



GONÇALO MORAIS CONVERSA COM PATRÍCIA GONÇALVES

Patrícia Gonçalves é professora associada do IST. Fez o doutoramento em matemática no IMPA e desenvolve investigação em Sistemas de Partículas. Foi-lhe atribuída, em 2016, uma bolsa do European Research Council, a primeira em Portugal para a área da Matemática. Aqui fica um resumo da longa conversa que tivemos com esta mulher assertiva e profunda. Muito ficou por transcrever e muito mais por falar.



GONÇALO MORAIS
Instituto Superior de
Engenharia, Lisboa
gmorais@adm.isel.pt

GONÇALO Patrícia, fale-nos um pouco da área em que desenvolve o seu trabalho de investigação.

PATRÍCIA A minha área é uma área que não existe em Portugal. Eu sou a única pessoa que trabalha em sistemas de partículas. Parte da Teoria da Medida, de Processos Estocásticos e chegamos aos sistemas de partículas. A ideia que está por detrás do que eu faço é muito simples. Nós, tentando descrever tudo o que vemos com os nossos olhos, aquilo que podemos chamar de mundo macroscópico, um mundo contínuo, perguntamos, por exemplo, de que forma é que neste mundo um gás se espalha. Usando as leis da Física não podemos fazer uma descrição correta, porque teríamos de fazer uma lei para cada uma das partículas, algo que nem com os supercomputadores que temos hoje em dia isso seria possível. Estou a falar de um gás, mas poderíamos estar a falar de outras coisas, como planetas, galáxias...

GONÇALO Sistemas com muitas partículas...

PATRÍCIA Sistemas com muitas partículas... A ideia é então discretizar esse corpo, olhar para as partículas, para os constituintes, para as moléculas, e assumir que essas partículas não se movem de uma forma determinista. Eu não sei exatamente qual é a lei que elas seguem, mas direi que elas têm uma determinada probabilidade de se moverem para um determinado lugar. Claro que para conseguir calcular qualquer coisa, eu vou ter de escolher uma lei de probabilidade para as partículas. A matemática tem isso, eu posso querer ser muito ambiciosa e querer modelar o mundo usando fórmulas matemáticas, mas temos de ser realistas. Para conseguir tratar os modelos, temos de escolher a probabilidade e fazer simplificações. Há quantidades que eu estou interessada em analisar, por exemplo, a pressão, a temperatura. Num fluido, qual é a viscosidade...

Formalmente, isto significa que eu discretizo o espaço, unidimensional ou de dimensão superior. A discretização é feita segundo uma certa regra. Por exemplo, no caso unidimensional, faço a discretização do intervalo



[0,1] em intervalos pequenos e faço o comprimento de cada um destes subintervalos convergir para zero. Desse modo, no limite, consigo obter o espaço macroscópico inicial. Ou seja, faço uma inclusão de um espaço discreto num espaço contínuo, e quando passamos ao limite do parâmetro de escala, vou obter o meu espaço macro. Neste espaço discreto, dizemos que cada partícula vai esperar um tempo até começar a mover-se, uma quantidade de tempo aleatório, que é dada por um processo aleatório. Em geral, poderíamos considerar um processo qualquer, mas, de facto, para voltarmos ao mundo em que podemos fazer contas, vamos considerar um processo de Markov, em que, de todo o passado e o presente, para saber qual o futuro do meu processo só preciso de saber o presente. Quando a minha partícula decide iniciar o seu movimento, em que este início é regulado por uma variável exponencial, porque é a única distribuição contínua que tem a propriedade de perder a memória, obtemos então um sistema de partículas em que o tempo em que as partículas mudam de local e para onde mudam é

aleatório. No entanto, a quantidade que queremos observar tem uma lei determinística, pois quando passo ao limite, tenho uma função que é solução de uma equação às derivadas parciais (EDP), completamente determinística.

GONÇALO Um modelo parecido com uma caixa de Ehrenfest...

PATRÍCIA Sim, mas mais complicado, porque temos mais dimensões, mais variáveis, temos processos para os tempos e processos para os saltos, temos uma coisa de que eu não falei, que é a configuração inicial de que parte o meu sistema. Por exemplo, eu estico o braço e lanço um gás numa sala. Isto reflete uma escolha. O que é interessante é a passagem do microaleatório e discreto para o macro contínuo e determinístico.

GONÇALO E isso foi aquilo que o Boltzmann conseguiu fazer muito bem...

PATRÍCIA Exatamente. Isto é tudo proposto pelo Boltzmann na Física Estatística.

GONÇALO Consegue imaginar o que é que daqui a 20 anos se saberá na sua área que hoje não se sabe?

