



FÍSICA

O alfabeto da visão

Equipe brasileira identifica padrão dos sinais elétricos que conduzem a informação dos olhos para o cérebro das moscas





Quem já tentou esmagar uma daquelas moscas esverdeadas que insistem em incomodar nos churrascos sabe que não é fácil. É que o tempo de reação desses insetos é muito menor que o dos seres humanos: a mosca se prepara para desviar de um tapa em 30 milésimos de segundo, enquanto demoramos ao menos quatro vezes mais para redirecionar a mão e tentar acertá-la. Medindo a transmissão de impulsos elétricos emitidos por um neurônio associado à visão de moscas-varejeiras, um trio de físicos começa a desvendar como as informações captadas pelos olhos do inseto conseguem chegar tão rapidamente – e preservadas a ponto de conservar os dados essenciais sobre o ambiente – ao sistema nervoso central, responsável pelo comando para mudar a inclinação das asas e alterar a direção de voo, escapando do mata-moscas.

Na Universidade de São Paulo em São Carlos, interior do estado, o físico Roland Köberle submeteu moscas-varejeiras da espécie *Chrysomya megacephala* a sessões de 40 minutos de voo simulado. Em um trabalho quase de artesão, ele prende a mosca em um tubo de plástico pela parte do corpo que corresponderia aos ombros e insere eletrodos microscópicos em um par especial de neurônios localizados na cabeça do inseto: os neurônios H1, sensíveis a movimentos que ocorrem na direção horizontal e permitem à mosca saber se está fazendo uma curva para a direita ou para a esquerda. Se a mosca voa em linha reta, esses neurônios disparam sinais elétricos (pulsos nervosos) com a mesma frequência. Quando desvia o vôo para o lado direito, por exemplo, aumenta a frequência de pulsos emitidos pelo neurônio do lado direito. O mesmo ocorre com o neurônio da esquerda se ela se movimentar para o lado contrário.

Em cada sessão a mosca assiste a uma espécie de videoclipe ultra-rápido em um monitor especial, no qual barras verticais que aparecem em posições variadas à direita ou à esquerda a cada 2 milésimos de segundo recriam para o inseto a sensação de se encontrar em pleno vôo. Ao mesmo tempo, um computador registra os sinais elétricos que os neurônios H1 disparam como reação a mais de 1 mi-

lhão de estímulos visuais que a mosca recebe durante o experimento. A análise desses pulsos elétricos mostrou que todos têm características semelhantes. O que muda é o intervalo que separa um pulso de outro, uma espécie de silêncio neural, que variou de 2 a 200 milissegundos. “Os intervalos curtos sugerem a necessidade de resposta rápida aos estímulos visuais, já os longos aparecem quando o neurônio não está sendo estimulado”, diz Köberle. A comparação desses dados brutos, porém, não trazia muita informação para o pesquisador porque a variação desses intervalos era muito grande: o silêncio neural mais longo durava cem vezes mais que o mais curto.

Letras e números – Köberle decidiu então reagrupar esses intervalos não mais pela unidade de duração (milissegundo), mas por faixas de duração, que geralmente compreendiam vários milissegundos. Para simplificar, atribuiu uma letra do alfabeto a cada uma dessas faixas e passou, por exemplo, a chamar de *a* os intervalos com até 4 milissegundos de duração, de *b* aqueles entre 5 e 20 milissegundos, e assim sucessivamente. Por meio de cálculos feitos em parceria com outros dois físicos brasileiros – Murilo Baptista, atualmente na Universidade de Potsdam, Alemanha, e Celso Grebogi, professor da Universidade de Aberdeen, na Escócia –, Köberle constatou que 15 letras ou menos já representariam toda aquela varie-

dade de silêncios neurais. Melhor ainda: quatro letras diferentes (*a, b, c, d*) bastavam, desde que associadas a palavras com até dez letras, compreensíveis apenas pelos neurônios.

Ao traduzir as seqüências de pulsos elétricos e silêncios emitidos pelos neurônios H1 da varejeira para esse alfabeto neural, Baptista, Grebogi e Köberle encontraram por fim alguma ordem por trás da aparente confusão. Os pulsos e intervalos se repetiam segundo padrões que voltavam a aparecer em escalas cada vez menores – por exemplo, *aaabbbccc, aabbcc, abc*. Conhecido como multifractal, esse padrão é semelhante ao que se observa no desenho formado pela espuma de um café cremoso perturbada por uma colher em movimento e pode ser descrito pelas fórmulas matemáticas da Teoria de Sistemas Dinâmicos, mais conhecida como Teoria do Caos. Os físicos avaliaram ainda a probabilidade de as diferentes seqüências possíveis se agruparem em palavras reconhecidas apenas pelos neurônios e confirmaram que, por razões ainda desconhecidas, conjuntos específicos de letras aparecem mais do que outros.

“Começamos a identificar uma linguagem que, no futuro, pode permitir compreender como essas seqüências de sinais elétricos e pausas são interpretadas pelo cérebro da mosca”, afirma Köberle, coordenador do estudo que apresentou esses resultados na *Physical Review Letters* de outubro de 2006. Em resumo, é o primeiro passo para entender como a mosca enxerga. Mas não apenas ela, também os animais com sistema nervoso mais complexo. Além da visão, essa linguagem que começa a ser decodificada pode explicar como chegam e são interpretados pelo sistema nervoso central os estímulos captados pelos órgãos do sentido que necessitam de resposta rápida e confiável, a exemplo da sensação de dor ao pisar num prego, que em menos de um segundo percorre 2 metros de células nervosas até o cérebro, onde é interpretada. “Acreditamos que essas propriedades sejam universais”, explica Köberle. “Se uma rede funciona bem em um determinado nível, a natureza em geral a reproduz em níveis superiores, às vezes, com adaptações.” ■

FRANCISCO BICUDO

O PROJETO

Explorando o código neural de mosca

MODALIDADE

Projeto Temático

COORDENADOR

ROLAND KÖBERLE – Instituto de Física de São Carlos/USP

INVESTIMENTO

R\$ 179.742,12