



## GONÇALO MORAIS CONVERSA COM SAMUEL KOU



GONÇALO MORAIS  
Instituto Superior de  
Engenharia, Lisboa  
[gmorais@adm.isel.pt](mailto:gmorais@adm.isel.pt)

Samuel Kou nasceu na China em 1974, tendo-se licenciado em Matemática Computacional pela Universidade de Pequim. Mais tarde mudou-se para os Estados Unidos, onde se doutorou em Estatística pela Universidade de Stanford em 2001. Nesse mesmo ano, começou a lecionar na Universidade de Harvard, onde é atualmente *Professor of Statistics* e *Professor of Biostatistics*. Recebeu vários prémios e faz investigação em várias áreas relacionadas com Análise Estocástica, entre as quais, destacamos, aplicações à dinâmica de proteínas. Fica aqui parte da conversa que tivémos com este senhor de uma simpatia e de uma simplicidade tocantes.

**GONÇALO** Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a sua disponibilidade para conceder esta entrevista. Como surgiu o seu interesse em estudar matemática?

**SAMUEL KOU** Eu nasci e cresci no Noroeste da China. Mudei-me para Pequim quando fui para a universidade (Universidade de Pequim) onde me licenciiei em Matemática. Depois de ter terminado a licenciatura, fui para Stanford para estudar Estatística, área na qual fiz o mestrado e o doutoramento. Mudei-me novamente em 2001, desta vez para Harvard, onde desde então sou professor.

**GONÇALO** Antes do mestrado, estava mais ligado ao que se habitualmente se chama Matemática Pura, certo?

**SAMUEL KOU** Sim, estudava as coisas mais habituais como equações diferenciais e combinatória, por exemplo. Percebi que podia estudar estes temas com boas notas e com relativo sucesso. Contudo, à medida que ia

fazendo os diferentes cursos em Matemática Pura e em Matemática Aplicada, especialmente em Probabilidades e Estatística, percebi que a minha visão da matemática era a de alguém que a praticava no século XVIII ou no início do século XIX. Eu gostava imenso de estudar modelos matemáticos, mas precisava de os aplicar a algum fenómeno natural. Se nós olharmos para os grandes vultos desse período, como o Euler, o Gauss e outros, eles fizeram contribuições fundamentais em matemática, mas, por outro lado, sujavam as mãos, trabalhando com dados reais, sobretudo com dados astronómicos. Este tipo de matemática era, sem dúvida, o que mais me atraía. Comecei então a estudar modelos computacionais de modo a poder fazer aplicações com base em dados reais.

Quando chegou o momento de decidir qual o caminho que haveria de tomar no seguimento dos meus estudos, entre Matemática Pura e Matemática Aplicada, a escolha foi natural e decidi escolher algo relacionado com dados reais. Daí a minha escolha de ir estudar Estatística.



**GONÇALO** E será que a única forma de manter as mãos sujas, no sentido que referiu, é ir para Estatística?

**SAMUEL KOU** Não necessariamente. Por exemplo, podemos trabalhar em problemas relacionados com o clima, usando equações diferenciais, e ter um contacto próximo com fenómenos reais. Mas para mim, o que mais me atraía era estudar o que é aleatório e estocástico, tentar perceber as flutuações de algum fenómeno que tem também ruído. Por isso, fui para Estatística e para Stanford.

**GONÇALO** E passar da China para Stanford... Foi uma mudança enorme ou pelo facto de estar imerso no trabalho essa mudança foi de alguma maneira atenuada?

**SAMUEL KOU** Foi uma mudança enorme, quer a nível cultural quer a nível mental. Em primeiro lugar, como já referi, na China estava a estudar assuntos ligados a equações diferenciais. Em Stanford passei a estudar

de imediato Probabilidades e Estatística. Foi passar de uma visão orientada para os modelos para uma visão orientada para os dados.

**GONÇALO** Por outro lado, viver nos Estados Unidos da América deve ser diferente de viver na China...

**SAMUEL KOU** A distância cultural é imensa. Mais talvez do que em Portugal, na China os alunos são discípulos dos professores, seguindo o professor em tudo o que ele diga ou faça. Os alunos são absorvedores passivos de conhecimento, não colocando qualquer tipo de questões. Os professores são o conhecimento, sendo a única função dos alunos a de absorver a maior quantidade possível de conhecimento, tipo esponja. Nos Estados Unidos percebe-se imediatamente que as aulas são mais dinâmicas e que as pessoas têm uma maior ligação. E os alunos, quer seja uma pergunta profunda quer parva, são encorajados a fazê-la. Claro que no meu primeiro ano em Stanford não levantei quase nenhuma questão.