PATRÍCIA Eu e os meus colaboradores contribuimos para a resolução de um problema que estava em aberto na Física-Matemática há muitos anos, desde 1986. Num dia de inverno, temos partículas de gelo que caem na janela de um carro. Devido à geometria das partículas de gelo, há buracos que se formam. Se pensarmos na interface que se forma do vidro que tem partículas do vidro que não tem partículas, foi conjecturado em 1986 por três físicos, Kardar, Parisi and Zhang, que essa linha é descrita por uma lei universal, descrita por uma solução de uma EDP estocástica, aí sim, deixando de ser determinística. Essa conjectura afirmava que isto não acontecia apenas no caso das partículas de gelo, mas igualmente noutro tipo de fenómenos como o crescimento de bactérias, ou noutro exemplo que está muito presente entre os matemáticos, que é a marca deixada pelo copo do café numa mesa. Se observarmos essa linha com um microscópio, observamos o mesmo tipo de interface.

A pergunta a que eu e os meus colegas procurámos responder foi a de como apanhar num sistema microscópico e, a partir daqui, chegar ao sistema macroscópico. De novo, era tentar perceber de que forma se faz essa passagem do micro para o macro.

Conseguimos fazê-lo considerando sistemas muito gerais, sistemas que têm uma assimetria, ou seja, nas probabilidades de transição há uma direção privilegiada. Por exemplo, no caso unidimensional, as partículas terão uma probabilidade de se moverem para a esquerda diferente da probabilidade de se moverem para a direita. Ou seja, há um *drift*. Fazendo variar este *drift* conseguimos modelar a deposição de partículas com outros tipos de geometria.

GONÇALO E essa assimetria advém de uma lei física...

PATRÍCIA Sim, podemos pensar num caso extremo em que eu vou para a direita com probabilidade um. Este é o caso do trânsito. Podemos assim modelar os engarrafamentos e coisas desse estilo.

Para cada assimetria, caímos naquilo a que os físicos chamam classe universal, em que existem certas propriedades e um conjunto de equações. Quando mudamos a assi-

metria, mudamos de classe e isto implica que mudamos o tipo de geometria das nossas partículas.

Uma questão que ainda está em aberto é saber que tipo de sistemas caem nestas classes. Nós contribuimos com a classificação de vários sistemas.

GONÇALO E como é que acabou por ser a única pessoa em Portugal a trabalhar nesta área?

PATRÍCIA Bem, eu fiz a minha licenciatura na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, e passados 20 anos, fazendo uma crítica rápida ao ensino das Probabilidades em Portugal, as Probabilidades ainda são vistas junto à Estatística. Como qualquer pessoa num curso científico em Portugal, temos uma cadeira na licenciatura de Probabilidades e Estatística em que, basicamente, se passa um semestre inteiro a mentir aos alunos. O problema é que um aluno de licenciatura em Matemática chega ao fim dos três anos e não vê nunca nada de probabilidades. A minha realidade foi esta.

Na escolha da área do meu curso, escolhi inicialmente o ramo educacional. Mas antes de ir para estágio, decidi mudar para Matemática Pura. Ajudou-me na altura a forma como o curso estava organizado, pois, voltando atrás, apenas tive de fazer uma cadeira do terceiro ano e o quarto ano completo. Essa disciplina do terceiro ano era precisamente Teoria da Medida. Fiz o primeiro semestre. Na altura, os professores que eu tinha eram, na sua maior parte doutorados em sistemas dinâmicos pelo IMPA e eles estavam sempre a aconselharem-nos a ir fazer um curso de verão ao Rio de Janeiro. Era possível, porque o verão no Brasil coincide com a fase de exames do primeiro semestre aqui. Falámos com os professores e, eu e mais dois colegas, fomos. Embora a minha ideia original fosse ir fazer um curso de Análise Funcional ou Probabilidades, descobri que havia um curso de Teoria da Medida com um professor que eu não sabia quem era.

GONÇALO E quem era esse Professor?

PATRÍCIA Era o Cláudio Landim, que veio mais tarde a ser o meu orientador. Fiz então Teoria da Medida, de que eu já tinha ouvido falar mas não sabia o que era. Além disso, ia ter essa mesma disciplina no segundo semestre no Porto. Gostei imenso! Percebi que se fizesse o doutoramento no IMPA, era com ele que queria trabalhar. Independentemente daquilo que ele fizesse. Ele era muito duro mas ao mesmo tempo era muito rigoroso, qualquer

questão tinha sempre uma resposta correta. Voltei ao Porto. Fiz basicamente um ano num semestre porque tinha estado no Brasil e tinha ainda as disciplinas de primeiro semestre para acabar. Candidatei-me ao IMPA diretamente para doutoramento, sabendo que tinha de fazer um enorme esforço para colmatar o que não sabia de Probabilidades.

