

# A Interface Psicologia/Biologia no Laboratório de Imunologia da UFF, ou, Uma Interface Entre Psicologia e Imunologia

## Interface Between Psychology/Biology in the Immunology Laboratory of UFF, or, Interface between Psychology/Immunology

Eduardo Passos

Juliana Ferreira da Silva

Karina Neves Mourão

Universidade Federal Fluminense

### Resumo:

O propósito desta pesquisa é analisar o uso de termos cognitivos pela Imunologia. Pretendemos discutir a legitimidade desta interface que observamos existir de fato, verificando se a utilização destes termos em Imunologia é acompanhada pela admissão de propriedades cognitivas no Sistema Imune. Foi aplicado um questionário aos professores/pesquisadores do Departamento de Imunologia da UFF. Com tais dados, discutimos a noção de cognição com que os professores/pesquisadores trabalham, identificando cinco posições quanto à proposta de interface. Uma posição nega uma interface de direito, enquanto duas posições intermediárias são contraditórias, sendo difícil apreender uma posição definida, e duas posições dialogam com a problemática cognitiva. Propomos uma discussão acerca do posicionamento dos profissionais, considerando os modelos teóricos a partir dos quais as noções cognitivas empregadas por eles adquirem especificidade.

**Palavras-chave:** Cognição. Imunologia. Autopoiese.

### Abstract:

This research aims at studying the use of cognitive terms by Immunology. Its intention is to discuss the legitimacy of this interface observed to exist in fact, verifying whether the use of these terms in Immunology is accompanied by the acknowledgement of the cognitive properties of the Immune System. UFF Immunology Department Professors/researchers were asked to answer a survey. The content of their responses was analyzed regarding the use of the term cognition, and five positions concerning the interface Psychology/Biology were identified. One position denies an interface; two intermediate positions are contradictory, and two positions dialog with the cognitive problematic. The professors'/researchers' positions are discussed considering the theoretical models from which the cognitive terms they use are drawn.

**Keywords:** Cognition. Immunology. Autopoiesis.

## 1 Introdução

Este trabalho parte de um campo temático que identificamos com a interface Psicologia/Imunologia<sup>1</sup>. Tal interface se justifica pela constatação de uma região de contato entre os dois domínios através de uma linguagem comum, o que pressupõe um jogo de influências em dupla mão. Observamos, nos estudos em Imunologia, independentemente do modelo teórico utilizado pelo pesquisador, a presença freqüente de um vocabulário cognitivo, em termos como aprendizagem, reconhecimento e memória imunológica; utilizados para descrever e/ou explicar fenômenos imunológicos.

A apropriação de tais termos pela Imunologia pode nos indicar a existência de uma problemática cognitiva comum nesses dois domínios de conhecimento. Por outro lado, esta interface pode ser aparente, à medida que o uso de tais termos não for acompanhado pela constatação da atividade cognitiva do Sistema Imune.

PASSOS, Eduardo; SILVA, Juliana Ferreira da; MOURÃO, Karina Neves. A Interface Psicologia/Biologia no Laboratório de Imunologia da UFF, ou, Uma Interface Entre Psicologia e Imunologia. *Informática na Educação: teoria & prática*, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 55-66, jul./dez. 2010.

1 Essa pesquisa fez parte do projeto integrado *Tempo e Criação: elementos para a redefinição do conceito de cognição* coordenado pelo Dr. Eduardo Passos com o apoio do CNPq e da PROPP/UFF.

Neste sentido, julgamos apropriado averiguar, junto ao Instituto de Biologia da UFF, até que ponto os pesquisadores do laboratório de Imunologia admitem a presença da problemática cognitiva em seus projetos de pesquisa. Para efetuarmos uma devida aproximação entre a problemática psicológica e a imunológica, fomos levados a percorrer a história destas duas disciplinas a fim de verificar o tratamento que tem sido dado a essas noções.

## 2 Um Paralelo Entre os Modelos Teóricos na Ciência Cognitiva e na Imunologia

Com o objetivo de estabelecer um contraponto entre os estudos da Imunologia e os estudos contemporâneos da Psicologia Cognitiva, tomamos desta última a sua admitida inserção no campo da Ciência Cognitiva, fortemente marcado pelo advento do modelo computacional. O desenvolvimento destes estudos comporta três fases onde se identificam três matrizes teóricas distintas: o cognitivismo ortodoxo, o conexionismo e a Teoria da Autopoiese (MATURANA; VARELA, 1973) – representante contemporânea da abordagem da cognição como sistema auto-organizado e complexo.

O cognitivismo ortodoxo toma a inteligência como a capacidade de resolução de problemas. Segundo esta teoria, o funcionamento dos sistemas cognitivos é orientado para a obtenção de uma meta; neste sentido, há uma identificação do procedimento inteligente com os comportamentos propositivos. Todo o esforço cognitivista é o de fornecer o modelo geral do procedimento de resolução de problemas. A cognição é descrita com base no modelo *top-down* (GARDNER, 1987). A atualização da cognição é entendida como o funcionamento de determinadas estruturas cognitivas que os representantes deste modelo concebem como *a priori* ou universais.

Neste modelo, o sistema cognitivo é pensado como um sistema *input*, dotado de um mecanismo de *feedback*, isto é, um sistema que estabelece troca de informações com o meio. Verifica-se a importância do modelo teórico da cibernética proposta por Norbert Wiener (1961) e definida como a ciência dos sistemas propositivos. Por sistema, devemos entender

um conjunto de elementos em interação, que produz efeitos inexplicáveis somente pela elucidação da atividade isolada de seus elementos. O mecanismo de *feedback* caracteriza-se pelo retorno da energia do *output* sob a forma de um novo *input* no sistema que, assim, orienta sua conduta para a obtenção de uma meta (DUPUY, 1996). Segundo esta perspectiva, o sistema cognitivo possui uma abertura pela qual entram as informações, organizadas a partir de um processamento em estruturas pré-existentes. Ou seja, há estruturas mentais que submetem as informações a um princípio de organização, que não pode ser contemporâneo à entrada dos dados – o *input* já encontra no sistema as estruturas para a sua organização ou processamento.

