



## GONÇALO MORAIS CONVERSA COM CÉDRIC VILLANI

Matemático francês, doutorado pela École Normale Supérieure de Paris, sob orientação de Pierre Louis Lions, tem contribuições fundamentais em diversas áreas da Matemática das quais podemos destacar a Teoria Cinética dos Gases, Problema do Transporte Ótimo e a Geometria Riemanniana métrica. O seu trabalho foi agraciado com diversas distinções das quais destacamos naturalmente a Medalha Fields em 2010. É actualmente diretor do Instituto Henri Poincaré e tem uma intensa actividade de divulgador. Nesta conversa, para lá dos temas matemáticos, ainda tivemos tempo de nos debruçarmos no seu empenho no fortalecimento da construção europeia.



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

**GONÇALO** Em primeiro lugar, gostava de agradecer a sua disponibilidade para me conceder esta entrevista. Foi, de facto, difícil encontrarmos um buraco no seu horário apertado...

**VILLANI** É sempre um prazer falar sobre matemática.

**GONÇALO** Podemos talvez começar pelo início... Descobriu a matemática na sua infância ou mais tarde?

**VILLANI** Toda a gente me pergunta o que me terá levado a ser matemático. Para ser franco, eu nunca decidi verdadeiramente ser matemático. Na escola, desde pequeno que gostava de matemática e fui seguindo, fui seguindo, até chegar ao fim.

**GONÇALO** Foi o caminho lógico a seguir. E se não fosse matemático, consegue imaginar-se a fazer outra coisa qualquer?

**VILLANI** Quando era muito pequeno desejava ser paleontologista, descobrir fósseis de dinossauro e todas as coisas daí decorrentes. Não me arrependo de não ter seguido esse caminho. Ser paleontologista é algo muito difícil, é um trabalho muito duro. Ser matemático, de certa forma, é mais fácil.

**GONÇALO** Talvez os paleontologistas não pensem exactamente da mesma maneira...

**VILLANI** Possivelmente...

**GONÇALO** Quando preparava esta entrevista, li algumas das coisas que escreveu, percebi que existe na forma como escreve um esforço para contextualizar historicamente uma descoberta. Esse é um aspeto não muito comum nos livros de matemática.



**VILLANI** Pela minha experiência, existem apenas duas coisas de que as pessoas de todas as idades gostam realmente: histórias e jogos. Assim, o essencial da comunicação para pessoas que não são especialistas num determinado assunto são histórias e jogos. É natural que me centre em narrar a história dos matemáticos, as histórias das ideias, dos projetos ambiciosos e por aí fora.

**GONÇALO** Como é que descreve o seu trabalho dentro do mundo matemático?

**VILLANI** Eu considero-me essencialmente um analista, o que não deixa de ser um pouco irónico, visto que aos 15 anos eu estava maravilhado pela Geometria. Depois pelos 18, 19, 20 anos Álgebra seria o meu ponto mais forte. Aos 21 comecei a fazer o meu doutoramento em Análise, mais precisamente em Física-Matemática. Desse modo, até relativamente tarde foi impossível prever o que seria a minha carreira em matemática. Estas coisas são imprevisíveis. Temos de deixar as coisas acontecer.

Tudo depende do sítio onde estamos e das pessoas que encontramos, do que ouvimos e do que queremos fazer, depende de imensos fatores.

**GONÇALO** Provém de uma linhagem distinta de matemáticos...

**VILLANI** Eu tenho quatro referências essenciais enquanto matemático. Pierre-Louis Lion que foi o meu orientador da tese de doutoramento, especialista em Equações às Derivadas Parciais (EDPs) e Análise Matemática. A minha segunda referência foi Yann Brenier, o meu tutor na École Normale Supérieure, também especialista em EDPs e Análise Matemática, mas com um estilo distinto do estilo de Lions. A terceira é um probabilista, Michel Ledoux. A quarta referência é o Eric Carlen, que está agora em Rutgers mas que na altura estava em Atlanta. Os diferentes estilos de cada um destes matemáticos acho que podem ser reconhecidos no meu trabalho.

**GONÇALO** E enquadra esse estilo na tradição da escola matemática francesa ou acha que pode ser enquadrado num âmbito mais internacional?

**VILLANI** O assunto ao qual eu me dedico preferencialmente, a Teoria Cinética dos Gases, é um tema em que, a par com os italianos, os franceses são muito fortes. Houve um tempo em que também nos Estados Unidos havia uma escola muito forte neste assunto, mas isso de alguma forma esmoreceu. Mas fiz toda a minha formação em França, pelo que inevitavelmente faço parte dessa cultura e sou de alguma forma seguidor dessa tradição. Eu fui aluno na École Normale Supérieure de Paris, que juntamente com a Universidade de Princeton, é o local do mundo com mais ex-alunos premiados com a Medalha Fields. Sem dúvida que terá de se notar o peso da tradição num sistema tão forte. Uma das razões pelas quais nunca tive de escolher ser matemático prende-se com o facto de ser aluno desse sistema, sistema esse que está desenhado para que os melhores alunos de matemática sejam conduzidos ao longo do percurso.

