



A HISTÓRIA DE UMA PARCERIA

Entrevista com Claude Brezinski e Michela Redivo-Zaglia

KENIER CASTILLO^a, ZÉLIA DA ROCHA^b

UNIVERSIDADE DE COIMBRA^a, UNIVERSIDADE DO PORTO^b

kenier@mat.uc.pt^a, mrdioh@fc.up.pt^b

(Com fotografias de ELENA DEL MORAL, elenadelm@gmail.com)

Claude Brezinski é professor emérito da Universidade de Lille, França, na qual dirigiu o Laboratório de Análise Numérica e de Optimização por quase trinta anos. É membro da Real Academia de Ciências de Saragoça, Espanha. A sua investigação incide sobre Aceleração da Convergência por Métodos de Extrapolação, Aproximação de Padé, Frações Contínuas, Polinómios Ortogonais, Álgebra Linear Numérica e História das Ciências. É autor de uma vasta bibliografia nestes tópicos. Pertenceu ao comité editorial de várias prestigiadas revistas internacionais e, em 1991, fundou a *Numerical Algorithms*, que atingiu o topo do ranking da área de Análise Numérica, continuando a ser o seu editor-chefe.

Michela Redivo-Zaglia é professora associada, com agregação, do Departamento de Matemática da Universidade de Pádua, Itália, do qual foi vice-diretora. Durante 14 anos dirigiu o Centro de Cálculo do Departamento de Electrónica e Ciência dos Computadores daquela universidade. A sua investigação incide principalmente sobre Álgebra Linear Numérica, Extrapolação e Métodos de Aceleração da Convergência e suas aplicações. É autora de uma vasta bibliografia e de vários *softwares* de domínio público. Pertence ao comité editorial de três revistas de Análise Numérica e é a editora de *software* da *Numerical Algorithms* desde a sua fundação.

"Quando nos conhecemos, as nossas competências eram complementares e, com o tempo, cada um de nós aprendeu com o outro."

Claude Brezinski and Michela Redivo-Zaglia são colaboradores há mais de 30 anos. O trabalho conjunto que desenvolveram constitui uma contribuição muito significativa na área da Análise Numérica.

Esta entrevista foi realizada durante a visita de Claude e Michela a Portugal, em julho de 2019. As fotografias foram tiradas durante a visita à Sala dos Capelos da Universidade de Coimbra.

Quando e como começou a interessar-se pela Análise Numérica?

CB No final dos meus estudos de mestrado na Universidade de Paris, em junho de 1964, dei entrada no Centro de Estudos Nucleares, em Saclay, para um estágio de três meses no Departamento de Física. O chefe do meu grupo, Luís Marquez, imediatamente me entregou um grosso volume, e não muito pedagógico: o manual de FORTRAN da IBM. E eu tive de aprender a linguagem sozinho. Devido aos muitos erros que cometia, aprendi depressa e levei uma semana para escrever um programa decente, do meu ponto de vista. Foi o meu primeiro contacto com computadores (um IBM 1620). Após esses meses, mudei-me para outro grupo, sob a liderança de Jean Julien, e foi nessa ocasião que comecei a interessar-me pela Análise Numérica. Aí permaneci mais nove meses durante os quais desenvolvi um método de Monte Carlo para determinar o número de graus de liberdade de uma certa reação nuclear. Fiz cursos de Física Nuclear e de Mecânica Quântica na universidade durante os meus estudos. Este trabalho conduziu-me à defesa, em novembro de 1965, de um Diploma de Estudos Aprofundados de Física sob a supervisão da professora Pierrette Benoist-Gueutal (uma ex-aluna de doutoramento do Prémio Nobel Irène Joliot-Curie) e à publicação do meu primeiro artigo conjunto nos *proceedings* de uma conferência de Física Nuclear.

Como decorreu a sua carreira antes de iniciar a tese?

CB Por dever arranjar um emprego, fui recrutado, em 1965, como engenheiro pela Sociedade de Estudos e de Realização de Engenhos Balísticos, a sociedade que lançou o *Diamant*, o primeiro satélite francês, em 1965. Fui admitido no Departamento de Mecânica das Estruturas sob a direção de Henri Cassagne. Era livre de fazer o que eu queria. Aprendi sozinho Análise Numérica e escrevi uma pequena biblioteca de sub-rotinas de métodos numéricos. Certa vez, precisei de escrever um programa para resolver as equações com derivadas parciais relacionadas com o lançamento de um foguete. Usei diferenças finitas e um método de relaxamento. Outro trabalho que me foi dado consistiu no desenvolvimento de um programa em FORTRAN para calcular o produto formal de duas séries de Fourier!