Os estudos que se afirmam como centrais neste campo do cognitivismo têm como objetivo a simulação artificial ou a artificialização dos processos cognitivos. Trata-se da Inteligência Artificial (IA). Esses teóricos cognitivistas têm como projeto a descrição lógica das estruturas mentais, definidas como processo de cálculo. O objetivo dessas pesquisas é chegar a uma definição mecânica das capacidades cognitivas do homem, isto é, descrever e explicar a cognição enquanto uma capacidade de cálculo. Esta definição operacional é alcançada através da noção de algoritmo, fórmula matemática que define os passos a serem cumpridos para realização de uma determinada tarefa. No algoritmo, há um conjunto de passos e uma seqüência lógica entre eles que deve ser respeitada. Em última instância, trata-se de organizar logicamente o procedimento de solução de um determinado problema. O algoritmo pode ser tomado como um procedimento material à medida que é realizado por um sistema eletrônico no qual a abertura e o fechamento dos circuitos são entendidos como valores em uma lógica binária (PENROSE, 1991). Nesse sentido, a calculabilidade própria da cognição pode ser tratada materialmente a partir da sua simulação artificial em computadores.

Pensar é algoritmizar. Algoritmizar é calcular. Logo, pensar é calcular. O lógico Alan Turing foi quem forneceu, para a história da Ciência Cognitiva, uma definição operacional da máquina inteligente, a *Máquina de Turing*. Trata-se de um sistema mecânico dotado de um leitor óptico por onde passa uma fita de dimensões ilimitadas que pode conter ou não

uma marca em seus segmentos. O leitor óptico identifica, a partir da existência ou não de marca, uma seqüência de 0 e 1 (0, não marcado; 1, marcado). O leitor também é capaz de fazer ou apagar marcas existentes na fita. Se podemos formular os enunciados de um problema em linguagem binária, esta máquina é capaz de ler estes enunciados e resolver o problema proposto (TURING, 1975).

A Ciência Cognitiva se apropria das noções de calculabilidade, de algoritmo, para pensar a cognição, esteja ela operando na máquina ou no homem. Há um esfriamento do organismo que o torna funcionalmente idêntico aos sistemas mecânicos. Esta identidade funcional se dá em virtude da atualização de um mesmo procedimento lógico, um cálculo, um algoritmo independente da base material. Podemos afirmar, então, que o cognitivismo computacional ortodoxo opera uma desestabilização na noção do objeto da Psicologia: é a calculabilidade que indica a existência de um sujeito pensante; calculabilidade que pode ser encontrada não só no homem mas também em outras bases materiais.

No entanto, tal perspectiva, apesar de ainda bastante hegemônica no campo da Ciência Cognitiva, sofreu críticas. Na Filosofia da Linguagem, por exemplo. John Searle (1980, 1998) se coloca como o principal representante daqueles que recusam o pressuposto da identidade funcional homem-máquina. Outra oposição à perspectiva hegemônica do cognitivismo computacional advém das formulações conexionistas.

Uma década após o trabalho de Turing, encontramos a associação de um neuropsiquiatra, Warren McCulloch a um lógico, Walter Pitts que permite a logicização do sistema neural (LETTVIN; MATURANA; MCCULLOCH; PITTS, 1959).

Tais pesquisadores identificam as sinapses nervosas a um código de linguagem binária. E, em logicizando o sistema nervoso, eles fazem o mesmo que Turing (1975) fez em sistemas duros: utilizam a idéia de calculabilidade, a partir de procedimentos lógicos, para pensar uma base neural. Entretanto, McCulloch e Pitts inauguram um novo modelo explicativo da mente quando se propõem a dar consistência material às noções com que trabalhavam. Na tentativa de implantar a calculabilidade em um sistema cujas sinapses nervosas são entendidas como linguagem de lógica binária,

eles invertem o procedimento *top-down*, característico do cognitivismo. No lugar de partir da descrição das estruturas cognitivas necessárias e anteriores à atividade cognitiva (ou atividade de cálculo), o procedimento *bottom-up* que eles inauguram consiste em descrever uma rede de elementos amplamente conectados, verificando as estruturas ou regras de cálculo que o sistema é capaz de gerar.

Tal mudança de procedimento pode ser justificada pelo campo onde se originou o questionamento de McCulloch. Neurofisiólogo, considerava impossível que o genoma contivesse a informação sobre todas as conexões entre os neurônios necessárias ao ato cognitivo. Ele conjecturava, portanto, que as conexões não poderiam preexistir à atualização da cognição, e sim deveriam ser resultado desta.

O que precisamente queremos sublinhar neste modelo é que as estruturas cognitivas são o resultado, ainda neste momento, da atividade em conjunto dos neurônios, ou seja: o efeito cognitivo, a totalidade da mente, é o resultado da soma das atividades de seus componentes. A segunda geração de teóricos da rede, os neoconexionistas, radicalizaram tal idéia de operação coletiva, produzindo o conceito de *rede neural* que tem como resultado uma totalidade suprassomativa.

A partir da Teoria da Autopoiese, fundada pelos biólogos H. Maturana e F. Varela, podemos verificar uma mudança no eixo de análise da Ciência Cognitiva: o modelo para os estudos cognitivistas passa a ser o próprio vivo, doravante entendido como máquina autopoietica.

A proposta autopoietica se caracteriza pela adoção do modelo da *auto-organização* (DUMOUCHEL; DUPUY, 1983, VARELA, 1979). Esta abordagem pretende discutir a emergência dos processos cognitivos a partir da formação de uma rede de componentes eles mesmos não cognitivos. A novidade que se instaura neste paradigma consiste em admitir a tese da gênese da ordem, da produção de sentido e da estrutura simbólica a partir do caos<sup>2</sup>, num sistema fechado. Se no cognitivismo ortodoxo, tal origem não era questionada – uma vez que havia a certeza de que ou a ordem já estava estabelecida desde sempre

2 A noção de caos vem sendo, cada vez mais, empregada em diferentes setores da ciência contemporânea. Especialmente, nas pesquisas em cognição, é frequente o uso da noção de atratores caóticos (VARELA, 1983, FREEMANN, 1991, VARELA; COUTINHO, 1991).

ou nunca se estabeleceria – e se o conexionismo ainda admitia abertura informacional no sistema cognitivo, com a teoria da Autopoiese os símbolos prontos e imutáveis são deixados de lado para que o ato de criação ou de *poiesis* seja colocado em evidência. Neste sentido, a relação organismo/mundo é construída a partir de um ato de interpretação. O *background* ou contexto dos estados internos do organismo são cruciais nesta configuração do mundo. É colocado o problema da gênese daquelas estruturas que são pensadas como efeito emergente de uma rede fechada.