Eu percebo hoje que esta mudança foi muito importante, porque a cultura popular nos Estados Unidos é muito interessante.

**GONÇALO** E depois passou da Costa Oeste dos Estados Unidos para a Costa Leste. Esta também terá sido uma mudança enorme...

**SAMUEL KOU** Sem dúvida! A cultura académica em ambos os lados era muito diferente. Eu estive a estudar em Stanford entre 1997 e 2001. Foi no final desse período que rebentou a chamada bolha das *dotcoms*. Na altura, todos em Stanford, devido à proximidade com o Silicon Valley, falavam de *stock options* e de *startups*. Todos procuravam uma ideia. Este espírito empreendedor era uma marca de Stanford.

Harvard é algo mais parecido com a ideia de que temos do mundo académico. Por outro lado, do ponto de vista científico, Harvard está mais ligado às aplicações. Pelo menos, no caso das Probabilidades e Estatística.

**GONÇALO** Quando estava a preparar esta entrevista, foi uma agradável surpresa saber que ambos temos um interesse profundo no que habitualmente se chama de Movimento Browniano Fraccionário. Para os que nos leem, a diferença entre este e o mais habitual Movimento Browniano prende-se com o facto de no primeiro os incrementos não serem estatisticamente independentes.

Este modelo foi criado pelo Mandelbrot para tentar explicar os comportamentos dos mercados financeiros. No entanto, este mesmo modelo, no seu caso, tem aplicações bem diversas...

**SAMUEL KOU** Quando cheguei a Harvard, tive a oportunidade de trabalhar com um nome importante em Química e um dos nomes principais de uma área então recente designada por *Single-Molecule Biophysics*.

Com a tecnologia de dispomos atualmente, podemos ampliar ao ponto de visualizarmos o comportamento individual das moléculas. Falo especificamente das moléculas de proteínas. Do ponto de vista experimental, isto foi um avanço extraordinário, com muitas áreas diferentes envolvidas. Este avanços aconteceram no final dos anos 90 e foram de tal maneira revolucionários que o Nobel da Química de 2014 foi atribuído a cientistas que fizeram contribuições fundamentais nesta área.

Quando em 2001, falei com o Sunney Xie e ele me descreveu esta área, fiquei de imediato fascinado. Li de seguida uma série de artigos sobre o assunto e tive de aprender bastante Física Estatística ao longo do processo.

O fenómeno interessante é o seguinte. A partir do momento em que podemos ampliar ao ponto de seguir as trajetórias individuais das moléculas, numa escala *subnano*, passamos a viver num mundo governado pela Mecânica Estatística e pela Mecânica Quântica. Então todos os fenómenos têm necessariamente uma natureza estocástica. Pelo facto de as moléculas das proteínas serem relativamente grandes, podemos iluminar as extremidades da molécula e fazê-la aparecer num microscópio moderno. A partir daqui, podemos estudar, por exemplo, a evolução da estrutura tridimensional da molécula. Era então necessário encontrar um modelo matemático que permitisse descrever esta dinâmica. Os modelos clássicos são os tradicionais modelos brownianos de difusão. Isto implica que são processos sem memória: o que acontece neste preciso momento é independente do que aconteceu em qualquer instante do passado. Por outro lado, olhando para os dados, percebemos que, de facto, existe uma correlação entre instantes diferentes e, portanto, o processo tem memória. Uma das coisas que tentámos de seguida perceber foi como é possível a molécula ter memória. Foi neste momento que chegámos à equação de Langevin generalizada e à possibilidade de nela introduzirmos uma componente que sintetiza a memória do processo.

Quando nas equações substituímos o processo de Wiener pelo movimento Browniano Fracionário, vimos

que o nosso modelo se ajustava muito melhor aos dados do que os modelos tradicionais.

**GONÇALO E**, de um ponto de vista intuitivo, de onde vem a memória do processo?

**SAMUEL KOU** A ideia fundamental tem origem na conceção do Movimento Browniano apresentada pelo próprio Einstein. O Movimento Browniano vem de um modelo de difusão. Quando, por exemplo, imergimos uma partícula em água, com uma massa muito superior às das moléculas de água, o Movimento Browniano é o resultado da colisão desta com as partículas da água. Pelo facto de a partícula que imergimos ser muito maior do que as partículas de água e por estas serem em enorme número, a partícula perde memória.

