallimard, 1996.

FREGE, G. Os Fundamentos da Aritmética. Tradução de Luiz Henrique dos Santos. São Paulo: Abril Cultural, 1980.

POPPER, K. O conhecimento e o problema mente-corpo. Tradução de Joaquim Alberto Ferreira Gomes. Lisboa: Edições 70, 1997.

LOCKE, J. **An Essay Concerning Human Understanding** (E). Chicago: Great Books of the Western World, 1952 – Volume 35.

SANTOS, M. F. dos Pitágoras e o tema do número. São Paulo: Matese, 1965.

SEARLE, J. **Intencionalidade**. Tradução de Júlio Fischer e Tomás Rosa Bueno. São Paulo: Martins Fontes, 1995.

_____. **A redescoberta da mente**. Tradução de Eduardo Pereira e Ferreira. São Paulo: Martins Fontes, 1997a.

_____. **Mente, Cérebro e Ciência**. Tradução de Artur Mourão. Lisboa: Edições 70, 1997b.

SMOLENSKY, P. Connectionist Modelling: Neural Computation / Mental Connections. In: Mind Design II. Edited by John Haugeland. Cambridge/London: A Bradford Books/The MIT Press, 1997.