A abordagem *configuracionista*<sup>3</sup>, defendida por H. Maturana e F. Varela (1980), recusará o pressuposto da representação. Conhecer o mundo não é mais representá-lo, mas criá-lo. Consequentemente, o sistema capaz de encarnar a cognição deixa de ser caracterizado por uma abertura (sistema *input*) e passa a ser pensado como um sistema fechado, definido por uma *clausura operacional*. A característica dos sistemas fechados é seu funcionamento isento de determinação externa. O meio atua, nestes sistemas, somente como elemento perturbador de modificações que ocorrem segundo alterações internas à estrutura (MATURANA; VARELA, 1973, 1995, VARELA, 1979, 1988, MATURANA, 1997).

O sistema, ao longo de sua história, vai modificando sua estrutura, passando por diferentes ordenações, porém mantendo sua organização. A evolução de um sistema é a conservação de sua *organização autopoietica* (MATURANA; MPODOZIS, 1992). Tal modificação de estrutura é operada pela dinâmica do sistema denominado funcionamento em rede.

Numa rede, elementos subsimbólicos se conectam espontânea e amplamente, obedecendo a um conjunto de regras locais. Esta dinâmica faz emergir uma configuração ou efeito global que não é experimentado por nenhum destes elementos em especial; tampouco é resultado de seu somatório. Trata-se de um fenômeno que, somente do ponto de vista do observador, confere uma identidade ao sistema (FREEMAN, 1991). A organização autopoietica, então, diz respeito ao que se mantém invariante apesar da variação da es-

trutura do sistema. É a operação das redes, sejam elas neurais, linfocitárias, ou mesmo, de autômatos celulares que explica os efeitos cognitivos, simbólicos do sistema analisado. A cognição passa a ser definida como uma propriedade emergente do funcionamento da rede, ela mesma composta por elementos não cognitivos.

Mas, se a história do cognitivismo comporta a coexistência de diferentes modelos teóricos, o mesmo pode ser verificado no caso do campo da Imunologia. Fundada no início deste século com a pretensão de explicar o fenômeno da imunidade, a Imunologia se organizou em torno da questão: como pode o organismo apresentar adequadamente conduta de defesa frente a agentes externos, e somente frente a eles? Há três diferentes modelos explicativos gerais que tentam responder a esta questão, dando suporte a cinco teorias que se sucedem na história da Imunologia. Apresentaremos sucintamente cada uma delas apontando suas principais características.

Em 1897, a Teoria das Cadeias Laterais foi proposta por Paul Erlich na tentativa de explicar a formação dos anticorpos. Erlich postulou a presença, na membrana linfocitária<sup>4</sup>, de vários receptores cujas reatividades são, cada uma, específicas a um antígeno diferente. Quando o linfócito entra em contato com um antígeno, este seleciona dentre os receptores presentes na membrana aquele que tem com ele maior afinidade. Os anticorpos são produzidos uma vez que

[...] o contato repetido com uma toxina eleva a produção do tipo específico de cadeias laterais capazes de se ligar à mesma, e o excesso de produção das cadeias seria liberado das células para o sangue, passando a constituir s anticorpos específicos circulantes. (VAZ; FARIA, 1993, p. 36)

Desta maneira, o organismo deve possuir, antes do contato com qualquer antígeno, um repertório muito vasto de cadeias laterais a fim de que possa reagir com qualquer agente externo que penetre no sistema. Neste modelo, o antígeno induz a produção de réplicas do anticorpo com o qual reagiu.

Ainda assim, o problema não estava total-

3 Alguns autores têm apresentado como tradução do termo *enaction* proposto por Varela a expressão *configuração ou enação*. Este neologismo de Varela é criado para descrever o sistema inicialmente definido por Maturana e Varela (1980) como sistema autopoietico.

4 Os linfócitos são células constituintes do sistema imunológico e os antígenos são substâncias que no organismo provocam a criação de anticorpos. Para uma boa compreensão deste sistema, cf. Vaz e Faria, (1993).

mente resolvido. Restava saber como o organismo podia produzir uma tal multiplicidade de receptores sem incluir no seu repertório aqueles que reagiriam com autocomponentes. Esta característica do sistema imune, embora fosse reconhecida por Erlich como *horror autotoxicus*, permaneceu sem explicação. A *Template Theory* surge em 1931, idealizada por Felix Hawrovitz e Frederic Beinl. Tal abordagem radicaliza a idéia de instrução na relação organismo-meio, pois o antígeno age sobre o sistema imune como um modelador.

