

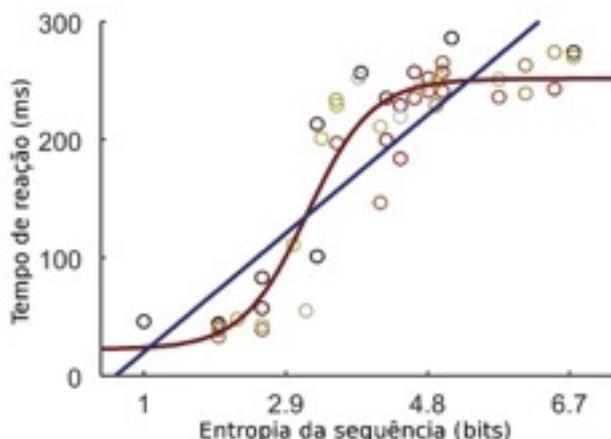
## Experimento do NeuroMat mostra que tempo de resposta do cérebro na tomada de decisão não aumenta continuamente com a complexidade

Tabita B. S. Nascimento

O tempo que cada um de nós leva para tomar uma decisão aumenta proporcionalmente à quantidade de alternativas à disposição do decididor. Será? Só em parte, informa o resultado de um experimento liderado por André Helene, professor do Instituto de Biociências da USP e pesquisador do Centro de Pesquisa, Inovação e Difusão (CePID) em Neuromatemática – Neuromat.

No experimento, a “decisão a ser tomada” é representada como a tarefa de prever qual o próximo termo de uma sequência, conhecidos seus termos anteriores. Mais de cinquenta diferentes tarefas, na forma de sequência de letras, foram apresentadas a 48 voluntários, segundo um critério de complexidade: da mais simples, em que a sequência é conhecida ou fácil de aprender, como por exemplo **ab – bc -- cd – da** etc. – até uma sequência muito complicada, em que depois de **a**, por exemplo, pode vir **b, c, d**. Ou até mesmo uma série de letras aleatórias.

O experimento mediu o tempo que os voluntários levaram para tomar a decisão sobre o termo seguinte na sequência. Resultado: nas sequências de complexidade intermediária, o experimento confirma a ideia de que quanto maior a complexidade, maior o tempo até que a decisão seja tomada. Mas quando as sequências são ou muito facilmente previsíveis, ou muito dificilmente previsíveis, aí o tempo até a decisão não segue o padrão proporcional, representado por uma reta inclinada, mas é melhor representado por um platô. No gráfico, a dificuldade de prever tem o nome de “entropia da sequência”; e a forma da curva é a de um “esse”: uma sigmoide, na língua dos matemáticos.



Comparação entre função sigmoide e linear na relação entre previsibilidade e tempo de reação. A função sigmoide representa melhor a relação.

Como assim? Assim: no caso de sequências fáceis de compreender ou que se repetem, o aumento no grau de complexidade – até um certo ponto – não aumenta o tempo de resposta, o que resulta em um platô inferior. E um outro platô aparece quando a complexidade aumenta: a partir de um certo grau de dificuldade, o tempo para cada tomada de decisão estaciona no platô superior.

Ou seja: a gente leva tanto tempo para responder a uma tarefa muito, muito difícil quanto para responder a uma difícilíssima. É como ir adicionando açúcar a um copo d'água. Você nota a doçura até determinado momento. Depois de muito açúcar, as papilas gustativas ficam super estimuladas e os receptores saturados, incapazes de reagir com precisão.

E daí? Daí que esse resultado cria exceções à chamada Lei de Hick, ou Hick-Hyman, em homenagem a dois pesquisadores da década de 1950: William Hick e Ray Hyman. A “lei” estabelece de forma mais precisa aquilo que está escrito na primeira linha deste texto: de que quanto mais alternativas temos à nossa frente – ou seja, quanto mais difícil é prever qual a melhor decisão, ou a escolha “certa” - mais tempo levamos para chegar à decisão. Na formulação do verbete sobre a lei de Hick na Wikipédia, a lei “descreve o tempo que uma pessoa leva para tomar uma decisão com base no número de opções” à sua disposição. Os pesquisadores do NeuroMat publicaram seus resultados em março passado na *Scientific Reports*, publicação de acesso aberto pertencente ao grupo *Nature*; dias depois, introduziram no verbete da Wikipédia sobre a lei a seção “Exceções à Lei de Hick”, em que apresentam a variação que encontraram sobre o comportamento do tempo de resposta quando a tarefa a respeito da qual se busca uma decisão é simples demais ou complicada demais.

