

Bayes e a inteligência artificial

Franklin Rumjanek

Instituto de Bioquímica Médica, Universidade Federal do Rio de Janeiro
franklin@bioqmed.ufrj.br



Aproveitando a ocasião dos 306 anos do nascimento de Thomas Bayes (ou, se preferirem, 247 anos de sua morte), prestaremos uma homenagem a esse teólogo e matemático que há mais de dois séculos atirou no que viu e acertou em... tudo! Com um teorema agora famoso, publicado postumamente no artigo 'Ensaio sobre a resolução de um problema usando a doutrina das probabilidades', Bayes estabeleceu a base matemática da inferência probabilística, isto é, tornou possível realizar previsões com base na frequência de ocorrência de um determinado evento (ver 'Thomas Bayes: o 'cara'!' em CH 228).

Alegam os bayesianos que todas as quantidades incertas podem ser expressas em termos numéricos, o que permite dar tratamento matemático a indagações em qualquer área do conhecimento, seja a economia, as ciências sociais ou a genética. Como nessas áreas sempre há problemas associados à incerteza, o teorema de Bayes tornou-se uma ferramenta muito disseminada, já que permite usar estimativas quantitativas em situações nas quais, antes, isso era impossível. Podemos aplicá-lo, por exemplo, para estimar o sucesso de um investimento financeiro, profetizar uma sentença jurídica, prever o tempo ou fazer aconselhamento genético. Como isso é possível?

O que a interpretação bayesiana faz é conferir ao fato investigado níveis de crença que oportunamente nortearão uma decisão qualquer. O eixo do pensamento bayesiano é uma equação que, em última análise, mede a razão entre a probabilidade *a priori*, que leva em conta apenas o conhecimento dos antecedentes mais imediatos de determinada situação, e a probabilidade *a posteriori*, que considera evidências adicionais relevantes em relação ao que se quer investigar. Em resumo, o teorema de Bayes mede a razão entre duas probabilidades.

Um exemplo talvez explique melhor. Suponhamos que a polícia esteja investigando um crime ocorrido em uma cidade onde 75% dos habitantes são roxos e 25% verdes. Sem levar em conta qualquer outra informação, os detetives podem legitimamente supor que a chance de o criminoso ser uma pessoa roxa é maior, já que essa é a população majoritária. Essa é a probabilidade *a priori*, e ela indica que a chance

de um roxo ser o autor do crime é de 3 para 1 ($75/25 = 3/1 = 3$ – portanto, 3 é a razão entre roxos e verdes). No entanto, ao investigar uma evidência (DNA encontrado no local do crime), um perito identificou uma seqüência que está presente em 5,6% dos verdes e em 0,28% dos roxos. A razão entre essas frequências é 20 ($5,6/0,28$). Dividindo esse valor pelo anterior ($20/3$), encontramos a razão 6,66. Assim, com a probabilidade *a posteriori* associada à evidência, a situação muda drasticamente, e os verdes tornam-se os principais suspeitos – a chance de que um deles seja o criminoso é agora de quase 7 para 1.

Esse é um caso simples, mas o teorema de Bayes se presta também a análises muito mais complexas. Com base nessa lógica foram desenvolvidas as chamadas 'redes bayesianas', que analisam diversas variáveis ao mesmo tempo. Alguém interessado em convidar amigos para um churrasco, por exemplo, sabe que pode chover hoje e pode chover amanhã. Então, qual a probabilidade de chover nos dois dias? A resposta exigirá muitas informações *a posteriori*, que representarão diversas variáveis, e cada variável terá que ser confrontada com as demais, tornando os cálculos extremamente complexos. Por isso, a previsão do tempo necessariamente depende do uso de computadores, capazes de simular as interações entre as variáveis e produzir um valor probabilístico, referente à chuva, que norteará a decisão do anfitrião churrasqueiro.

Aliás, os computadores podem agora ser considerados parceiros quase indispensáveis da pesquisa científica, usando ou não redes bayesianas. Com o aumento constante e extraordinário da capacidade de memória e da velocidade de processamento de dados, eles viabilizam hoje avaliações que até pouco tempo atrás eram impensáveis. A inteligência artificial não é mais ficção. Não está longe o dia em que todas as nossas decisões que se encaixem no universo bayesiano terão sua origem nessas máquinas. ■

Há mais de dois séculos Thomas Bayes atirou no que viu e acertou em... tudo!