A *Template Theory* oferece um argumento interessante para a questão fundamental, apesar de um pouco esquecida na teoria precedente, acerca da enorme plasticidade do sistema imune. É um dado empírico que o sistema imune seja capaz de responder a uma enormidade de antígenos que lhe são apresentados. No entanto, era bastante improvável que o sistema desenvolvesse e perpetuasse a especificidade de resposta a um antígeno com que nunca teve contato, por exemplo, antígenos artificiais. Segundo esta teoria:

[...] o antígeno ele mesmo contém toda a informação necessária à formação do anticorpo, e impõe uma estrutura complementar numa proteína nascente ao se comportar como um molde para a síntese de uma seqüência de aminoácidos singular. [...] Esta teoria instrutiva da formação dos anticorpos foi posteriormente refinada em 1940 pelo físico-químico Linus Pauling, que propôs que o antígeno age como um molde sobre o qual a cadeia de aminoácidos em formação se enrola para formar uma molécula protéica. (SILVERSTEIN, 1991, p. 523, tradução nossa)

Em 1957, Burnet oferece uma solução a tais questões pendentes na Teoria das Cadeias Laterais e na *Template Theory*, recuperando o tom darwinista da primeira. Explica que a seleção é feita sobre os linfócitos T e não sobre os receptores presentes na membrana, porque cada linfócito T possui apenas um tipo de receptor específico na superfície celular. A multiplicidade linfocitária, necessária para a reação do sistema frente a qualquer antígeno, é resultado de uma combinação genética que, por um processo aleatório, dirige a produção de cerca de  $10^{17}$  linfócitos T, cada qual com um receptor diferente. Após este processo, os linfócitos T não mais se diferenciarão, produzindo somente seus clones. Até aí, o problema da diversidade linfocitária foi resolvido. No entanto, ainda restava o problema da produção

de clones autoreagentes.

Burnet (1957), então, dá o passo fundamental em sua explicação – o que lhe permitirá constituir a Teoria da Seleção Clonal – propondo que os clones linfocitários que reagem, num primeiro momento, com os autocomponentes (clones proibidos) são eliminados num processo de seleção que se daria no timo. No epitélio tímico, estão presentes células que, como o restante do organismo, possuem em sua membrana as proteínas derivadas do *Major Histocompatibility Complex*. O MHC é um complexo gênico característico de um indivíduo, responsável pela síntese das proteínas de dado organismo, inclusive aquelas presentes nas membranas celulares dos linfócitos e das células somáticas. “Para a maioria das espécies, é o *locus* (ou região do genoma) que codifica as proteínas de membrana principalmente responsáveis pela rejeição de transplantes [...]” (POWIS; GERAGTHY, 1995, p. 466, tradução nossa).

Após serem produzidos, os linfócitos T entram no timo, se deparando com as células do epitélio tímico. Os linfócitos que têm alta afinidade com tais células, e conseqüentemente com as células de todo o organismo, ao reagirem com as células do epitélio morrem no timo, enquanto que os outros migram para a periferia, constituindo o *self*. Este argumento é reforçado pelo fato de que a maioria (95%) dos linfócitos T permanecem dentro do timo. Na periferia, portanto, só permanecem os linfócitos T que não são auto-reagentes. Eles circulam no organismo até reagirem com um elemento externo (*nonself*), enviando hormônios aos linfócitos B para a produção do anticorpo. Assim, para a teoria de Burnet (1957), o meio fornece apenas a informação de quais anticorpos devem ser produzidos em maior quantidade, diferentemente da *Template Theory* onde o ambiente era o instrutor na produção de anticorpos.

Esta teoria não ficou isenta de críticas, apesar de seu esquema permanecer inabalado. Ela não explica fenômenos imunológicos quotidianos, como, por exemplo, o fenômeno da tolerância oral, caracterizado pela impossibilidade adquirida pelo organismo de reagir contra elementos com os quais foi previamente alimentado. O estudo destes fenômenos ficou relegado a um segundo plano, sendo criado para este tipo de imunidade um sistema imune à parte, o chamado “[...] sistema imune ligado



a mucosas [...]” (VAZ; FARIA, 1993, p. 34).

Em 1974, Niels Jerne evidencia a reatividade entre os próprios linfócitos através de ligações idiotipo-anti-idiotipo e propõe que esta conectividade interna é muito importante na operação do sistema imune. Surge então, a Teoria da Rede Idiotípica, que proporciona um estudo sobre o conjunto de linfócitos em interação, ou melhor sobre o próprio sistema imune, e não sobre clones linfocitários isolados entre si, como fazia a teoria de Burnet (1957). O argumento de Jerne (1974) tem a seu favor o fato de que os conhecimentos sobre componentes e subcomponentes do sistema imune e sobre a maneira de abordar a atividade imunológica não trouxeram considerável desenvolvimento de métodos de prevenção e tratamento de doenças, novas vacinas e novas formas de intervenção imunológicas. Segundo Jerne (1974), somente o conhecimento bioquímico e a biologia celular do linfócito não garantem o esclarecimento dos fenômenos do sistema imune. Faz-se necessária uma abordagem do sistema focalizada em sua operação global.

A abordagem do Sistema Imune proposta por Jerne (1974) será radicalizada com a *Biologia do Conhecer* de Maturana (1997) e Varela<sup>5</sup>. O rompimento com o modelo de Burnet é realizado com o aprofundamento da idéia da rede idiotípica de Jerne. As noções de discriminação entre *self-nonsel* e de *horror auto-toxicus*, que ainda persistiam no esquema de Jerne (1974), são abandonadas por Maturana e Varela porque perdem o sentido com a idéia de rede: a rede é uma forma de auto-reatividade, onde os linfócitos e os anticorpos se conectam entre si. O fenômeno da imunidade tem que ser pensado, então, como resultado de uma dinâmica de organização em rede, em que linfócitos se conectam entre si e com antígenos, proporcionando uma identidade ao sistema. A partir desta perspectiva, o problema das doenças auto-imunes deve ser solucionado na *organização* do sistema imune e não na destruição dos clones proibidos. De acordo com a *Biologia do Conhecer*, a discriminação *self-nonsel* não se sustenta, pois o sistema imune é pensado como uma rede fechada de

linfócitos, cujas

[...] conexões são independentes do contato com qualquer antígeno. O referencial de funcionamento do sistema é o próprio sistema. A ligação do material antigênico aos elementos do sistema ocorrem, então, porque o sistema trata materiais externos da mesma forma que trata os elementos com os quais eles já interagiam, os idiotipos, o *self*. (VAZ; FARIA, 1993, p. 34)

No domínio das interações celulares, antígeno-anticorpo ou anticorpo-anticorpo, não há como fazer distinção entre o que é *self* e *nonsel*; do ponto de vista do sistema, o que não é *self* é *nonsense*. Surge a proposta de um novo modo de descrição do sistema imune, que já não é mais entendido segundo as suas interações com o meio, mas a partir de seus próprios componentes.

