



UMA CONVERSA COM VOLKER MEHRMANN: A MATEMÁTICA TRAZ FELICIDADE

SÍLVIA BARBEIRO
Universidade de
Coimbra,
silvia@mat.uc.pt

ANA MENDES
Escola Superior de
Tecnologia e Gestão
do Politécnico de
Leiria
aimendes@ipleiria.pt

MARTIN RAUSSEN
Universidade de
Aalborg
raussen@math.aau.dk



Volker Mehrmann é um matemático completo e surpreende em todas as vertentes: investigação, ensino, transferência de conhecimento e cargos administrativos. Especialista nas áreas de álgebra linear numérica, equações diferenciais algébricas e teoria do controlo, gosta de fazer investigação motivada por problemas reais e desenvolver matemática fundamental impactante na ciência e na tecnologia. Com uma personalidade marcante, Mehrmann deixa um legado notável como presidente da GAMM (Associação Internacional de Matemática Aplicada e Mecânica), da MATHEON (Centro de Investigação Matemática para tecnologias-chave), do ECMath

(Centro Einstein de Matemática, em Berlim) e ainda da EMS (Sociedade Europeia de Matemática). Preocupa-se com a forma como comunica matemática e com o ambiente de trabalho dos seus estudantes.

Conversámos com Volker Mehrmann no passado mês de outubro e ouvimos avidamente as respostas a todas as perguntas que lhe colocámos. No final, descobrimos o seu segredo: a matemática traz felicidade.

Este artigo foi preparado em duas versões para publicação na *Gazeta de Matemática* (versão reduzida, em língua portuguesa) e na *EMS Magazine* (versão integral, em língua inglesa).

ENSINO SECUNDÁRIO E UNIVERSIDADE DE BIELEFELD

Caro professor Mehrmann, caro Volker: O que, ou quem, estimulou em primeiro lugar o seu interesse pela matemática?

Bem, isso aconteceu no Ensino Secundário. Eu estava numa escola especial para alunos de Matemática, Física e áreas STEM¹. Gostava muito e era bom nisso. Por isso, decidi que queria ser professor de Matemática. E sou.

Pode contar-nos um pouco mais sobre as suas experiências escolares nessa altura?

Isso foi nos anos 60 e 70, quando o sistema escolar alemão ainda era bastante rígido. As escolas estavam separadas em três níveis. O *Gymnasium* ou Ensino Secundário destinava-se aos melhores alunos. Depois havia a escola média e a escola básica. A educação no *Gymnasium* durava 13 anos, na escola média dez e na outra durava oito ou nove anos. Fui enviado para o *Gymnasium* por recomendação dos meus professores, porque eu já era bom a Matemática no Ensino Básico. Os meus pais, que eram operários, concordaram, embora se preocupassem com o facto de não conseguirem ajudar-me. Não foi fácil: tinha de ir para outra cidade e apanhar o autocarro todas as manhãs. Mas gostei, era bom na escola e, por isso, era bastante claro que queria continuar.

A Alemanha estava dividida entre Ocidental e Oriental nessa época. O que significava isso para si?

Eu vivia na Alemanha Ocidental, onde, à época, as escolas começavam a tornar-se um pouco mais individualizadas. Não era assim quando entrei no *Gymnasium*, mas mais tarde debatia-se muito e a política começou a ser importante. No entanto, como eu estava numa escola com ênfase em Matemática e Física, a política não desempenhava um papel significativo. Tínhamos mais aulas de Matemática do que outras escolas secundárias, seis horas por semana, e eu gostava disso. Pelo que sei, o sistema da Alemanha Oriental era mais semelhante ao russo, que exigia muita persistência.

Pode falar-nos sobre as suas experiências quando começou os estudos na universidade?

Bem, começou com uma experiência muito má. Quando entrei na universidade, tinha apenas 17 anos. Era muito jovem, o que era incomum naquela época. Após o primeiro semestre, fui convocado para o Exército e, por isso, tive de deixar os estudos durante os 15 meses de serviço militar. Quando regresssei, fui diretamente para o terceiro semestre, como se não tivesse estado ausente. Isso não foi bom, porque perdi muita matéria importante, que tive de recuperar. Estudei na Universidade de Bielefeld,

¹ STEM: Science, Technology, Engineering and Mathematics.



Volker Mehrmann com Angelika Bunse-Gerstner, em Bielefeld, em 1991.

que foi criada como uma universidade reformista, uma das novas universidades fundadas na Alemanha sob os governos sociais-democratas. Eram baseadas em ideias fantásticas. Bielefeld tinha um forte enfoque interdisciplinar, com centros de investigação interdisciplinares. Mas o Departamento de Matemática na altura era, em 90%, muito teórico. Os 10% restantes eram incentivados a trabalhar com economistas, químicos, etc. Gostei dessa abordagem e, por isso, acabei por me dedicar à matemática aplicada. O curso de Matemática estava dividido em dois programas diferentes, um para formação de professores e outro chamado *Diplom*, para estudantes que queriam trabalhar com matemática fora das escolas. O primeiro incluía Didática, Filosofia, e assim por diante. Eu estava inscrito nesse programa porque queria ser professor. Mas antes disso, queria trabalhar como tutor universitário, e para tal era necessário passar num exame intermédio, o *Vordiplom*, algo semelhante a uma licenciatura nos dias de hoje. Foi por isso que fiz este exame após o meu terceiro semestre. Depois surgiu uma oportunidade: um novo professor, especialista em combinatória e teoria dos grafos,

chegou à universidade. Como tutor, integrei o curso dele, embora nunca o tivesse frequentado antes. Ele perguntou-me se estaria interessado em escrever uma tese em teoria dos grafos, mas eu já estava decidido a trabalhar em análise numérica, pois gostava muito dessa área e também de programação.

ESTUDOS AVANÇADOS NOS ESTADOS UNIDOS

Comecei a trabalhar com o professor Ludwig Elsner, na área de análise numérica. Mas quando lhe disse que queria fazer o exame para professores e escrever uma tese nesse programa, ele teve dificuldades em imaginar uma tese de professores em numérica e sugeriu que eu escrevesse uma tese de diploma em vez disso. Ele disse-me que poderíamos certamente fazer com que a tese fosse reconhecida como uma tese de professores mais tarde.

Para trabalhar como professor numa escola secundária, era necessário um passo adicional, em que se aprendia como ensinar Matemática aos alunos. Quando me

candidatei, enviaram-me para um local muito remoto, para onde não quis ir. Sendo aventureiro, perguntei ao professor Elsner se poderia continuar os estudos noutra país. Ele disse: “Isso é muito fácil: pegas na página inicial da revista *Linear Algebra and Its Applications* e olhas para todos os nomes que estão lá. Escreves uma carta a cada um deles perguntando se poderias ir estudar fora.” E foi exatamente o que fiz. Enviei cartas manuscritas.