Depois de passar três anos nesse departamento, em 1968, tive de fazer o serviço militar. Após cinco semanas num campo militar, entrei para um laboratório científico

do Exército, o Laboratório Central do Armamento, onde estive nos 14 meses restantes, num grupo liderado por Pierre Hillion. Mais uma vez, eu fazia o que queria e passei o tempo a estudar Análise Numérica (no livro de Varga, entre outros). Também trabalhei num método para a inversão numérica da transformada de Laplace com François Perrin, um ex-aluno de doutoramento francês de Richard Varga (Philippe Ciarlet era o seu outro aluno de doutoramento francês). Durante esse período, lecionei aulas práticas de Análise Numérica para adultos no Conservatório Nacional de Artes e Ofícios, em Paris, seguindo as palestras de Raymond Théodor, um excelente professor com quem muito aprendi.

Quando é que decidiu que gostaria de fazer uma tese em matemática e como encontrou o seu orientador?

CB Num prédio vizinho, o Exército tinha outro centro, o *Centro de Cálculo Científico do Armamento* (CCSA), onde um grupo dirigido pelo doutor Francis Ceschino desenvolvia investigação em Análise Numérica e tinha de escrever sub-rotinas FORTRAN de métodos numéricos de forma a poderem ser usadas por todos os engenheiros que trabalhavam para o Exército. Ceschino escreveu um famoso livro sobre integração numérica de equações diferenciais ordinárias com o professor Jean Kuntzmann. Dirigi-me a Ceschino e perguntei-lhe se ele podia admitir-me no seu grupo para que eu realizasse um doutoramento *d'État ès Sciences Mathématiques* (o equivalente a uma tese de agregação) sobre um tópico que lhe interessasse a ele e a um professor universitário que seria o meu orientador de tese. Ele concordou e propôs que eu trabalhasse sobre métodos de aceleração da convergência. Naquela época, em França, havia dois laboratórios universitários principais de investigação em Análise Numérica: Paris, com o grupo do professor Jacques-Louis Lions, dedicado principalmente a equações com derivadas parciais, e Grenoble, onde o professor Noël Gastinel trabalhava em vários tópicos. Gastinel concordou em orientar-me. Defendi a minha tese na Universidade de Grenoble, a 26 de abril de 1971 (o dia de uma greve na universidade), com Jean Kuntzmann como presidente do júri e Francis Ceschino, Noël Gastinel e Pierre-Jean Laurent como seus membros.

Que lembranças guarda de Noël Gastinel?

CB Gastinel foi um pioneiro em Álgebra Linear Numérica. Ele tinha uma mente muito aberta e interessava-se por todos os tópicos. De cada vez que nos encontrávamos, discutíamos durante algumas horas (na realidade, tratava-se

essencialmente de um monólogo), e era só quando eu me preparava para sair que ele me perguntava sobre o andamento da minha tese.

Ele encorajou-me sempre a publicar os meus resultados regularmente e a não inibir-me de escrever claramente num artigo qual era a minha própria contribuição e a usar a primeira pessoa do singular na redação da minha tese. Os meus anos com ele foram muito formativos e ele realmente foi o meu mestre.

Qual foi a influência de Peter Wynn no seu trabalho científico? Que recordações tem dele?

CB Como o tema da minha tese versava sobre métodos de aceleração da convergência, depressa encontrei um artigo de Peter Wynn. Logo depois descobri outro artigo dele, e depois mais outro, e assim sucessivamente. Parecia ser interminável! Então eu decidi escrever-lhe e pedir-lhe a lista completa das suas publicações. Após algum tempo (não havia e-mail naquela época), não só recebi a lista pedida, mas também *preprints* e sugestões para o meu trabalho. A nossa correspondência estendeu-se por muitos anos, e eu estou realmente muito grato a Peter pelo seu inestimável incentivo e a sua ajuda.

Em 1981, ele decidiu ir viver para o México. Queria afastar-se durante mais ou menos um ano, como ele me escreveu, das muitas futilidades da vida académica moderna. Mas como conseguiu uma vida melhor nesse país, decidi lá ficar. Peter planeava escrever um ou dois livros, e vir à Europa apresentar performances de circo.

Que outros matemáticos desempenharam um papel importante no seu percurso?

CB Deixem-me citar apenas dois deles: John (Jack) Todd, um pioneiro em Análise Numérica, que me pediu para escrever um livro sobre Aproximação de Padé, e Richard Varga, que me convidou para as muitas conferências que ele organizou. Consegui obter para Varga um doutoramento *Honoris Causa* pela Universidade de Lille.