Uma vez que a proposta deste trabalho é averiguar a existência de uma interface entre o campo dos Estudos da Cognição e o da Imunologia, nos interessa investigar as semelhanças e diferenças que aparecem na contraposição dos modelos explicativos dos dois campos. Além de constatar a utilização de uma linguagem comum, o que fundamentaria uma interface entre estes dois domínios de conhecimento, percebemos também um mesmo contraste presente na história destes dois campos: a coexistência de dois modelos explicativos, um modelo de sistema aberto e um modelo de sistema fechado. O confronto entre os dois modelos reside na adoção ou rejeição das noções de representação e de memória como registro e transferência de informação.

Sob um ponto de vista epistemológico, as abordagens do sistema imune realizadas pelas teorias de Erlich, Burnet e Hawrovtz se assemelham pela utilização de um modelo aberto para tratar do seu objeto. Todas caracterizam a relação entre o organismo e o meio como instrutiva, realizando-se nesta relação transferência de informação. O sistema imune é visto como um conjunto de linfócitos independentes, cuja atividade é voltada para o meio externo que, de uma maneira ou de outra, lhe instrui. E os processos imunológicos são atualizações de ligações antígeno-anticorpo, onde o meio ora participa como selecionador de cadeias laterais, ora como modelador dos receptores antigênicos na formação do anticorpo, ora como selecionador dos linfócitos próprios para a defesa do organismo. Resumindo, o

5 É importante entender que a teoria da Autopoiese enquanto uma *Biologia do Conhecer* trata indiferentemente dos fenômenos cognitivos tanto neurofisiológicos quanto imunológicos. (VAZ; FARIA, 1993)

sistema imune reconhece somente o *nonself* a partir de contatos com partes do ambiente, ou seja, o antígeno (com exceção nas doenças auto-imunes, quando o anticorpo reage com os componentes do próprio organismo).

A abordagem conexcionista, por sua vez, evidencia um caráter do sistema a que a Teoria das Cadeias Laterais, a da Seleção Clonal e a *Template Theory* não se referiam: a interconectividade entre os linfócitos. Para a Teoria da Rede Idiotípica, a atividade linfocitária está baseada numa organização em rede, em ligações idiotipo-anti-idiotipo. E, na Teoria da Autopoiese, está em jogo uma abordagem calcada no modelo de sistemas fechados, onde os fenômenos cognitivos (reconhecimento do antígeno, aprendizagem e memória imunológicas) são o resultado, não da atividade de linfócitos isolados, mas de uma certa disposição da rede de linfócitos amplamente conectada que não interage com o meio de forma direta.

As pesquisas iniciais em simulação artificial da inteligência (IA) foram realizadas tendo como definição da cognição o modelo *top-down*. Desta maneira, por cognição entendeu-se a atualização de regras lógicas. Tal linha de pesquisa, que vinha sendo hegemônica nos estudos da cognição, tem sua supremacia interrompida pelo surgimento da abordagem conexcionista. A teoria da Autopoiese se desenvolve tendo como questão fundamental a criação (*poiesis*) das estruturas cognitivas, pensando a cognição como um efeito emergente de uma rede de conexões de elementos subsimbólicos.

Paralelamente, no campo da Imunologia também se dá um movimento semelhante ao que ocorre no estudo das faculdades mentais. Parte da Imunobiologia, em certa sintonia com a teoria da Autopoiese, tende a conceber o sistema imune como um sistema fechado, pensando as conexões entre os linfócitos como formadoras de uma rede. Com esta nova concepção do sistema imune, pode-se abandonar a idéia de que as configurações imunológicas são determinadas pela ativação de certos tipos de linfócitos, ou seja, pode-se abandonar os modelos instrutivista e seletivista, passando a adotar o modelo de sistema fechado.

Diante da constatação desta região de contato e do movimento comum entre estes dois campos, resta-nos perguntar aos imunobiólogos se estes, quando utilizam termos cognitivos em seus trabalhos, estão realmente

admitindo uma problemática cognitiva e como tais noções são definidas na prática da investigação imunológica. Em última instância, nos interessa investigar a efetiva participação da Imunologia no campo de estudos da cognição. Pois se a Ciência Cognitiva é caracterizada pelo forte entrecruzamento de diferentes disciplinas, resta saber se os pesquisadores do sistema imunológico se admitem integrando esse campo de problematização do fenômeno cognitivo. Neste sentido, escolhemos o laboratório de Imunologia da UFF devido à possibilidade de dar seguimento ao projeto de integração Departamento de Psicologia/Departamento de Imunologia iniciado em 1995.

### 3 Metodologia

Realizamos uma pesquisa exploratória em que foram obtidos dados acerca do posicionamento dos imunologistas frente à proposta da interface Psicologia/Imunologia a partir da aplicação de um questionário aos professores deste Departamento do Instituto de Biologia da UFF. A coleta de dados foi feita através da observação da prática laboratorial e aplicação de um questionário aos professores/pesquisadores do Departamento de Imunologia. No total são dez os professores/pesquisadores pertencentes ao Departamento; somente dois não nos retornaram o questionário, de maneira que contamos com as respostas de oito professores/pesquisadores. Sentimos a necessidade de utilizar tal instrumento para melhor direcionar a coleta de dados. A utilização do questionário, embora não prevista inicialmente no projeto, decorreu da enorme quantidade de informação obtida por nós nas entrevistas. Não realizamos pré-teste do novo instrumento.

### 4 Questionário

1. Como as propriedades do Sistema Imune (aprendizagem, reconhecimento e memória) são concebidas no decurso dos estudos em Imunobiologia?
2. Os biólogos afirmam que o Sistema Imune reconhece o antígeno ou possui memória para certas doenças. O uso de tais

termos cognitivos na descrição e/ou explicação de tais propriedades poderia ratificar uma interface com a Psicologia?

3. Como, no seu entender, uma pesquisa integrada com a Psicologia poderia levar a um melhor entendimento do funcionamento do Sistema Imune?