**GONÇALO** Temos de falar de Boltzmann, uma das suas referências fundamentais, alvo de muita incompreensão pelas suas ideias no século XIX...

**VILLANI** Bem, na verdade, julga-se hoje que a falta de aceitação das suas ideias e a sua tragédia pessoal foi de alguma maneira exagerada. Temos, em primeiro lugar,

de referir que ele teria sido uma personagem com uma personalidade complicada. Ele desistiu de posições importantes sem explicação aparente, viveu bastante atormentado os últimos tempos da sua vida e o próprio suicídio é algo que carece ainda hoje de explicação. Tinha uma personalidade intensa. Existe uma história de um debate entre Boltzmann e um outro matemático que eu não consigo precisar, mas julgo que foi o Ostwald, em que o seu oponente, para recuperar do mesmo, teve de passar vários dias de cama. Isto mostra claramente que Boltzmann era forte e acérrimo defensor das suas ideias. Segundo Sommerfeld, que na altura era um jovem cientista, Boltzmann ganhou a contenda. Estes aspetos da personalidade de Boltzmann são, de alguma maneira, ignorados. O seu trabalho influenciou Einstein e outros grandes cientistas e ele gozava certamente do apoio das gerações mais novas. Parece-me natural concluir que a sua influência foi mais notória do que é habitualmente considerado.

**GONÇALO** Hoje Boltzmann aparece por todo o lado. Um das coisas mais interessantes que tive oportunidade de ler nos seus escritos é a referência a Kantorovich. Acha que é possível desenvolver uma espécie de Física-Estatística em Economia?

**VILLANI** É possível! A prova está lá. Na verdade um dos conceitos fundamentais por detrás do meu trabalho é o conceito de entropia. Já existia o conceito antes de Bolt-



zmann mas era uma ferramenta essencialmente prática em Termodinâmica quando queríamos construir motores e coisas parecidas. Boltzmann atribui à entropia um significado matemático. Desde então, a entropia passou a ser uma ferramenta essencial em matemática, em Teoria da Comunicação de Shannon, na teoria das EDPs, etc.

No meu trabalho, a entropia acabou por ocupar um papel central de tal modo que posso dizer que, nos primeiros dez anos em que fiz investigação em matemática, o conceito de entropia era o que havia de comum em todos os meus artigos. Depois desse período isso deixou de ser verdade. Uma das contribuições fundamentais do meu trabalho, em conjunto com outras pessoas, foi a conjugação da entropia de Boltzmann, do seu significado matemático, com a teoria do Transporte Ótimo de Kantorovich. Isso permitiu reinterpretar alguns resultados em Geometria não-Euclidiana. Estes resultados mudaram a perspectiva que tínhamos acerca do assunto. Este é um dos aspetos mais interessantes da matemática: o facto de uma determinada ferramenta aparecer num determinado contexto e mais tarde ser reutilizada num outro contexto. Por outro lado, o trabalho de Kantorovich tinha como aplicação a resolução de problemas em Economia, pelo que posso responder afirmativamente à sua questão. Existem todo o tipo de implicações entre Física-Estística, Geometria e Economia.

**GONÇALO** Um outro artigo seu que li falava da importância do conceito da curvatura de Ricci. Podia falar-nos um pouco da forma como chegou a esse assunto e por que razão este conceito ocupa hoje um lugar central no desenvolvimento da matemática?

**VILLANI** O conceito da curvatura de Ricci foi criado no início do século XX e mede o afastamento do nosso modelo, o quão diferente a geometria em que estamos a trabalhar é do mundo euclidiano. A forma mais simples de caracterizar a curvatura de Ricci talvez seja a seguinte: quando a curvatura de Ricci é positiva e olhamos para uma fonte de luz, sobrestimamos a superfície dessa fonte de luz. Tornou-se um conceito famoso devido a duas aplicações importantes. Em primeiro lugar é o tipo de curvatura usado por Einstein e Grossmann na Teoria da Relatividade Geral e trata-se da forma de exprimir a distorção do Espaço-Tempo em função da distribuição da massa. Num universo sem massa, a curvatura de Ricci é nula.