Quem foi o primeiro a aceitá-lo?

Recebi três respostas positivas: uma de Stanford, do Gene Golub; uma de Calgary, do Peter Lancaster; e outra do Richard Varga, da Kent State University. Como a resposta do Richard Varga foi a primeira a chegar, e estava escrita em alemão, optei por ir para Kent State, uma pequena universidade no Midwest. Stanford talvez tivesse sido uma escolha mais vantajosa para a minha carreira. Quem sabe? Gostei muito da experiência em Kent State.

Teve de pagar propinas?

Não, ofereceram-me imediatamente uma posição como assistente de ensino, porque já tinha um diploma. Além disso, não precisei de fazer os exames de qualificação habituais e pude começar imediatamente a trabalhar numa tese. Mas depois tive uma experiência muito má: já tinha um tema para a tese de doutoramento, na área de teoria das perturbações para famílias de matrizes paramétricas, e comecei a trabalhar nesse campo.

Esse tema foi sugerido pelo seu orientador em Kent State?

Não, veio, na verdade, do meu orientador de mestrado alemão, que o tinha sugerido como um problema importante em aberto, e eu estava bem preparado para trabalhar nele. Quando cheguei a Kent State, Richard Varga disse-me que não daria aulas naquele semestre. Fui o seu único estudante e fiz um seminário individual de duas horas por semana com ele. Todas as semanas, ele dava-me um artigo para ler, e na semana seguinte eu tinha de o apresentar. Na terceira semana, ele deu-me um artigo de Peter Stuart, de Maryland, onde já tinha sido resolvido o problema que deveria ser o tema da minha tese!

Richard Varga deu-me então um tema diferente, que era trabalhar em matrizes não negativas, um problema importante proposto por Olga Taussky, a famosa algebrista. O objetivo era unificar três tipos diferentes de não negatividade em matrizes: a não negatividade de todos os elementos, a não negatividade para formas quadráticas (não negatividade de Loewner) e a não negatividade total, que significa que todos os subdeterminantes são não negati-

vos. Olga Taussky tinha conjecturado que deveria haver uma forma uniforme de tratar todas estas situações. Trabalhei nesta conjectura, provando-a para matrizes de dimensão $n = 5$. Depois, tentei encontrar um contraexemplo usando o computador, mas não consegui. Como frequentemente acontece em matemática, em vez disso, acabei por provar outros resultados. Acho que foi só em 1999 que a conjectura foi provada como falsa, através de um contraexemplo para matrizes 22 por 22. A questão ainda permanece em aberto, para as dimensões entre 5 e 22.

Quem encontrou este contraexemplo?

Foi Olga Holtz, em Berkeley. Ela teve a ideia engenhosa de investigar uma classe especial de matrizes, as matrizes de Toeplitz com bandas, de forma a que não tivesse de lidar com tantos parâmetros. Eu tinha trabalhado na classe geral de matrizes $n \times n$, com n^2 parâmetros e $n!$ desigualdades com determinantes!

DIREÇÕES NA INVESTIGAÇÃO MATEMÁTICA

Pode contar-nos um pouco mais sobre a sua investigação, seja como iniciante ou mais recentemente? Há resultados de que se orgulhe particularmente?

Há um ditado que diz que “o criminoso volta sempre ao local do crime”. No meu caso, isto aplica-se ao tema da minha tese de mestrado. Na minha tese, desenvolvi um algoritmo para cálculo de valores próprios sobre o grupo simplético, o grupo unitário e o grupo ortogonal com respeito a produtos internos indefinidos. Provei que o único caso em que os cálculos numéricos funcionavam bem era para o grupo unitário. Nos outros casos, havia divergência e mau condicionamento. Cerca de quatro anos depois, após o meu doutoramento, estava pela segunda vez nos EUA e ouvi uma palestra de Ralph Byers, que estava a usar o grupo simplético em controlo ótimo. Pensei: “Eis uma aplicação para o meu algoritmo inútil!” E foi assim que comecei a trabalhar em teoria de controlo, e desde então tenho trabalhado nisso, além dos tópicos numéricos clássicos que já conhecia. É muito divertido, porque significa colaborar com engenheiros. Aprende-se muito ao cooperar com engenheiros de controlo, pois eles trabalham com problemas da vida real. Em cada automóvel, avião e bicicleta, existem questões para as quais a teoria de controlo é essencial. Ao longo dos anos, tenho trabalhado em teoria de controlo, teoria de matrizes e também em computação de alto desempenho. Estas foram as principais direções.

Em 2011, recebi um financiamento do ERC (Conselho

Europeu de Investigação) para modelar sistemas acoplados provenientes de diferentes domínios físicos. No início, foi um fracasso completo. Não conseguia avançar. Mas então ouvi uma palestra do teórico de controlo Arjan van der Schaft, dos Países Baixos. Ele propôs uma abordagem baseada em energia, mais próxima da física. Desde 2015, tenho-me dedicado a sistemas port-hamiltonianos, à modelação, à análise numérica e à álgebra linear, e é realmente mágico. Quando me fazem uma pergunta, eu interpreto-a na estrutura port-hamiltoniana. Existe uma matemática muito elegante por trás disso, geometria e, claro, física. Seja qual for o problema, parece funcionar muito melhor com esta abordagem do que sem ela. Um físico certamente diria: *Ah, sempre soubemos disso!* Mas os engenheiros não sabiam!

EQUAÇÕES DIFERENCIAIS ALGÉBRICAS

Pode explicar-nos o que são equações diferenciais algébricas (EDA)? Estas são o ingrediente-chave do seu trabalho mais citado, em coautoria com Peter Kunkel...

Uma equação diferencial algébrica é, na essência, uma equação diferencial num espaço com restrições, ou seja, numa variedade. Há um fluxo associado a uma equação diferencial, mas ele é condicionado por restrições. Um exemplo típico seria um satélite em órbita, ou um robô que possui restrições devido aos motores nas juntas. Este tipo de abordagem surgiu nos anos 70 como uma nova forma de investigação. No entanto, se recuarmos na História, foi iniciado por Kirchhoff em 1870 na Academia de Ciências de Berlim, quando ele apresentou as equações para descrever a eletricidade. Kronecker e Weierstrass continuaram este trabalho, estabelecendo a teoria para o caso linear no final do século XIX. Mas essa abordagem saiu completamente de moda.