GONÇALO Vamos falar um bocado do IMPA...

PATRÍCIA O ambiente do IMPA é espetacular. Não sei como está agora. Na altura havia muitos portugueses com bolsa da FCT. Hoje em dia está diferente, porque a FCT está a atribuir bolsas aos programas doutorais. Na altura, éramos dez portugueses, eu em Probabilidades e muitos em Sistemas Dinâmicos.

Alguns dos que foram comigo não voltaram mais, porque temos em Portugal este problema muito grave dos concursos. Eu demorei nove anos para arranjar emprego. É um problema que fingimos não existir. Eu passei por tudo, ao ponto de dizerem que não sou probabilista, ao

ponto de não ser admitida sequer a concurso. Tive momentos em que tive vontade de nunca mais voltar a Portugal.

GONÇALO Mas a visão que temos é a de que no meio do caos que é o Brasil, o IMPA é uma ilha...

PATRÍCIA Mas em ciência as coisas são muito mais evoluídas do que aqui. A gestão de um projeto no Brasil é aquilo que deveríamos fazer em Portugal. Eu tenho esta bolsa da ERC para gerir e muitos dos cabelos brancos que tenho devem-se, não aos meus três filhos, mas à gestão desta bolsa. Por exemplo, para comprar os computadores para a minha equipa, mandei o preço para Bruxelas e eles disseram de imediato que sim. Em Portugal, um Mac é considerado um produto de luxo e, portanto, comprar isto nem pensar. Mandei uma carta para o Ministério das Finanças e estive seis meses sem resposta. Entretanto, a lei mudou e eu pude comprar os computadores. E isto com dinheiro europeu que quando chega a Portugal tem de se reger com a lei portuguesa e com a lei do Técnico. No Brasil



dão-nos um cartão de crédito e somos nós que fazemos a gestão do dinheiro, sem ter de passar por agências de viagens em que pagamos por uma deslocação quatro vezes mais do que se fosse comprado diretamente na internet. Mas eu não quero saber nada do passado, costumo dizer que sou um processador de Markov. Felizmente, tudo correu bem e hoje estou no Técnico, que é um local onde quis estar.

GONÇALO E a bolsa da ERC...

PATRÍCIA Bem, decidi concorrer mas sem grandes esperanças. Primeiro, havia um colaborador meu que já tinha concorrido e passou para a entrevista, que é a segunda fase do concurso. O passar para a entrevista já é algo extraordinário. Em França quem chega a esta fase, mesmo que não progrida mais, tem financiamento do Ministério da Educação e Ciência, porque o projecto já é reconhecido como de excelência. Houve muitos outros, pessoas de muita qualidade que eu conhecia que nem sequer chegaram à entrevista.

Mas, apesar de tudo, decidi concorrer na mesma. Perdi um mês da minha vida, porque o processo é todo ele cheio de detalhes. Por exemplo, o resumo, que eu devo ter escrito umas 100 vezes, tem de ser feito de maneira a captar a atenção de alguém que não é necessariamente especialista na área. Os slides, por exemplo, não podem ter certo tipo de cores, por causa da luz da sala.

Quando terminei a apresentação achei que não ia ganhar, mas tudo acabou por correr bem.

GONÇALO Gostaria de falar de um último tema. Acha que o mundo da Matemática é um mundo de homens?

PATRÍCIA Tenho respondido a essa pergunta muitas vezes nos últimos tempos. Em dezembro, estava em Cambridge, no Newton Institute, numa conferência em Física-Matemática e, dos 86 participantes, éramos apenas cinco mulheres. Em muitas conferências em que sou organizadora, e em que proponho o nome de mulheres, existe sempre um certo atrito. Não que a pessoa que eu esteja a escolher fosse pior, mas o que muitas vezes acontece, caso duas pessoas estejam em pé de igualdade, é ser o homem o escolhido.

GONÇALO Ou seja, uma mulher tem de ser sempre melhor...



PATRÍCIA Muito melhor. Em muitas conferências, eu sou a única mulher que fala e existem pouquíssimas na assistência. Mas por detrás disto tudo existem razões fortes para isto acontecer. Há mulheres que querem ser mães. Eu andei muito tempo a esperar o tempo certo para ter filhos. No Técnico, por exemplo, depois de ter tido um filho, dão-nos a possibilidade de estar um semestre só a fazer investigação. Eu fui investigadora FCT com um filho e o prazo continua a correr. Por exemplo, a amamentação é um período difícil, em que estamos constantemente a correr para casa para dar de mamar. Com todas estas dificuldades, é fácil desistir. Julgo que este processo tem de ser revisto.

GONÇALO Patrícia, obrigado...

PATRÍCIA De nada, foi um gosto.