Outra aplicação fundamental é através do chama-

do fluxo de Ricci, usado por Gregory Pearlman para demonstrar a então chamada conjectura de Poincaré. Se tivermos uma determinada geometria e uma determinada curvatura, existe um processo de deformação da métrica riemanianna até esta ficar uniforme ao longo do espaço. A forma correta de expressar isto é através de uma equação de Difusão. Podemos então pensar sobre a forma como poderemos usar os conceitos de entropia e de transporte ótimo para redefinir o conceito de fluxo de Ricci. Imaginemos que temos um processo que nos dá a distribuição de matéria desde uma configuração inicial até uma configuração final de forma a consumir o mínimo de energia cinética. Eu chamo-lhe o *problema do gás mandrião*. Ao longo do processo, vamos observando a evolução da entropia. Quando o gás está muito concentrado, a entropia é baixa, quando está muito disperso, a entropia é alta. A concavidade da curva que nos dá a evolução da entropia garante-nos que a curvatura de Ricci é não-negativa. Podemos então observar os limites para a curvatura de Ricci olhando para a variação da entropia nestes processos de energia mínima. Isto levou a que fosse possível resolver problemas importantes em Geometria e em Transporte Ótimo.

Ouvi pela primeira vez falar de curvatura de Ricci em 1998, quando estava a defender a minha tese de doutoramento e um dos elementos do júri, porque tinha estado a trabalhar em coisas relacionadas com entropia e equação de Boltzmann, disse-me que devia olhar para problemas de difusão relacionados com a curvatura de Ricci e falou-me de um teorema demonstrado em Teoria das Probabilidades, em que se mostra que se a probabilidade estiver entre certos limites, então são verificadas uma série de desigualdades. Naquela altura não tive a coragem de admitir que não fazia a mínima ideia do que era a curvatura de Ricci. Passados uns seis anos, estava entre aqueles que propunham uma nova caracterização da curvatura de Ricci. Esta é uma das histórias em que se demonstra de que forma somos moldados pelo ambiente que nos rodeia.

**GONÇALO** E depois aconteceu a Medalha Fields. Li a propósito disso um pequeno texto seu em que coloca em perspectiva os vencedores deste prémio perante a comunidade. Neste, refere numa certa passagem as caras de terror dos premiados quando se encontram face a face com a restante comunidade. Um texto de uma beleza extraordinária. É de facto aterrador ser famoso e aplaudido pelas multidões?

VILLANI Há coisas piores certamente. Mas temos, de facto, de enfrentar as pessoas e assumir que sim, ganhámos este prémio. Mas existe em nós um sentimento contraditório. Por um lado, sentimo-nos orgulhosos, mas no fundo sentimos que não merecemos tal distinção. Sabe, existem pessoas que estão de facto no topo das coisas, são pessoas especiais. Essas pessoas são muito raras.

GONÇALO Está a pensar em...

VILLANI Terry Tao, por exemplo. Toda a gente sabia que ele ia ganhar a Medalha Fields. Artur Ávila é outro exemplo. Nós, os que restamos, somos um pouco fruto do acaso e resultado de algum tipo de competição que existe entre nós.

GONÇALO Mas foi verdadeiramente uma surpresa para si ganhar a Medalha Fields?

VILLANI Atribuía a mim próprio à volta de quarenta por cento de hipótese de ganhar. Tinha boas hipóteses, mas só isso. O trabalho que poderia contribuir de forma mais determinante para a minha vitória tinha sido publicado apenas um ano antes do Congresso. E também isso foi de alguma forma resultado da sorte e da persistência, pois estive muitas vezes quase a desistir do problema em questão. Mas, na verdade, havia sempre qualquer coisa que me fazia voltar ao trabalho.

GONÇALO E quando trabalhava na solução desses problemas, conseguia imaginar que entre as consequências possíveis podia estar um prémio como este?

VILLANI Em certos momentos, sim. Mas, por outro lado, a verdade é que a única forma de podermos resolver um problema deste tipo é focarmo-nos unicamente nesse objetivo. Existem então alturas em que estamos a pensar no mesmo problema durante doze horas por dia e ele torna-se verdadeiramente uma parte de nós próprios. Esta capacidade de nos tornarmos obsessivos relativamente a um problema julgo que é a característica principal que nos permite fazer investigação em matemática e em ciência no geral.

GONÇALO E o que é que mudou depois disso?

VILLANI Penso que mudou tudo. O meu horário tornou-se infernal, lecionei uma quantidade impressionante

de cursos, seminários e conferências, consegui angariar mais de vinte cinco milhões de euros para o meu instituto, para fazer investigação, comecei a participar em programas europeus de investigação, fundei um museu de ciência, escrevi vários livros, um dos quais teve recentemente uma edição portuguesa. Esse livro vendeu mais de cem mil cópias e foi traduzido em doze línguas. Particpei em dúzias de programas televisivos...

GONÇALO E dorme?

VILLANI Durmo de tempos a tempos. Às vezes estou tão exausto que penso que vou morrer. Paralelamente, faço parte de um grupo político que defende o federalismo europeu...

GONÇALO Europa Nova...

VILLANI Precisamente...