Os matemáticos têm uma grande tendência para abandonar algo que já dominam para se dedicarem a novas áreas e abordagens. A teoria das EDO (equações diferenciais ordinárias) e dos sistemas dinâmicos estava bem desenvolvida. Por isso, o método das EDA foi esquecido, até regressar nos anos 70, quando a simulação de circuitos tornou necessário lidar automaticamente com milhões de equações. Ninguém podia resolver as equações algébricas e colocá-las no enquadramento das EDO. William Gear e Linda Petzold, dos EUA, que eram, na verdade, cientistas da computação, começaram a investigar essa direção. O campo cresceu rapidamente, mas surgiram várias dificul-

dades ao lidar com restrições. Por exemplo, num sistema mecânico com posição limitada a uma superfície, como um comboio numa linha, a posição está restrita, mas a velocidade também não pode sair da linha. Isso significa que a velocidade também está condicionada, embora isso não esteja explicitamente escrito. Estas chamadas restrições ocultas deixam os métodos numéricos confusos. Na maioria dos sistemas realistas, há muitas restrições ocultas.

O meu trabalho com Peter Kunkel começou enquanto eu trabalhava no IBM Research Center, em Heidelberg. O meu chefe trouxe-me um problema de um cliente. Era, na verdade, um problema de controlo ótimo. Eu implementei-o e obtive uma solução maravilhosa. Fui almoçar com o Peter, que trabalhava no mesmo escritório. Ele rapidamente disse: “Eu também tenho um código.” Ele implementou-o, executou-o e obteve outra solução maravilhosa. Mas eram completamente diferentes!

O que aconteceu então?

Uma delas crescia exponencialmente, enquanto a outra decaía; não era um bom resultado! Mas, como matemático, sabe-se imediatamente que a solução provavelmente não é única. E assim começámos a analisar, o que deu início à nossa colaboração. Na verdade, é uma colaboração maravilhosa. Concluímos a segunda edição do nosso livro, que acabou de ser publicada pela EMS Press.

Este é o método mais natural de modelar. Se quiser acoplar sistemas, escreve o acoplamento como uma restrição algébrica, diferencial ou de outra natureza, e depois junta mais restrições. Este foi o tópico: dominar este acoplamento com EDA. Mas as dificuldades são imensas, e ainda hoje não existem códigos disponíveis muito bons.

Os códigos são o maior obstáculo, mais do que a velocidade dos computadores?

O problema é que é necessário diferenciar. Numericamente, a diferenciação é má. A integração é boa, mas a diferenciação não. Há mais variações a considerar. Se alterar ligeiramente a direção, a derivada sai completamente diferente; como se tem de diferenciar implicitamente, os códigos apresentam problemas.

Aqui vai uma história interessante: Nos anos 70, a Alemanha desenvolveu os comboios ICE, ou comboios de alta velocidade, e França fez o mesmo na mesma época. Na Alemanha, a modelação foi feita com EDO, enquanto em França foi feita com EDA. Os comboios alemães, numericamente, “voariam” porque as restrições não estavam presentes. Pelo menos numericamente, os comboios

alemães saíam dos carris. É por isso que os ICE alemães eram muito mais pesados do que os TGV franceses, pelo menos nos primeiros anos.

TU² CHEMNITZ

Curioso... Trabalhou em vários lugares diferentes. Nos EUA, além da Kent State, também esteve em Madison. Na Alemanha, trabalhou em Aachen, em Chemnitz e, finalmente, em Berlim durante muitos anos. Tenho um interesse pessoal em Chemnitz, porque está situada na antiga RDA (República Democrática Alemã), que tinha um sistema universitário muito diferente.

Quando entrei no mercado de trabalho após a minha agregação, era extremamente difícil conseguir uma posição. Na Alemanha, quase não abriam vagas para professores. Por isso, aceitei um cargo temporário de dois anos em Aachen e trabalhei um ano na IBM em Heidelberg. Mas, então, o muro caiu. Eu ainda estava em Aachen e recebi um convite do grupo em Chemnitz. Em Chemnitz havia grandes conflitos no departamento, entre numérica e análise. Muitos dos especialistas em análise numérica eram alinhados com o partido e tinham posições importantes, como reitor, chefe do Comité Disciplinar, e assim por diante. Esses eram os membros do partido, enquanto os analistas não eram. Após a reunificação, o estado da Saxónia, onde Chemnitz está localizada, essencialmente demitiu-os todos. Mas abriram novas posições, e as pessoas puderam recandidatar-se. As pessoas responsáveis queriam garantir que o conflito entre análise e numérica não surgiria novamente. A pergunta mais importante na minha entrevista foi: “Consegue imaginar-se a trabalhar com os teóricos de operadores e analistas, construindo uma ponte entre os dois campos?” Era exatamente isso que eu já fazia! Tive sorte porque era mesmo isso que queriam.

Mudei-me para lá no início de 1993, logo após o término do processo de recontração. Diria que foi um dos melhores lugares onde já trabalhei. Os estudantes eram fantásticos porque Chemnitz era um dos polos de estudantes talentosos. Na RDA, havia escolas para estudantes dotados em desporto, matemática, música e outras áreas. Quem conseguisse entrar numa dessas escolas podia ir para a universidade no 11.º ano. Um exemplo maravilhoso é o Heinrich Hertz *Gymnasium*, em Berlim, que teve alunos como Peter Scholze e Yuri Tschinkel, agora na Simons Foundation, entre outros. Assim, os estudantes da escola secundária em Chemnitz chegavam à universidade muito

jovens. E eram fantásticos. Havia poucos estudantes, cerca de 30 no primeiro semestre. Mas metade deles tinham potencial para se tornarem professores universitários! É preciso dizer que esse sistema ainda existia em 1993. Mas depois a Saxónia teve um governo conservador, e eles eliminaram tudo o que tivesse alguma ligação com o socialismo. As escolas de elite não tinham qualquer traço de socialismo, mas estavam relacionadas com o sistema antigo. As escolas ainda existem, mas, pelo menos na Saxónia, já não é possível que estudantes talentosos entrem na universidade tão jovens. Em Berlim, isso ainda é possível. Os alunos talentosos podem frequentar disciplinas universitárias no primeiro ano enquanto ainda estão no Ensino Secundário.

Mudou-se para Chemnitz com a sua família?

Sim, mudei-me com a minha companheira na altura, e tivemos um bebé logo depois de eu chegar. Mas ela não suportou. Também era da área de matemática, em teoria dos grafos. Não era um lugar bom para ela; Chemnitz era uma cidade terrível. Quando deixei Chemnitz, em 2000, perguntaram-me: “Porquê? Fez uma grande carreira aqui!” E eu respondi: “Olhem, há outras partes da vida além da matemática, e se não se consegue fazer amigos...” Chemnitz era um lugar muito especial porque era a cidade-modelo da RDA. Mudaram o seu nome para Karl-Marx-Stadt. O partido e os Serviços Secretos dominavam tudo. Portanto, os professores não tinham muito contacto social uns com os outros.

Com receio de haver informadores?

Sim. E havia. Mas não após 1993. Porque os informadores foram despedidos, e assim que encontravam algo nos registos que mostrava que alguém tinha sido informador, essa pessoa não era readmitida. Isso foi muito diferente noutros estados.

TU BERLIN E O MATHEON

Berlim foi uma história completamente diferente, acredito.