### **Previsibilidade e repetição**

De acordo com Helene, a ideia de que a complexidade está relacionada com a dificuldade de execução de uma tarefa está certa em parte. “Mesmo que a tarefa seja complicada, com muito treino o sistema é capaz de transformar as coisas incompreensíveis em triviais”, diz. No estudo, Helene e um grupo de cientistas fizeram o experimento com 48 voluntários, em que cada um deveria prever a sequência alfabética apresentada pelo computador, chamada tarefa de previsibilidade. Cada voluntário ficou em uma sala com pouca iluminação, com a cabeça imobilizada de maneira que só pudesse olhar para um monitor. Cada uma das mãos do voluntário estava sobre um mouse adaptado, em que cada botão vinculava-se a uma letra. A ideia era que os voluntários usassem os dedos indicadores e médios para acionar o botão correspondente a cada uma das quatro letras das sequências alfabéticas apresentadas.

Os resultados mostraram que o desempenho todo, e não necessariamente apenas o tempo de resposta, é afetado pela repetição do estímulo e pela incerteza da sequência numérica. O experimento avaliou o quanto de preparação para a atividade o encéfalo geraria nas áreas motora e visual antes do aparecimento dos números e como os voluntários aprenderam as sequências.

Na representação gráfica, os resultados combinam melhor com forma de uma curva sigmoide e não de uma reta, demonstrando que a complexidade das possibilidades oferecidas gera três padrões diferentes de desempenho do encéfalo: os dois platôs e um meio dinâmico. “Há uma fase em que o aumento da complexidade não aumenta o tempo de resposta [quando a sequência é fácil ou quando você já

aprendeu a sequência]; uma em que aumenta rapidamente [quando você já aprendeu e está acertando muito] e uma terceira, em que a complexidade é tão alta que por mais que o voluntário fosse exposto às repetições, ele não conseguia entender a lógica da sequência [ou quando você acerta todas as vezes, o que torna o tempo de resposta sempre igual]", descreve o pesquisador.

### **Um modelo para descrever como o cérebro funciona**

O experimento descrito é um entre os dois de que trata o artigo de André Helene. A leitura do artigo indica que mais importante ainda que a existência dos platôs é a interpretação dada pelos pesquisadores para a parte média da curva sigmoide – que se assemelha a uma reta inclinada. “Nós vimos que até a sétima, oitava vez que a sequência fácil aparecia, os voluntários estavam na parte dinâmica da curva” – quer dizer, estavam aprendendo. “Depois, caíam no platô, porque acabava o processo de aprendizagem”, diz. O mesmo ocorria com as sequências aleatórias ou nas vezes em que o que era apresentado era apenas uma série de letras sem relação com o termo anterior. Neste caso, a tarefa se torna tão difícil que o cérebro é incapaz de acertar a previsão. Por isso, o desempenho sai, novamente, do meio dinâmico e cai no platô – quer dizer, cessa a aprendizagem.

O modo de calcular que os pesquisadores entenderam como o melhor para explicar como o cérebro se comporta é chamado *Joint Probability* – a probabilidade de um fato acontecer levando em consideração todas as probabilidades de ocorrências variadas. Este modo está relacionado com o chamado modelo de circuito aberto. Em vez da constante checagem do passado, o modelo aberto faz avaliações de conjunto e leva em conta as probabilidades globais para prever as respostas.

### **Um jogador**

O cérebro, continuamente, fica gerando previsibilidades a partir de conhecimentos do passado. Se essa expectativa for realista e ele “acertar”, há um benefício. O acerto é uma espécie de filtro, que seleciona as informações relevantes buscando gerar um desempenho melhor, no tempo e na eficiência. “É o que o encéfalo está tentando fazer: engajar o potencial que ele possui naquilo que ele acha que é relevante e manter uma eficiência alta sobre os eventos que estão ocorrendo no ambiente”, conclui Helene.

A conclusão dos pesquisadores contribui com a teoria, proposta pelo NeuroMat, de que o cérebro é um estatístico. “O encéfalo aposta o tempo todo e monitora constantemente cada evento” e aponta: “se você conseguir gerar melhores expectativas sobre um evento, melhores serão suas previsões e conseqüentemente tomará melhores decisões”.

### **Wikipédia**

Outro ponto caro ao NeuroMat é o cuidado com a divulgação da ciência em ferramentas de acesso aberto. Por isso, entre os meios de difusão científica da preferência do Centro está a Wikipédia. Já é possível ler, desde o final de março, a

seção "[Exceções à Lei de Hick](#)", no verbete sobre a lei, tanto em inglês quanto em português.

O artigo "[Na sequência de modelos de aprendizagem: controle de malha aberta não estritamente guiada pela Lei de Hick](#)" foi publicada no dia 15 de março, na *Scientific Reports*, revista científica do grupo *Nature*.