

O Conectoma Improvável

Por **Roberto Lent**

24/12/2021 • 04:30



ROBERTO LENT

Neurocientista, professor
emérito da UFRJ e
pesquisador do Instituto D'Or

Antes que seu olhar fuja espavorido pensando em algum novo tumor, explico. “Conectoma” é o conjunto completo de conexões do cérebro. Semelhante ao termo “genoma”, que se aplica aos genes. Só que enquanto o genoma humano tem uns 25 mil genes, veja o caso do conectoma. Nosso cérebro tem cerca de 86 bilhões de neurônios. Se admitirmos que cada neurônio pode estabelecer conexões com 10 mil colegas, o número de conexões no cérebro humano chega perto do quatrilhão. E se colocarmos nesse espaço as outras células que povoam o cérebro e também participam das conversas, o número se torna impronunciável. Se ainda considerarmos que as conexões cerebrais não são fixas, mas mutáveis sob influência do ambiente que nos envolve, meu-deus, a ambição dos neurocientistas de revelar o chamado conectoma humano parece uma alucinação delirante.

Ainda que pareça inalcançável, a meta de decifrar todo o conectoma humano aparece com frequência na literatura especializada. Vários projetos internacionais recebem financiamentos bilionários para concretizá-la. Alguma coisa já se conseguiu, olhem só: revelou-se o conectoma de um pequeno verme que tem o estonteante número de 302 neurônios, e pôde-se propor modelos estruturais e funcionais para o funcionamento dessa mini-rede. O conectoma da drosófila, a mosquinha das frutas que fica borboleteando em torno da penca de bananas que guardamos em casa no verão, foi concluído em 2018 por um grupo de pesquisadores britânicos e norte-americanos. São cerca de 100 mil neurônios nesse caso, que geraram 21 milhões de imagens e um conjunto de dados que ultrapassou 100 terabytes, ou seja, 100 trilhões de bytes. Grande conquista, pois a mosquinha tem um comportamento bem sofisticado, que pode agora ser analisado com a minúcia necessária para revelar os seus determinantes neurais.

Agora vejam o tamanho do problema para chegar ao conectoma humano. A reconstrução 3D de apenas 1 milímetro cúbico do córtex cerebral humano foi publicada este ano e gerou um volume de dados de 1,4 petabytes (quatrilhões de bytes). Só que esse pedacinho do córtex representa 0,00007% do volume do cérebro, e ainda assim exigiu recursos de microscopia eletrônica de alta velocidade durante 326 dias para concluir as análises. Foram 57 mil células formando mais de 130 milhões de conexões naquele cubinho. A avaliação que se faz é que só será possível chegar perto da meta de revelar o conectoma humano por meio de tecnologias de computação de exascale, isto é, capazes de processar exabytes (quintilhões de bytes) em tempos razoáveis.

Acho a estimativa otimista demais, mas tudo bem. Digamos que seja possível no futuro próximo produzir um atlas completo dos nossos circuitos cerebrais. Será um passo

gigantesco, literalmente. Permitirá revelar detalhes da organização de microcircuitos, um a um, na saúde e na doença. É como se pudéssemos visualizar, do espaço, todos os insetos que habitam cada árvore amazônica.

Ainda muito longe, muito longe mesmo, de permitir-nos ascender com esse grau de detalhe da microescala dos neurônios para a mesoescala das redes neurais que promovem a interação entre áreas cerebrais. E ainda, relacionar as análises com a macroescala que revela como essa complexidade toda resulta em comportamentos, emoções, memórias, percepções. Nesse movimento do micro ao macro, só temos atualmente as ferramentas de neuroimagem para ganhar visão de conjunto. No entanto, perdemos o detalhe. O contrário acontece no movimento oposto. Como lincar esses diversos níveis de abordagem é o problema.

Pior: tudo se modifica com o transcurso do tempo. O circuito que existia deixa de existir, o que não se via no início do experimento aparece no final. O mundo em volta não perdoa: modifica as conexões neurais a todo momento. Olhando por esse ângulo, a conclusão é pessimista: o conectoma humano é de revelação improvável: um sonho inalcançável?