Totalmente o oposto. Aberta, internacional... Chemnitz não era nada internacional. Falar inglês era uma exceção. Trazer estudantes estrangeiros ou pós-doutorados não era fácil. Berlim era exatamente o oposto. Confesso que estava receoso, porque Berlim é uma cidade de outra

²Technische Universität

escala, e eu já tinha 45 anos quando me mudei, em 2000. No entanto, as pessoas em Berlim são tão abertas que fui imediatamente bem recebido.

E então surgiu o MATHEON.

Sim, foi engraçado. Em 1999, fui eleito presidente do Comité de Matemática da Fundação Alemã de Ciência (o painel que decide sobre projetos) como representante da parte oriental, porque estava em Chemnitz. Logo após ter chegado a Berlim, a administração ligou-me e disse que havia uma proposta em curso para novos centros de investigação. E seria ótimo se houvesse um na área de matemática. Era claro que não queriam matemática pura, mas algo mais diretamente relevante para a sociedade.

Depois de apenas quatro semanas neste novo local, esse foi um bom desafio para começar. Reuni algumas pessoas: Peter Deuflhard, Jürgen Sprekels e Martin Grötschel. Tivemos seis semanas para escrever uma pequena proposta. Encontrámo-nos no meu escritório e, após cerca de 20 minutos, tornei-me o datilógrafo porque as ideias simplesmente saltavam daquelas pessoas. Na primeira fase, não conseguimos. O financiamento foi para medici-

na, física e ciências oceânicas. Mas abriram imediatamente uma segunda fase, e em 2002 conseguimos. Devo ter sido um bom datilógrafo, porque Martin Grötschel pediu-me para ser o vice-presidente.

Durante seis anos, Martin foi o presidente, e depois eu assumi a posição. Gostava de ser o vice de Martin, porque ele é um político fantástico. Sabia apresentar a matemática ao público muito melhor do que eu poderia fazer. Mas, quando ele disse que deveríamos trocar, tornei-me o presidente. O passo seguinte foi o Einstein Center, que durou cinco anos. Isso continuou com a iniciativa de excelência. Mas depois disso, decidi afastar-me.

Agora chama-se Math+.

É um programa novo, e eles querem sempre um novo nome. Tanto o MATHEON como o Einstein Center for Mathematics e o Math+ são esforços conjuntos das três universidades de Berlim, bem como de dois centros de investigação. O nosso maior sucesso foi conseguir reunir toda a comunidade matemática de Berlim. O que, visto de fora, parece ótimo! Mas posso dizer-lhe que causou muitas fricções entre as diferentes administrações universitárias.



MATHEON recebeu o prémio Alemanha - Terra das Ideias, 2007.

ENSINO DE MATEMÁTICA

Falemos sobre a sua carreira de ensino. Já nos contou que se formou como professor de Ensino Secundário, mas depois tornou-se professor universitário. Sei que lecionou álgebra linear para alunos do primeiro ano várias vezes e que até escreveu um livro sobre álgebra linear, baseado na sua filosofia. Mas também orientou muitos estudantes de doutoramento.

Desde o início, sempre tive a ambição de tornar a matemática compreensível, não apenas para os três ou quatro génios, mas também para os matemáticos médios e bons. Isso significa que é necessário pensar de forma um pouco diferente: como é que a matemática entra no cérebro humano? Como professor de Ensino Secundário, é claro que tem de se ensinar todos os alunos. Mas quando cheguei à universidade, percebi que muitos professores só tinham em mente os três ou quatro génios. Eles ensinavam álgebra linear de uma forma muito abstrata, abordando imediatamente módulos, corpos finitos e coisas do género. Isso demorou muito tempo a fazer sentido para mim.

E está a ficar pior, porque a educação no Ensino Secundário tem vindo a deteriorar-se desde então. Em particular, a álgebra linear abstrata tem problemas. Com a análise, é um pouco mais fácil, porque funções, derivadas e coisas semelhantes são mais intuitivas. Mas o conceito abstrato de um grupo ou de uma álgebra é difícil de visualizar. Eu mesmo tive dificuldades em formar uma imagem mental.

Acho muito importante, neste processo de aprendizagem, que se consiga formar uma imagem do conceito abstrato de que se está a falar, antes de aprender sobre ele. Pode-se aprender a operar com o conceito, mas será que ele realmente “se fixa” na mente? Para o estudante médio do Ensino Secundário que chega à universidade atualmente, álgebra linear é um pesadelo. Por isso, refleti sobre o que faria com um estudante do Ensino Secundário, e é essa abordagem que o meu livro de álgebra linear adota.

Começamos com matrizes, em vez de espaços vetoriais e homomorfismos entre eles. Isso tudo aparece mais tarde, mas só depois de o conceito de transformação linear como uma matriz multiplicando um vetor já estar solidificado. E o *feedback* tem sido muito encorajador. Recentemente, publicámos a quarta edição do livro, e a versão em inglês tem 4,5 milhões de *downloads*. O livro de álgebra linear mais próximo em popularidade está na casa dos cem mil *downloads*. Acho que este é um passo muito importante. Sei que muitos colegas não gostam disso. Dizem que é demasiado concreto trabalhar com matrizes e ser forçado

a usar coordenadas. Mas acredito que, para muitos, isso facilita o entendimento antes de abordar a teoria abstrata. Para os estudantes muito bons, não faz diferença. Tento sempre apresentar uma aplicação concreta ao lado, para que os alunos possam imaginar o que significa ter um método que funcione. Por outro lado, gosto muito das coisas abstratas, então também as ensino. Mas, do ponto de vista da comunicação matemática, acho útil começar com algo mais concreto.

Soube que foi “reciclado” recentemente e que está a ensinar novamente.

Sim. Reformei-me há um ano, mas atualmente temos uma carência de professores de análise numérica. Então, pediram-me para voltar, e eu voluntariei-me. Estou a gostar.

Apenas queremos acrescentar que, mesmo para um génio, ter bons exemplos em mente é uma vantagem. Não ensinou apenas caloiros, mas também muitos estudantes de doutoramento. A *math genealogy* contabiliza 34. Qual é a sua filosofia para os orientar?

Na verdade, são 40 estudantes de doutoramento. No sistema alemão, só se pode ser orientador se se for professor. Eu orientei vários estudantes, mas o professor formal tinha de assinar.