4. Na Teoria da Seleção Clonal, existe realmente um SISTEMA Imune, de acordo com a definição geral de sistema?

5. Por que reações químicas entre linfócitos e antígenos não podem ser consideradas operações cognitivas?

6. Caso não seja possível considerar o Sistema Imune, tal qual descrito pela Teoria da Seleção Clonal, como um sistema, podemos caracterizá-lo como uma máquina trivial?

7. De acordo com sua fundamentação teórica, o sistema imune é um sistema cognitivo? Como se fundamenta esta afirmação?

## 5 Resultados

As respostas ao questionário nos permitiram identificar quatro posições quanto à proposta de interface Psicologia/Biologia que acreditamos se distinguem pelo enquadramento dos cientistas em diferentes contextos teóricos.

Numa primeira posição encontrada não se pode afirmar uma interface *de direito* entre os dois domínios. Três dos entrevistados (37,5%) negam a existência da problemática cognitiva tanto em seus trabalhos como de resto, em sua perspectiva, no decurso da história da Imunologia. A utilização de vocabulário cognitivo nas explicações dos fenômenos imunológicos, segundo eles, deve-se a um recurso metafórico de descrição das propriedades imunológicas que, de maneira alguma, é análogo ao uso destes termos na explicação das propriedades cognitivas em Psicologia. É o que confirma o seguinte depoimento: *No meu entender tal vocabulário é usado em sentido metafórico. Nem análogo seria.* Vetando uma interface Biologia/Psicologia, explicam que não há, nos estudos em Imunologia, qualquer indício de problemática cognitiva. Tais pesquisadores mostram preferir uma explicação bioquímica do sistema imune fazendo uso, portanto, das contribuições da Biologia Molecular.

Daí afirmarem: *O significado de algumas palavras como memória, reconhecer e tolerância, traduz de forma metafórica fenômenos imunológicos que são molecular e/ou bioquimicamente controlados. Portanto, a interface para melhor compreensão do Sistema Imune se faz com a Biologia Molecular.*

O que está em jogo no veto feito à interface é tanto uma concepção de cognição quanto uma abordagem local do sistema imune, isto é, abordagem voltada unicamente para fenômenos bioquímicos e moleculares. Esse grupo, em sua perspectiva molecular do Sistema Imune, não pode admitir a ocorrência de atividades cognitivas para evitar os perigos da antropomorfização. Admitir a ocorrência de tais atividades significaria, para eles, incorrer no erro de afirmar que as propriedades cognitivas são atributo seja das reações químicas, seja dos agentes destas reações, os linfócitos. Para este grupo, atividade cognitiva é *manipulação de símbolos; ou de informação* que deve ser acompanhada por *uma ciência ou consciência...*, (obediência) *a regras* ou *intenção*. Assim, se tornaria impossível localizar tais propriedades (consciência, intenção, etc.) em linfócitos ou em reações químicas, sob o pretexto de se cair num antropomorfismo. Esta posição fica evidente na seguinte afirmação: *(Operações cognitivas) não ocorrem. Caso ocorressem, seriam reações químicas.* Não há, portanto, para este grupo, atividade cognitiva em seu objeto, porque o Sistema Imune é definido exclusivamente por um conjunto de fenômenos moleculares (físico-químicos). Neste caso, a noção de sistema é também utilizada em seu sentido fraco, pois designa um conjunto somativo de elementos.

Identificamos, ainda, duas posições intermediárias que nos pareceram contraditórias: um dos entrevistados (12,5%) afirma ao mesmo tempo o *sentido figurado* do vocabulário cognitivo empregado e uma dimensão cognitiva do fenômeno molecular imunológico. Vejamos o que é dito: *O termo memória no sistema imune é usado no sentido figurado. [...] As interações entre linfócitos e antígenos são reações cognitivas, pois são baseadas no reconhecimento. [...] O sistema imune é um sistema cognitivo, pois baseia-se no reconhecimento célula-antígeno bem como célula/célula.* Outro entrevistado (12,5%) reconhece propriedades cognitivas no sistema imune, admite a interface e afirma a localização de tais propriedades em nível molecular – o que



precisamente quiseram evitar os representantes do primeiro grupo, parecendo temer o antropomorfismo.

As outras duas posições com relação à interface dizem respeito aos professores/pesquisadores em certa sintonia com a Teoria da Autopoiese. Estes se mostram mais dispostos a manter um diálogo com a problemática cognitiva. No entanto, nem neste contexto a resposta é uníssona. Para dois destes entrevistados (25%), o uso de uma abordagem sistêmica do Sistema Imune, permite a tais profissionais o reconhecimento de uma legítima atividade cognitiva, sem que eles necessitem, para tal, recorrer a uma antropomorfização dos linfócitos. Dizem: *Não resta dúvida, para mim, que o Sistema Imune é cognitivo; A cognição vem da organização supra clonal do Sistema Imune. Uma única interação não determina, necessariamente, uma mudança cognitiva.* Vemos, portanto, delineada uma concepção global do Sistema Imune que toma os efeitos do sistema, enquanto totalidade, como expressão da cognição que exerce. *Sim (o sistema imune é cognitivo) porque pode sofrer alterações definitivas, sistêmicas, guardadas em propriedades que estão em nível diferente do estímulo inicial.*

Para um outro professor/pesquisador (12,5%), a dimensão cognitiva do Sistema Imune é atribuída somente pelo observador. Afirma o entrevistado: *Sim (o Sistema Imune é cognitivo) porque fenomenologicamente aparece ao observador como dotado de capacidades cognitivas como por exemplo: reconhecimento, aprendizagem e memória [...]* *A cognição só pode ser entendida como um comentário do observador a um processo de interações entre os componentes de um determinado sistema, processo este histórico, recursivo.* Neste caso, é imprescindível um observador para identificar como cognição os comportamentos inéditos desenvolvidos pelo sistema face a suas perturbações pelo meio. De fato, esta importância atribuída ao observador se estende a todos os domínios da ciência. Isto não seria restrito ao domínio da cognição, mas caracterizaria toda prática científica: todo conhecimento é atribuição, é descrição de uma posição do observador. Nas palavras do entrevistado: *A cognição que o observador atribui ao Sistema Imune decorre da capacidade que o sistema tem de mudar sua estrutura através da incorporação de no-*

*vidades, guardando, entretanto, sua organização, sua autonomia.*

## 6 Discussão

Nossa conclusão seguirá em dois caminhos: o da análise dos modelos teóricos e o das crenças dos professores/pesquisadores. Na verdade, não pretendemos julgar as posições dos entrevistados, mas, encontrar na teoria elementos para a explicação do posicionamento dos profissionais no que concerne à interface Psicologia/Biologia. Confrontando os modelos teóricos da atividade cognitiva com os da atividade imunológica, localizamos, em certos casos, fundamentações para a utilização do vocabulário cognitivo pelos imunologistas. Porém, em alguns modelos teóricos, o vocabulário cognitivista é usado de forma figurada, o que enfraquece a argumentação científica.