Gostaria ainda de mencionar alguns bons amigos que desempenharam um papel importante, como Philippe Ciarlet. Também desejo citar Pascal Maroni, que conheço desde 1970. Ambos nos interessámos por Polinómios Ortogonais e escrevemos um artigo juntos. Ele vive perto de mim em Paris e costumamos encontrar-nos para ir a restaurantes. Com Gérard Meurant, temos um interesse comum em Álgebra Linear Numérica e recentemente começámos a escrever um livro sobre a história desse tópico. Ele tem um apartamento muito perto da minha casa na Normandia e

costumamos ir juntos a um bom restaurante que se situa nas proximidades, compartilhamos muitos Spritz (com Campari, não com Aperol, um aperitivo típico de Pádua).

MICHELA REDIVO-ZAGLIA

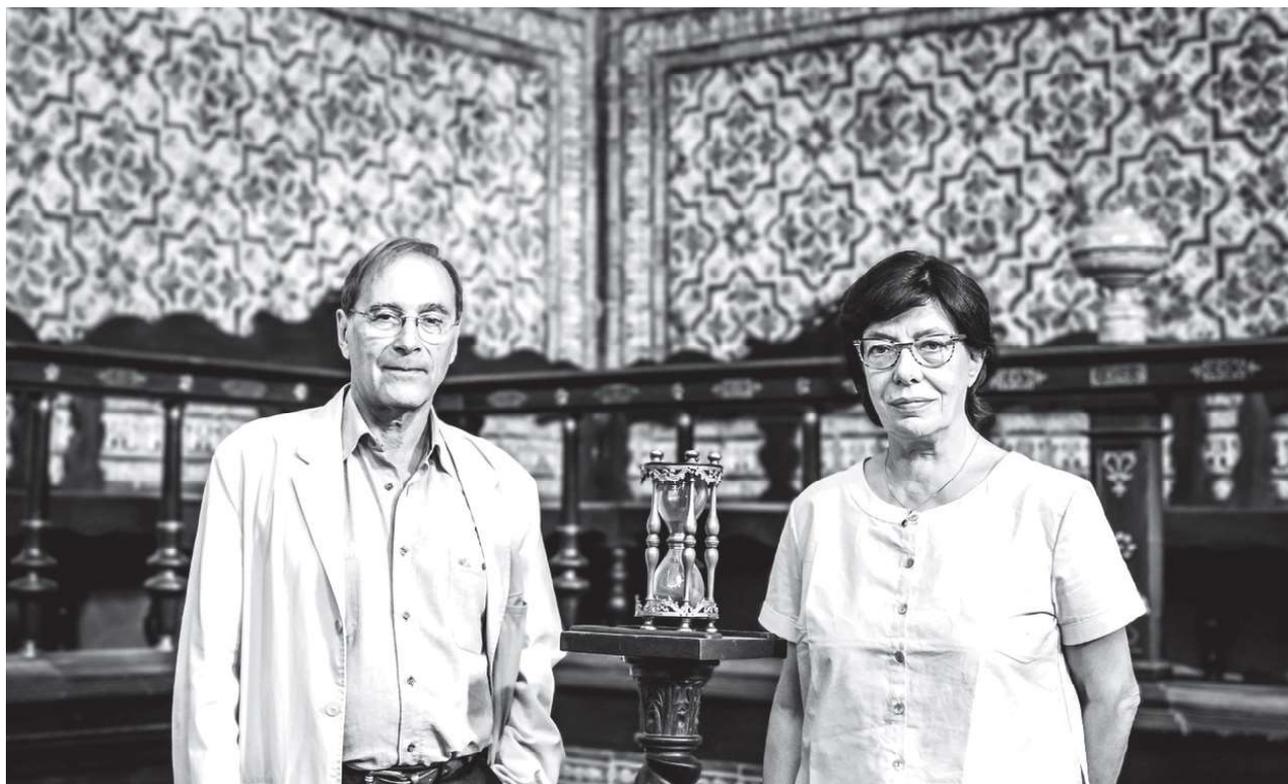
Quando e como começou a interessar-se pela Análise Numérica?

MRZ Obtive o mestrado em matemática na Universidade de Pádua, em 1975. No último ano de estudos, tive várias disciplinas que tratavam do uso de computadores em matemática, especialmente Programação em FORTRAN e em outras linguagens. Apaixonei-me por esses tópicos e foi por isso que, dois meses após o termo do meu mestrado, regressei ao Centro de Cálculo da universidade, para beneficiar de uma bolsa de dois anos. Nessa altura, tive oportunidade de emprego na Banca, mas preferi permanecer num ambiente científico. O Centro de Cálculo era o único lugar na universidade onde havia um *main frame IBM*. Nesse período, aprofundi o meu conhecimento das linguagens computacionais, lecionei cursos de FORTRAN e procedi à instalação de *software*.

Como decorreu a sua carreira antes de iniciar a tese?