Sempre achei muito importante que os estudantes de doutoramento tenham alguém com quem possam falar o tempo todo, para que não acabem num buraco negro sem fazer progresso. Além disso, sempre os incentivei a falar com outros estudantes de doutoramento ou pós-doutorandos. Como estudante, seja de mestrado ou de doutoramento, deve ter-se curiosidade para aprender coisas novas, fazer conexões e explorar mais. Não se deve focar apenas numa única direção. Tento ensinar isso aos meus alunos: serem curiosos e discutirem com outros estudantes e grupos. Para tal, procuro proporcionar um bom ambiente de trabalho, organizando festas, caminhadas e outros eventos, passando algum tempo juntos. Isso ajuda muito! Especialmente quando estão numa crise, o que acontece a todos nós de vez em quando, quando não fazemos progresso no trabalho. E isso tem funcionado muito bem. Todos falam uns com os outros, escrevem artigos juntos, e eu apoio isso plenamente. Portanto, é basicamente a mesma filosofia: trabalhar em equipa, mostrar curiosidade pela ciência e pela matemática e, se necessário, aprender novas direções. E o meu compromisso é estar sempre disponível para eles.

Ainda tenho quatro estudantes de doutoramento

atualmente, e são muito diferentes uns dos outros. É uma vantagem estar numa área mais aplicada, porque é geralmente mais fácil conseguir financiamento para um estudante de doutoramento.

Mas, nesses tópicos aplicados, também desenvolve matemática fundamental?

Sim, a tese inclui sempre matemática fundamental. A minha experiência é que, se obtivermos um problema de aplicações realmente interessante, a matemática necessária para o resolver geralmente não está bem desenvolvida.

Pode dar-nos um exemplo de como problemas aplicados levam ao desenvolvimento de matemática fundamental?

Claro! Em 2004, um engenheiro responsável pelo traçado das linhas de alta velocidade entre Frankfurt e Colónia abordou-me com um problema. Eles queriam que os comboios viajassem a 350 km/h, mas não tinham a certeza de que isso fosse possível. As vibrações dos trilhos poderiam causar descarrilamentos e outros problemas graves. Eles realizaram várias simulações e cálculos, mas não conseguiam obter resultados precisos que concordassem com as experiências. Como engenheiros, isso deixou-os muito nervosos! Então, trouxeram-me o problema.

Eu disse: “Os valores próprios são λ e λ barra. Deve haver alguma simplicidade envolvida.” Investigámos o caso e ficou claro que essa era a questão essencial. E então pensei: “Deve haver uma generalização da simplicidade.” Estes eram problemas de valores próprios polinomiais, então procurei uma generalização da simplicidade para polinómios matriciais. Escrevemos alguns artigos sobre isso, e o interesse pela área explodiu. Agora há muitos artigos sobre o tema, especialmente em Espanha e Itália. O problema surgiu num desafio inteiramente aplicado e acabou no desenvolvimento em matemática pura. Hoje a questão é estudada em campos finitos e noutras áreas.

PRESIDÊNCIA DA EMS E COMUNICAÇÃO EM MATEMÁTICA

Podemos dedicar alguns minutos à sua presidência da EMS? Sabemos que foi um período difícil por duas razões: a pandemia de COVID-19, que impossibilitou reuniões presenciais, e, no final do seu mandato, a invasão da Ucrânia pela Rússia. Isso deve ter desviado a atenção do foco principal. Certamente tinha uma agenda. O seu primeiro ponto en-

volvía a unidade da matemática. Acredito muito na unidade da matemática. Mas também acredito que alguns dos nossos colegas não partilham dessa visão e não gostam dela. Porque pensam que é muito mais confortável permanecer na sua própria comunidade de 20 ou 30 investigadores que se entendem mutuamente. Comunicar sobre matemática não é, geralmente, o ponto forte deles. E, muitas vezes, sentem-se ameaçados por isso. De repente, têm de falar com engenheiros ou físicos. Este foi um dos meus principais objetivos: tentar manter a unidade o mais intacta possível! Mas também fazer um esforço para comunicarmos melhor uns com os outros. Acho que tive algum sucesso, mas apenas parcialmente.

Já nos deu muitos exemplos da importância de que os canais entre a matemática motivada por aplicações e a matemática motivada pela curiosidade funcionem. Existem problemas que vêm das aplicações e, para os resolver, é necessário usar ferramentas do conjunto que já existe. Por outro lado, também deu exemplos que mostram que a matemática pura surge assim que se é curioso o suficiente para levar a sério problemas de áreas aplicadas. Na História, muita da matemática surgiu de considerações físicas.

Acho que precisamos de uma melhor comunicação, e não acho que tenhamos matemáticos suficientes no mundo que possam ser tradutores. Pegue num resultado abstrato em geometria algébrica, ou nos *perfectoids* de Peter Scholze, ou na Conjetura ABC, que Mochizuki afirma ter provado. Não creio que existam muitas pessoas capazes de traduzir o que está ali para algo que possa ser usado por engenheiros ou físicos. A força da matemática está na abstração. E torna-se cada vez mais abstrata. O problema surge quando se fica apenas nesse nível e não se faz a tradução do que nos levou até ao nível abstrato. É isso que está em falta, e é uma pena. Gostaria que a comunidade o percebesse e deixasse de ser arrogante quando alguém não entende o que estamos a dizer, porque não estudou geometria algébrica durante 15 anos. Esforce-se e tente explicar!

Falemos agora sobre o Congresso Europeu de Matemática que teve lugar em Berlim há oito anos. Foi o seu principal organizador e a experiência que teve provavelmente foi mais ou menos a mesma. Pelo menos, algumas palestras não foram compreensíveis para uma audiência alargada. Tem ideias para mudar esta atitude?

Não sei realmente como convencer algumas das pessoas que são estrelas do topo a saírem da sua torre de marfim e a tentarem explicar, pelo menos, a ideia por trás do que

estão a fazer. Tentámos isso nessa reunião, enviámos a todos um memorando explicando o que gostaríamos que fizessem. Mas...

Não teve muito sucesso...

Deixe-me contar uma história. O meu filho é topólogo algébrico. Muito abstrato: categorias e homologia. Ele candidatou-se a uma bolsa de doutoramento do estado de Baden-Württemberg. Perguntou-me: "Podes dar uma olhada na minha proposta?" Respondi: "Claro, mas tens de aceitar as minhas críticas." E então tive de lhe dizer: "Olha, li esta proposta de três páginas. Várias vezes senti-me ofendido porque escreveste: "É óbvio que, se fizeres isto e aquilo, então é claro que blá-blá-blá." Pensa bem. Queres vender a tua proposta a um comité que quer dar-te dinheiro. Um comité de todas as áreas: matemática, física, sociologia, filosofia, com no máximo um matemático. Se esse matemático for mais aplicado ou um estatístico e não entender uma única palavra, então estás perdido

desde o início. Porque não tentas, em pelo menos uma das três páginas, explicar a tua linha geral de pensamento? Ninguém te culpará depois por entrares em detalhes nas páginas restantes."

Costumava haver uma regra não escrita para palestras: a primeira parte é para todos, a segunda parte para as pessoas experientes e a última parte para ti mesmo. Isso já não acontece. Muitos palestrantes parecem esperar que saibas tudo de antemão.