Levando às últimas consequências o modelo oferecido pela Teoria da Seleção Clonal e respeitando a definição do conceito de sistema (PRIGOGINE; STENGERS, 1993), resulta em contra-senso a própria denominação *Sistema Imune*. De acordo com a Teoria da Seleção Clonal, a atividade imunológica como um todo pode ser explicada pelo somatório da atividade de cada linfócito em sua relação com o antígeno; ou seja, os linfócitos não estão relacionados. Considerando a definição de sistema como uma totalidade suprassomativa, a atividade imunológica descrita nestes termos seria o resultado de um conjunto de linfócitos e não de um sistema linfocitário. Os receptores da membrana linfocitária garantiriam, com sua especificidade, o *reconhecimento* de agentes externos, enquanto que a reprodução de tais clones por ativação celular garantiria, por sua vez, a *memória imunológica*.

No entanto, consideramos problemática a utilização de vocabulário cognitivo para a descrição do que esta teoria afirma ser nada mais do que ligações químicas. Pois, se a propriedade cognitiva, na Teoria da Seleção Clonal e na *Template Theory*, é explicada pela atividade de uma célula, torna-se difícil extrair daí um modelo teórico para o campo da cognição. Neste campo, mais especificamente na análise do funcionamento de outros sistemas fisiológicos reconhecidamente cognitivos (por exemplo, o sistema neurofisiológico), não é sustentável

esta correspondência: propriedade cognitiva → atividade de uma célula. Do nosso ponto de vista, o que pode fazer do sistema imune, um sistema cognitivo é a capacidade de conduzir-se de modo não trivial. Uma máquina não trivial é aquela que, utilizando o mecanismo de *feedback*, é capaz de alterar as relações estabelecidas entre o *input* e o *output*, de forma a apresentar variabilidade e flexibilidade de comportamentos complexos (DUPUY, 1996, TURING, 1975, WIENER, 1948). Esta é a diferença em relação às máquinas triviais que, como as descritas pelo behaviorismo, têm suas relações estímulo-resposta uma vez fixadas, imutáveis. Com certeza, um linfócito não pode mudar as condições de possibilidade de sua atuação, ou seja, mudar seu receptor. Portanto, se é defendida esta análise elementarista que reduz a propriedade cognitiva à atividade local de uma célula linfocitária, ou a uma reação química, confrontamo-nos com a dificuldade de confirmar o valor heurístico de tal modelo no que se refere à problemática cognitiva, pois no campo da Ciência Cognitiva, a cognição não é definida de maneira tão simplista. Neste caso, a interface Psicologia/Imunologia é apenas aparente: os termos utilizados são homônimos, referindo-se a conceitos diferentes.

Quanto à teoria de Jerne (1974), a caracterização de sistema ganha sentido devido à afirmação de uma rede idiotípica. Uma rede, de fato, produz efeitos suprassomáticos. Entretanto, esta abordagem, ao nosso ver, ainda está vinculada ao pressuposto da abertura informacional do sistema. Jerne, apesar de evidenciar a conexão em rede, não fecha o sistema. O sistema aberto faz distinção entre o *self* e o *nonself* quando a atividade da rede é explicada a partir do *input* que recebe. Nesta perspectiva é pertinente o uso do vocabulário cognitivo para descrever as propriedades-efeito do funcionamento do sistema e que, portanto, não se explicam pelo exame exaustivo da atividade dos linfócitos.

A teoria da Autopoiese, por sua vez, fecha o sistema. O sistema imunológico constitui uma totalidade a partir das interações linfócito-linfócito-antígeno, formadoras de uma rede. Totalidade esta que é efeito da sua organização, e que não é experimentada por nenhum elemento do sistema em especial, mas é identificada pelo observador. Neste caso, a questão do reconhecimento, por exemplo, ganha um novo tratamento, quando é abandonada a

necessidade de recorrer a propriedades localizadas no linfócito para justificar tal ato cognitivo. O reconhecimento é uma propriedade do todo, do sistema, e não dos seus elementos subsimbólicos. É pertinente falar de cognição neste sistema imune, porque ele é dotado de um funcionamento próprio que faz emergir uma identidade a partir do rearranjo que a rede, por leis internas, sofre. É precisamente este mecanismo, de emergência de um padrão de funcionamento ou de uma identidade, que faz este sistema criativo (*poiético*). Mesmo que no nível das interações celulares as regras permaneçam imutáveis, a rede, como um sistema, trata os materiais que a integram, ou seja, os antígenos, de forma que a configuração resultante deste acoplamento não pode ser prevista; só podendo ser constatada na experiência. Não é o caso, porém, afirmar que a rede imunológica enquanto sistema cognitivo seja um sistema não determinista; ele é apenas não previsível, pois suas identidades são determinadas por regras locais de afinidade. A partir desta descrição, a atividade do sistema é definida como um processo de criação de padrões. E neste sentido, sua propriedade cognitiva se confunde com sua capacidade de criação, superando-se, portanto, o pressuposto representacional tradicionalmente presente nas abordagens cognitivistas.

Com os dados obtidos nos questionários, verificamos, primeiramente, que a adoção de uma abordagem elementarista do Sistema Imune é acompanhada pelo veto à interface. Pudemos detectar também, aqueles professores/pesquisadores cuja posição consideramos contraditória: a um só tempo ratificam e retificam a interface, além de afirmar um caráter cognitivo do elemento. E, finalmente, aqueles que possuem uma perspectiva sistêmica do Sistema Imune expressam uma tendência à legitimação da interface.