GONÇALO Podia descrever-nos qual a sua participação nesse movimento?

VILLANI Direi qual a minha participação mas primeiro, e mais importante para que fique muito claro, noventa e cinco por cento de todas estas atividades não foram algo que eu tivesse decidido fazer mas sim algo que eu aceitei fazer. Muitas pessoas vieram ao meu encontro propondo-me ser diretor disto, membro daquilo... Não aceito tudo se não já estaria morto neste momento! Esta foi a visibilidade que eu recebi fruto da Medalha Fields e eu aceito todas estas atividades porque aceito a responsabilidade perante a comunidade de ter sido agraciado com tal prémio.

Acerca da Europa. O que eu acho mais importante na construção política europeia é que a Europa consiga ser uma construção política forte e que, desta forma, consiga resistir às pressões que vêm de fora e que levem à destruição do nosso nível de vida e que faça com que a Europa possa ter uma palavra a dizer em relação às grandes questões internacionais. Nenhum país europeu isoladamente consegue fazer frente aos Estados Unidos ou à China.

GONÇALO E por que razão pensa que o federalismo é a resposta para essas questões?

VILLANI Porque na união económica não existe esta força. Foi feito já um caminho, mas não o caminho suficiente. Neste momento estamos a viver a desagregação da Europa com o aparecimento dos movimentos nacionalistas.

GONÇALO Nos textos da Europa Nova defende-se que o federalismo é o caminho para que haja uma Europa mais democrática.

VILLANI Uma das coisas que defendemos é a eleição de um presidente europeu. Poucos são os cidadãos que conseguem nomear um presidente de algum dos Órgãos europeus. Uma das razões é porque existe um presidente do conselho e um presidente da comissão. O presidente da comissão resulta da nomeação por parte dos partidos que obtiveram a maioria. Mas o mais importante é que essa eleição e a posterior nomeação não resultam de qualquer debate público. As eleições em democracia não servem apenas para eleger mas também para debater. Por esta razão, grande parte das pessoas não votam porque não se sentem envolvidas nas questões europeias. O resultado de tudo isto é o desastre que estamos a viver. Acho que todos temos a responsabilidade de fazer algo que mude isto e na Europa Nova temos a convicção de que existe uma cultura, uma perspetiva de vida que nos une enquanto europeus muito para lá do nível económico.

GONÇALO Duas questões antes de terminarmos. Em primeiro lugar, gostaria de o ouvir acerca da convicção que Hayek tinha na defesa do federalismo, em que, por um lado, possibilitava a participação de todos mas que, por outro lado, impossibilitava que o sistema mudasse de uma forma drástica.

VILLANI Julgo que existem muitas formas diferentes de federalismo. O federalismo dos Estados Unidos é facilmente reconhecido, mas não estamos habituados a olhar para o Brasil e para a China como sistemas federais, pois vêmo-los como sistemas perfeitamente integrados. O federalismo também depende do orçamento comum. Por exemplo, o orçamento federal americano é muito mais forte do que o europeu. A palavra-chave por detrás do

federalismo é a coordenação, que é algo muito diferente do conceito de unificação. Isto significa que se preserva a identidade das partes, reforçando o comum através do compromisso. Isso, de alguma maneira, vai de encontro ao que estava a referir, visto que é muito mais fácil acordarmos em relação ao que não queremos do que em relação ao que desejamos em conjunto. Dessa forma, as mudanças radicais são de alguma maneira impossibilitadas.

GONÇALO A última questão relacionada com matemática prende-se com a dura crítica feita por Vladimir Arnold ao movimento de Bourbaki e, de certa forma, à escola francesa. Qual é a sua reação a essa crítica?

VILLANI Também aqui eu penso que um debate público sobre a forma como se faz matemática é salutar. É estimulante e cria momentos engraçados quando discutimos assuntos que de alguma forma não são tão sérios. É bom que haja essas opiniões fortes acerca da matemática. Neste caso em particular, julgo que Arnold estava ao mesmo tempo certo e errado. Estava certo quando defendia que não há apenas uma forma de fazer matemática e que o sonho de Bourbaki de unificar a matemática tornou-se com o tempo uma ideia algo desatualizada, levando a que muitas outras coisas interessantes que se fizeram em matemática não tivessem o destaque que mereciam.

Estava errado quando não reconhecia que Bourbaki foi importante na história da matemática, marcando importantes avanços em certos campos e convenções, sendo importante para o estruturalismo nesses tempos. Por outro lado, Bourbaki não impediu que os livros de Arnold tivessem uma influência fundamental em muitas gerações de matemáticos franceses. A diferença de estilos e o debate que isso acarreta não constituem certamente um problema, antes pelo contrário, são algo fundamental.

GONÇALO Resta-me apenas agradecer-lhe por este tempo dentro do seu escasso tempo...

VILLANI Hum, hum...