Mas temos de dizer que o seu legado como presidente da EMS foi excelente! Um de nós participou no congresso da EMS este ano e encontrou muitas pessoas da matemática aplicada. Envolver muitas pessoas, incluindo matemáticos aplicados, na EMS é uma grande conquista.

É verdade, mas fui a todas as palestras convidadas e plenárias que pude assistir. E ainda diria que cerca de 30% ou 40% dos palestrantes deram palestras sem fazer qualquer esforço para que a audiência os compreendesse.



MATHEON recebeu o prémio Alemanha - Terra das Ideias, 2007

E isto falando para matemáticos! Não consigo entender. Se fizerem isso, afastam qualquer pessoa que esteja fora do seu círculo mais restrito... Étienne Ghys deu uma palestra maravilhosa na conferência de Sevilha, um exemplo magistral. Ele falou sobre algo completamente abstrato, mas conseguiu transmitir a mensagem. É isso que gostaria que as pessoas fizessem. Mas ainda há uma certa arrogância.

Talvez devesse fazer parte da formação de um matemático.

Acho que sim. Há sempre estudantes que tendem a falar acima do nível do público. Quando isso acontece, critico-os.

EMS YA

E que mais foi importante para si enquanto presidente da EMS?

O segundo ponto na minha agenda foi tornar a EMS uma sociedade mais equilibrada, tanto no sentido de gênero, como em relação à participação de países e sociedades menores e menos ricos. Martin, tu foste vice-presidente, sabes, quando os comités foram formados e os nomes foram colocados em cima da mesa, quase sempre eram franceses, alemães e britânicos e, por vezes, alguém da Dinamarca ou da Polónia, ou algo assim. Alguns países nunca apareciam nos comités. O meu objetivo era fazer com que nos aproximássemos um pouco mais, em toda a Europa. O terceiro ponto importante da minha agenda foi envolver os jovens na sociedade e garantir que se sentissem em casa na comunidade matemática e que contribuíssem para levar a comunidade matemática para a frente. Estes foram os pontos principais da minha agenda.

Começamos pelo equilíbrio. Acho que consegui parcialmente. Durante o último congresso da EMS, os prémios da EMS foram atribuídos a quatro mulheres em dez, o que foi bastante bom. Nas comissões editoriais, ainda são necessárias melhorias no que diz respeito à participação de pessoas do Sudeste da Europa ou do antigo Leste. Acho que a guerra matou completamente essa iniciativa, porque os representantes desses países deixaram de falar entre si. E só se pode ser eleito se tiveres apoiantes. Isso não correu bem! A comunidade russa era muito forte na EMS, é terrível que agora esteja completamente afastada.

A EMS Young Academy parece funcionar bem. Eles agora têm um lugar no comité executivo. Têm de compe-

tir com os outros, mas podem nomear uma posição. Eu falei com muitos desses jovens e eles estão ansiosos por se envolver.

EMS PRESS E S2O

O meu maior sucesso foi-me, na verdade, entregue pelo meu antecessor, Pavel Exner. Nos últimos anos do seu mandato como presidente, ele esforçou-se bastante para encontrar uma sucessão para a editora da EMS. Foram analisadas, pelo menos, cinco ou seis opções, mas nenhuma resultou. Apareceu então um jovem rebelde, André Gaul, que era estudante do nosso grupo de álgebra linear numérica. Ele disse: “Esqueçamos toda esta publicação tradicional. Vamos fazer de forma diferente, vamos fazê-lo de raiz, vamos torná-lo aberto!” Ele criou uma empresa onde se podia descarregar um artigo num fórum da *internet*, fazer comentários sobre artigos e livros, e assim por diante. Tive muitas discussões com ele. O meu ponto de vista era que isso poderia funcionar em áreas com muitos leitores, mas não acreditava que funcionasse num campo altamente especializado. As pessoas não fariam comentários negativos ou críticos. Poderiam fazê-lo num relatório de arbitragem, mas não num fórum.

Pedi a este rapaz que se candidatasse a diretor da editora. E o comité escolheu-o! Planeámos configurar a EMS Press de uma forma completamente diferente. Agora, é uma empresa propriedade da EMS como único acionista. A empresa está orientada para a comunidade, mas também deve gerar algum lucro, que, por sua vez, ajuda a EMS. E como ele era tão a favor do acesso aberto, começámos imediatamente a analisar as atuais formas de publicação por parte dos editores comerciais. Eles tentam essencialmente ganhar o máximo de dinheiro possível e reduzem a qualidade, se necessário, quando se trata de aceitar mais um artigo com o qual lucram. André Gaul teve a ideia de adotar o modelo “Subscribe to Open” (S2O). E eu acho que é um verdadeiro sucesso! Ele imaginou que funcionaria dessa forma. Além disso, ele é um organizador fantástico, faz muitas coisas incríveis.

Poderia explicar melhor este conceito de S2O?

“Subscribe to Open” é um novo modelo de publicação no qual a comunidade – matemática, neste caso –, as sociedades e as bibliotecas trabalham juntas. A ideia é: as bibliotecas subscrevem a revista como no passado. Quando a revista tem assinantes suficientes, torna-se aberta,

completamente. Isso significa que os assinantes pagam pelo resto do mundo, e então a ciência é aberta! Isto é completamente diferente do modelo de taxas de processamento de artigos, onde se paga por artigo, seja por alguma organização governamental ou pelo próprio autor.

Para lhe dar uma ideia, se quiser subscrever todas as 22 revistas da EMS Press, isso custa-lhe, como pacote, cerca de €6000 por ano. Se quiser publicar um artigo na Springer ou na Elsevier, tem de pagar €2500 por artigo.

O sucesso desta abordagem é evidente. Cada vez mais sociedades e editoras estão a aderir ao S2O. Recebemos pedidos todas as semanas de revistas que querem juntar-se à EMS Press e aderir ao S2O.

Por que é o S2O tão bem-sucedido? É do interesse das bibliotecas manter o seu modelo de subscrição tradicional. Com as taxas de processamento, as bibliotecas tornar-se-iam obsoletas. Tudo ficará disponível na *internet*, mas é melhor se for a biblioteca a fazê-lo.

Além disso, nunca se deve sacrificar a qualidade pelo dinheiro, especialmente na ciência. É isso que este modelo pode alcançar. A editora está realmente a prosperar, gerando receitas para a EMS e, ao mesmo tempo, mudando o mundo da publicação.

IA E COMPUTAÇÃO

Sobre a IA, acha que ela influenciará o futuro dos matemáticos profissionais? Continuaremos a trabalhar em matemática como antes da IA?

Certamente algumas coisas vão mudar. Tivemos essa discussão no Congresso em Sevilha. A IA pode certamente ajudar na demonstração automática. O reconhecimento de imagens em áreas médicas não será possível no futuro próximo, julgo, sem IA. Futuramente, acho que são os matemáticos que terão de ser a boa consciência da IA, porque alguém tem de dizer quando e onde a IA está realmente a fornecer algo bem-sucedido ou se está apenas a gerar muito dinheiro e a dar resultados de má qualidade.