Deste modo, percebemos que o terreno da Imunologia, tal qual o da Psicologia, é um terreno fragmentado, onde as noções cognitivas relativas ao Sistema Imune adquirem especificidade de acordo com os pressupostos fundamentais de cada teoria. Para os partidários da Teoria da Seleção Clonal, por exemplo, não há, definitivamente, uma problemática cognitiva; ao contrário do que ocorre com os adeptos da Teoria da Autopoiese. Portanto, as considerações sobre a interface Psicologia/Imunologia, proposta por nossa pesquisa, são

também relativas ao contexto de cada uma das teorias imunológicas abordadas. Consideramos que os dois campos são marcados

pela coexistência de diferentes paradigmas (KUHN, 1992) conceituais que direcionam as pesquisas da área.

## Referências

- BORING, E. *A history of experimental psychology*. New York: Appleton-Century-Crofts, 1957.
- BURNET, F.M. A modification of Jerne's theory of antibody production using the concept of clonal selection. *Australian Journal Science* 20:67-69, 1957
- DUMOUCHEL, P. ; DUPUY, J.-P. (Org.). *Colloque de Cerisy: l'auto-organisation*. Paris: Seuil, 1983.
- DUPUY, J.-P. *Nas Origens das Ciências Cognitivas*. São Paulo, Ed. UNESP, 1996.
- FREEMANN, W. The physiology of perception. *Scientific American*, New York, v. 264, n. 2, p. 78-85, feb. 1991.
- GARDNER, H. *The mind's new science*. New York: Basic Books, 1987.
- JERNE, N.K. "Towards a network theory of the immune System", *Ann. Immunol. (Paris)* 125C: 373-389, 1974
- KUHN, T. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 1992.
- LETTVIN, J.Y.; MATURANA, H.R.; MCCULLOCH, W.S.; PITTS, W.H. *What the frog's eye tells the frog's brain*. In: Proceedings of the Institute of Radio Engineers, p. 1940-1951, 1959.
- MATURANA, H. A Biologia do Conhecer: suas origens e implicações. In: MAGRO, C.; GRACIANO, M.; VAZ, N. *A Ontologia da Realidade*. Belo Horizonte: ED. UFMG, 1997. P. ...-...
- MATURANA, H.; MPODOZIS, J. *Origen de las especies por medio de la deriva natural*. Santiago: Museu de História Natural do Chile, 1992. (Publicação ocasional, n. 16)
- MATURANA, H.; VARELA, F. Autopoiesis. The organization of the living. In: MATURANA, H.; VARELA, F. *Autopoiesis and cognition: The realization of the living*. Dordrecht: D. Reidel, 1980. P. 59-134.
- MATURANA, H.; VARELA, F. *A Árvore do Conhecimento: as bases biológicas do entendimento humano*. Campinas, Ed. Psi II, 1995.
- PASSOS, E. O Sujeito Entre o Tempo e o Espaço. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, Rio de Janeiro, v. 45, n. 1/2, p. 109-123, 1993.
- PENROSE, R. *The emperor's new mind: concerning computers, minds, and the laws of physics*. New York: Pinguin, 1991.
- POWIS, S.H.; GERAGTHY, D.E. What is the MCH? *Immunology Today*, Cambridge, v. 16, n. 10, p. 466-468, 1995.
- PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. Sistema. In: ENCICLOPÉDIA Einaudi. Lisboa: Imprensa Nacional, 1993. V. 26, p. 177-205
- SEARLE, J. Minds, brains and programs. *The Behavioral and brain science*, Cambridge, v. 3, n. 3, p. 417-457, 1980.
- SEARLE, J. *O Mistério da Consciência*. São Paulo: Paz e Terra, 1998.
- SILVERSTEIN, A. History of Immunology The Dynamics of Conceptual Change in Twentieth Century Immunology. *Cellular Immunology*, New York, n. 132, p. 515-531, 1990.
- TURING, A.M. Maquinaria de Cômputo e Inteligencia. In: ZENON, W.P. (Org.). *Perspectivas de la revolución de los computadores*. Madrid: Alianza, 1975. P. 305-333.
- VARELA, F. *Principles of biological autonomy*. New York: North Holland, 1979.

VARELA, F. L'Auto-organization: de l'a apparence au mécanisme. In: DUMOUCHEL, P. ; DUPUY, J.-P. (Org.). *Colloque de Cerisy: l'auto-organization de la physique au politique*. Paris: Seuil, 1983. P. 147-164.

VARELA, F. A Individualidade: a autonomia do ser vivo. In: VARELA, F. *et al. Indivíduo e Poder*. Lisboa: Ed. 70, 1988. p. 105-112

VARELA, F.; COUTINHO, A. Second generation immune networks. *Immunology Today*, Cambridge, v. 12, n. 5, p. 159-166, 1991.

VAZ, N.; FARIA, A. *Guia Incompleto de Imunobiologia*: Imunologia como se o organismo importasse. Belo Horizonte: COOPMED, 1993.

WIENER, N. *Cybernetics, or Control and Communication in the animal and the machine*. Cambridge, MIT Press, 1961.

*Recebido em março de 2010.*

*Aprovado para publicação dezembro de 2010.*

#### **Eduardo Passos**

Psicólogo pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1981), Mestre em Psicologia (Psicologia Clínica) pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1986) e Doutor em Psicologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1992). Professor do Depto. de Psicologia da Universidade Federal Fluminense. Rio de Janeiro-RJ/Brasil.

Email: e.passos@superig.com.br

#### **Juliana Ferreira da Silva**

Aluna do curso de Psicologia da Universidade Federal Fluminense e bolsista de IC/CNPq. Niterói-RJ/Brasil.

#### **Karina Neves Mourão**

Aluna do curso de Psicologia da Universidade Federal Fluminense e bolsista de IC/CNPq. Niterói-RJ/Brasil.