Quando mudamos a escala, quando conseguimos acompanhar o movimento individual das moléculas, contra o que é que estas moléculas colidem? Contra outras moléculas de tamanho comparável! Deste modo, ao contrário do que acontecia no modelo clássico, as moléculas já não perdem memória das colisões recentes. É por isso que este processo tem memória. Mais tarde, este modelo foi comprovado numa experiência independente.

**GONÇALO** Um dos aspetos que mais me fascinam na dinâmica estocástica prende-se com o seguinte. Quando olhamos para a teoria dos sistemas dinâmicos, percebemos que com um modelo puramente determinista podemos gerar uma complexidade imensa. Contudo, é difícil gerar um tipo específico e determinado de complexidade. Com a dinâmica estocástica isto é possível...

**SAMUEL KOU** É verdade. Os modelos tradicionais apresentam uma certa rigidez que só é ultrapassada quando introduzimos uma componente estocástica.

**GONÇALO** Quando se introduz o Movimento Browniano Fracionário nos modelos, uma das coisas inovadoras que ele permite em comparação com os modelos clássicos é a ocorrência de acontecimentos extremos no sentido estatístico do termo. Nas experiências que realizavam, foi possível observar estes acontecimentos extremos ou as *power laws* que lhes estão associadas?

**SAMUEL KOU** O que conseguimos observar são as *power laws*. Dito de outra maneira, as observações mostram um ajuste bastante bom a fenómenos com caudas pesadas.



**GONÇALO** Um outro facto que apresenta é o de a chamada *big data* estar ainda afastada do mundo académico...

**SAMUEL KOU** Em primeiro lugar, *big data* é uma expressão empregue em muitas situações diferentes. No Silicon Valley, em Wall Street e na indústria farmacêutica, usa-se essa expressão. No entanto, e a história recente do Facebook é prova disso, podemos usar uma quantidade enorme de dados para tentar perceber tendências sociais. Na indústria farmacêutica, por outro lado, uma quantidade enorme de dados pode ser o contributo para que se possa, um dia, desenvolver um medicamento individualizado para cada paciente. Por esta razão, mesmo em contextos diferentes, todos estão muito excitados com as possibilidades futuras do uso de uma enorme quantidade de dados.

Ao mesmo tempo, já existem pessoas no mundo académico a trabalhar com este tipo de tecnologia, por exemplo, na classificação de imagens.

**GONÇALO** Mas quando vamos ver os artigos que estabeleceram as chamadas *deep neural networks*, alguns destes, e não há muito tempo, foram rejeitados pelas revistas científicas apesar de os resultados práticos que eles apresentavam serem muitas vezes devastadores para o que se conseguia fazer então...

**SAMUEL KOU** Essa é uma descrição interessante da realidade. É, de facto, necessário que passe algum tempo para que as novas ideias sejam aceites. Quando falamos especificamente da área que referiste, do chamado *deep learning*, grande parte desse trabalho tem um aspeto mais empírico, sem grandes desenvolvimentos teóricos. Neste preciso momento ainda não sabemos de uma forma profunda por que razão essas ideias funcionam, de que forma obtemos a melhor taxa de aprendizagem para uma determinada tarefa, por exemplo. Este é o facto decisivo para que estas ideias sejam ainda de difícil aceitação dentro da comunidade científica. Por outro lado, eu

vejo isto como uma enorme oportunidade, pois é uma área fértil para se poder, no futuro, fazer contribuições importantes.

**GONÇALO** Quando pensamos em modelos matemáticos aplicados a ciências sociais, uma coisa que sempre me intrigou foi pensar que se o modelo for suficientemente bom a prever um determinado fenómeno, ao ponto de as pessoas mudarem o seu comportamento com base nas previsões deste, isso iria, em última análise, contradizer as próprias previsões do modelo...

**SAMUEL KOU** Por outras palavras, o que estás a perguntar-me é acerca da possibilidade de um modelo ser tão bom que possa derrotar-se a ele próprio...

**GONÇALO** Precisamente!

**SAMUEL KOU** Ainda estamos muito longe desse ponto. Hoje as autoridades ainda não levam estes modelos demasiado a sério, de modo a que possa acontecer o que estás a descrever. Se o que descreves pudesse acontecer então os modelos passariam a ter uma componente sobre a forma como as pessoas reagem ao próprio modelo.

**GONÇALO** Mais uma vez queria agradecer o facto de me conceder esta entrevista.

**SAMUEL KOU** Obrigado!



## Exposições (ma)temáticas da SPM.

Disponíveis para exibição nas escolas,  
bibliotecas ou instituições similares\*.

Mais Informações em  
[www.spm.pt/exposicoes](http://www.spm.pt/exposicoes)

\*A requisição das exposições tem custos de manutenção.