Isso provavelmente exigiria uma compreensão matemática mais profunda sobre como e quando a IA realmente funciona bem, como aparentemente acontece com frequência.

É por isso que devemos formar os nossos estudantes neste tópico. Várias universidades já começaram. Mas, como sabem, os estudantes “votam com os pés” quando

têm de escolher entre apenas aplicar a IA para resolver um problema ou analisar a IA. Aplicar para resolver um problema é muito mais fácil; também é mais atraente!

Estou a dar este curso de análise numérica e enfrento dificuldades, porque muitas pessoas acreditam que o que é ensinado neste curso pode ser feito pela IA imediatamente. Além disso, estamos a criar novos computadores para IA. Esses computadores não seguem os padrões a que estamos habituados em análise numérica, por exemplo, a aritmética IEEE, para que possamos analisar o problema. Então, o que significa isso? Significa que um computador típico para IA, que as grandes empresas estão a produzir, usa quatro dígitos. Não se pode fazer uma análise numérica razoável com quatro dígitos. Aposto que, daqui a dez anos, um computador comum no qual se possa executar o MATLAB com 16 dígitos será caro.

Principalmente porque todo o dinheiro está a ser investido no desenvolvimento de *hardware* voltado para a IA e não para a engenharia, matemática ou física padrão. Isso preocupa-me.

Quatro dígitos podem ser um verdadeiro perigo...

Enquanto tivermos alternativas disponíveis, isso não é um problema. Dou-lhe outro exemplo: por volta de 2000, as pessoas começaram a trabalhar com placas gráficas (computação GPU). A placa gráfica não segue o padrão IEEE, apenas até certo ponto. Não têm *overflow* e *underflow*, e têm *bitflips*. Ou seja, têm uma matriz onde pequenas unidades fazem o cálculo, e nunca se descobrirá se uma dessas pequenas unidades alterou um *bit* de forma errada. Isso significa que não se pode verificar os resultados, e se executar o mesmo programa duas vezes pode obter resultados diferentes. Agora, nós, como matemáticos, sabemos lidar com isso! Se temos incerteza nos nossos dados e nos nossos algoritmos, fazemos estatística, certo?

Executa-se o mesmo programa 100 vezes e traça-se uma curva de Gauss, pode-se dizer: “É bastante boa, tem uma cauda pequena”, e então sabe-se que este é provavelmente o resultado a considerar. Mas isso significaria que teria de fazer todos os cálculos 100 vezes, e já se sabe da loucura que são os gastos de energia com a utilização da IA. Ecologicamente e em termos de sustentabilidade, esta é realmente uma má ideia, e estou preocupado. Digo aos meus alunos: “Vejam, é o vosso trabalho no futuro. Trabalharão numa empresa e o chefe dir-vos-á para usarem este computador de IA que acabou de ser

comprado. É o vosso trabalho dizer-lhes: ‘Resolveram este sistema linear ou este problema de otimização?’” Só os matemáticos podem fazer isso porque, em segundo plano, há uma teoria de aproximação profunda, estocástica profunda e otimização. Quanto à demonstração automática ou à verificação, desconheço o que está por trás. Mas, quanto à análise numérica, estou preocupado. Não posso ensinar análise numérica da maneira usual, e teremos de integrar a IA de alguma forma.

Na Universidade de Erlangen, começaram um programa em matemática da ciência de dados. E agora têm 10% dos novos alunos em matemática e 90% em matemática da ciência de dados.

Como veremos isso no futuro? Quanto de matemática e estatística haverá nos cursos de ciência de dados?

Depende realmente. A ideia simplista da IA é a seguinte: têm-se dados e quer-se encontrar uma função em várias variáveis que interpole os dados. Em análise numérica, chamamos a isso interpolação. Temos pontos e queremos encontrar uma curva que os contenha. Se a função com que começou é o arco tangente de uma função exponencial, por exemplo, então temos polinómios ou polinómios por segmentos, e Weierstrass diz-nos que, se se tomar um grau suficientemente alto, obtém-se convergência.

E o que é a IA? Utiliza uma rede neuronal. E o que é uma rede neuronal? É uma função, $Ax + b$, depois $G(Ax + b)$, e depois iteras oito vezes ou mais. Isso é uma rede neuronal! Existe um teorema, utilizando matemática muito interessante da análise funcional, que nos diz que qualquer função contínua pode ser aproximada arbitrariamente bem por uma rede neuronal. Percebeste? Já não se baseia em polinómios, mas noutra classe de funções. Tudo se baseia num resultado de aproximação! Agora, 99% do tempo de computação é gasto a ajustar os parâmetros. Para isso, utilizas o método de tentativa e erro, o gradiente estocástico. Vais numa direção, tentas encontrar o mínimo nessa direção, depois escolhes outra diferente. Desperdiças imenso tempo de computação a tentar fazer isto. Eventualmente, funcionará se correres 100 milhões de vezes em todas as direções diferentes na tua cidade. Em algum momento, podes acabar na loja a que querias ir inicialmente.

Não achas que é extremamente importante que as pessoas compreendam exatamente o que disseste?

Tenho a certeza absoluta de que é importante e que temos de ensinar isto.

As pessoas começaram agora a falar sobre isso nos jornais, em particular sobre o desperdício de energia...

Mas vai a um departamento de matemática comum e sugere que, em vez de Topologia Algébrica II ou Geometria Algébrica II ou III, os alunos possam frequentar um curso sobre Matemática da Inteligência Artificial. Não estou tão certo de que consigas que seja aceite pelo corpo docente. Acho que é um grande problema que a comunidade matemática tenha afastado os cientistas da computação há 40 anos. Em muitas universidades, também os estatísticos foram afastados dos departamentos de matemática. E receio que façamos o mesmo com a inteligência artificial. Há um novo interveniente na área, e teremos de ceder algo de nós para o integrar.

E o novo interveniente tem muito apoio. Visto de fora, é muito mais fácil obter apoio se estiveres nesta área da ciência...

E podes obter muito mais reconhecimento por parte do reitor da universidade.

MATEMÁTICA A NÍVEL GLOBAL

Deixando de lado a matemática europeia por um momento: países até agora considerados em desenvolvimento tornaram-se atores importantes na matemática. Com a China, isso é muito óbvio. Mas há também outros países que, neste momento, se tornaram forças motrizes na matemática. Como vê este desenvolvimento e como podemos apoiá-lo, se necessário? Como podemos enfrentar a matemática chinesa, por exemplo?

Esta é uma questão muito difícil. Há 20 anos, poderíamos tê-los integrado muito melhor, talvez. Mas agora estão tão fortes, têm tanto dinheiro e investem muito mais em ciência do que nós, na Europa ou no mundo Ocidental. Coisas semelhantes irão acontecer na Índia e, talvez, também no Norte de África.

Temos de ser abertos, mas há um verdadeiro problema... Por exemplo, na minha revista, *Linear Algebra and Its Applications*, recebemos cerca de 1400 submissões por ano. Cerca de metade vêm da China. Mas a revisão por pares é feita em 80% por pessoas do Ocidente. Porque não conhecemos essas pessoas. Temos editores na China, mas é um mercado totalmente diferente, e é completamente movido pelo dinheiro. Algumas dessas universidades têm incentivos: se escrever um artigo na revista de topo, se publicar em *Annals* ou *Inventiones*, recebe um



Caminhada na Suíça saxónica com os grupos de numérica de Chemnitz e Berlim, junho de 2005.

salário adicional de um ano. O que irão fazer os cientistas como consequência? Vão tentar entrar e bombardear o sistema com artigos. E, se quiseres ser imparcial, deves rever esses trabalhos, mas fazendo perder muito tempo dos nossos colegas. Não sei como resolver este dilema. O número de matemáticos na China está a explodir e o mesmo sucede com o número de artigos “incrementais”. Espero que, em algum momento, conheçamos melhor as pessoas dessas comunidades e possamos integrá-las melhor no nosso sistema de avaliação. Afinal, todas elas querem ir para a Europa ou para os EUA, pelo menos para dar um salto na carreira. Então, assim conhecemo-las! Por outro lado, infelizmente, não podemos integrar a maior parte delas no ensino, porque o seu alemão, francês ou português não é adequado. É um período de transição estranho; não sei para onde vai. A EMS tentou, durante algum tempo, organizar conferências com a China, com o Japão e com a Índia. A COVID parou tudo isso, e não sei como se vai desenvolver.

Vou contar-lhe outra história. Um colega muito famoso, em Princeton, foi uma vez visitado pelo FBI porque tinha muitos contactos com a China. Agora ele já saiu de Princeton. Foi para a Academia Chinesa de Ciências e obteve dinheiro para centenas de pessoas fazerem EDP e

IA. Se tiver 100 pessoas, mesmo que só dez sejam muito boas, isso deve ser suficiente!

INTERESSES PESSOAIS

Finalmente, vamos deixar de lado a matemática! Gostaríamos de lhe perguntar sobre os seus interesses pessoais fora da matemática. O que tem explorado no seu tempo livre?

Nos últimos cinco anos, comecei a praticar jardinagem, a cultivar os meus próprios vegetais. Como sabem, sou vegetariano. É fácil ser vegetariano em Berlim, mas não o é se não estiveres em Berlim. Em Portugal foi mais ou menos, mas não espetacular. Em Espanha passei por um período muito difícil. Agora, estou a cultivar os meus próprios vegetais. Tenho uma casa bonita no campo onde cultivo os meus vegetais e faço matemática.

Além disso, ando muito de bicicleta. Esta é a minha atividade para o corpo. Jardinagem, na verdade, não é tão boa para o corpo. Tens sempre dores nas costas. [Risos] Tenho muitos amigos e gosto de ir ao cinema, ouvir música e participar em eventos culturais, o que é tão fácil em Berlim.

Uma amiga minha que começou a aprender a tocar trombone aos 52 anos, perguntou-me: “Porque é que não comesças, agora que te reformaste, a fazer música?” Bem, eu respondi: “Gostaria de tocar guitarra de *rock*, mas não tenho tempo.”

Não fiquei muito infeliz quando me pediram para ensinar novamente. Além disso, tenho um trabalho extra que está em pausa no momento. Em 2011, candidatei-me a um centro de investigação interdisciplinar. Algo como o MATHEON, com um edifício onde grupos de pessoas de diferentes áreas podem juntar-se. Foi, na verdade, aprovado em 2013. E assim, estamos a construir uma nova casa. E como estamos em Berlim, estamos um pouco lentos, como sempre. O edifício está agora terminado, e vamos mudar-nos no início do próximo ano. A universidade pediu-me para coordenar esse projeto e para facilitar para que as pessoas realmente façam projetos de investigação interdisciplinar juntas. De certa forma, este é um dos “bebés” da minha carreira.

Integrando investigação, ciência e administração, que tem feito durante muitos, muitos, anos.

Sim. E consegui organizá-lo de tal maneira que a administração da universidade não tem poder de decisão [Risos]. É uma espécie de sonho conseguirmos que tudo funcione. E isso remonta à época em que eu estudei, quando estava numa universidade onde a investigação interdisciplinar era muito valorizada. Por isso é que digo que o criminoso volta sempre ao local onde cometeu o crime.

Como conseguiu combinar investigação de alto nível, ensino de alto nível, ciência de alto nível, administração e vida familiar numa só vida? Isso é muito impressionante. Qual é o seu truque?

Bem, o truque é muito simples. Todas estas são coisas que gosto de fazer. É divertido... Quando fazemos coisas de que gostamos e das quais desfrutamos, e pelas quais obtemos reconhecimento e as pessoas dizem: “Ótimo, conseguiu!”, então podemos colher muita energia disso. Esse é o meu segredo. Quase todos os que têm sucesso neste aspeto transmitem essa experiência. Não podemos fazer algo de que não gostamos. É divertido!

Isso é realmente inspirador. Acho que é um bom momento para terminar esta entrevista. Mas se tiver algo mais que gostasse de partilhar connosco...

Infelizmente, não a trouxe comigo, mas tenho uma *t-shirt* maravilhosa do Museu da Matemática de Giessen que diz: *A Matemática traz felicidade.*

SOBRE OS AUTORES

Silvia Barbeiro é professora associada no Departamento de Matemática da Universidade de Coimbra e membro do grupo de Análise Numérica e Otimização do CMUC. Os seus interesses de investigação incluem análise numérica e matemática computacional, com foco na teoria e aplicações, nomeadamente em problemas de biomatemática, engenharia, geociências e imagiologia médica. Foi galardeada com a Medalha de Honra para Mulheres na Ciência da L'Oréal Portugal em 2010 e foi editora-chefe da *Gazeta de Matemática* de 2017 a 2022. silvia@mat.uc.pt

Ana Mendes é professora na Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Politécnico de Leiria (Portugal). Tem um doutoramento em matemática pura e, atualmente, investiga problemas de classificação de lesões cutâneas. É investigadora convidada no LABI – Laboratório de Aplicações Bioinformáticas da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil. aimendes@ipleiria.pt

Martin Raussen é professor emérito na Universidade de Aalborg, Dinamarca. Nos últimos anos, a sua pesquisa focou-se na aplicação de métodos da topologia algébrica dirigida a modelos geométricos/combinatórios da teoria da concorrência em ciência da computação. Foi editor-chefe do *EMS Newsletter* de 2003 a 2008 e vice-presidente da EMS de 2011 a 2016. Uma entrevista com ele apareceu na edição 131 da *EMS Magazine*. raussen@math.aau.dk