MRZ Durante essa bolsa, fui selecionada num concurso para trabalhar como Engenheira Informática, fui admitida e permaneci no mesmo centro de cálculo. Após o que, em 1984, passei para o Departamento de Eletrónica e Informática, sempre na Universidade de Pádua, onde fui responsável por todos os serviços informáticos, bem como pela implementação das primeiras salas de computadores para os alunos. Era então o início da informática distribuída, com as primeiras estações de trabalho pessoais. Nessa época, pouquíssimas pessoas tinham as competências necessárias para realizar esse trabalho. Durante esses anos, adquiri muita experiência com sistemas operativos e escrevi um livro sobre UNIX.

Embora eu goste do trabalho de informática, ele tornou-se demasiado rotineiro para mim, pelo que comecei a desejar envolver-me numa área de investigação em Matemática Aplicada e ensinar. Por esse motivo, em 1987, entrei em contacto com a professora Maria Morandi Cecchi, do Departamento de Matemática. Ela concordou que eu trabalhasse com ela e colaborámos em diferentes projetos, em particular, num problema relacionado com as operações de união, interseção e complementaridade entre superfícies, conhecendo apenas os seus contornos. Em 1989, fomos



juntas a um NATO Advanced Study Institute on Computation of Curves and Surfaces, organizado em Tenerife pelo Professor Mariano Gasca, da Universidade de Saragoça. Foi nessa ocasião que conheci Claude Brezinski. Conheci também Hassane Sadok, colega e colaborador dele, actualmente Presidente da Universidade do Litoral Côte d'Opale, em França. Discutimos sobre os nossos temas de trabalho. A sua área de investigação interessou-me e, da parte dele, Claude apercebeu-se que as minhas competências informáticas e numéricas podiam ser de grande utilidade para ele. Para que eu pudesse investir no domínio de trabalho dele, ele convidou-me a participar num congresso que estava a organizar e que teria lugar no CIRM, em Luminy, perto de Marselha, em Setembro de 1989, sobre o tema *Extrapolação e Aproximação Racional*. Foi assim que teve início a nossa colaboração científica.

Quando é que decidiu que gostaria de fazer uma tese em matemática e como encontrou o seu orientador?

MRZ Na época do meu mestrado, em Itália, não existiam teses de doutoramento. Em 1980, elas foram instauradas pelo ministério, mas não me era possível defender uma tese ao mesmo tempo que trabalhava, porque não conseguia cumprir certas obrigações que eram exigidas. Por

outro lado, podia defender uma tese em França sem condições adicionais. Foi assim que, depois de ter trabalhado e publicado com Claude, ele me propôs defender uma tese sob a sua direcção. A 29 de maio de 1992, na Universidade de Lille, obtive assim um doutoramento em Matemática (*European Label*) com a menção *Très Honorable avec les Félicitations du Juri*, júri esse presidido por Jean Della-Dora, professor na Universidade de Grenoble.

Que outros matemáticos desempenharam um papel importante no seu percurso?

MRZ Várias são as pessoas que me orientaram e me acompanharam na minha formação científica e a quem eu desejo agradecer. A primeira delas é Arturo N. Natali, responsável pelo Grupo Científico do *Centro de Cálculo da Universidade de Pádua*, que, com uma enorme competência e também muita paciência, me treinou no começo da minha carreira. A segunda é, naturalmente, Maria Morandi Cecchi, que me iniciou na via da investigação e me motivou a novos tópicos de pesquisa. Uma menção particular aos meus colegas e amigos Claude Brezinski e Hassane Sadok. A propósito, desejo contar uma anedota sobre a nossa colaboração. Juntos resolvemos, com o auxílio dos polinómios ortogonais formais, o importante problema do *breakdown*

(divisão por zero) nos algoritmos do tipo Lanczos para a resolução de sistemas de equações lineares. O nosso principal algoritmo apresenta saltos recursivos para a frente e é por essa razão que os meus coautores o apelidaram de *Method of Recursive Zoom*, abreviado para MRZ (as iniciais do meu nome), e essa explicação foi mesmo dada no artigo publicado numa célebre revista científica internacional! Publicámos juntos muitos outros artigos de Álgebra Linear Numérica. O desenvolvimento de boa investigação em matemática, como em qualquer outro domínio, não nos impede nem de nos divertirmos nem, sobretudo, de sermos amigos. O mais importante é gostarmos do trabalho que realizamos.

Gostaria ainda de referir Sebastiano Seatzu, da Universidade de Cagliari, que infelizmente morreu em 2018. Foi graças a ele que fui integrada no grupo de investigação italiano de Álgebra Linear. Tive o privilégio de colaborar com ele. Gostei muito do seu lado humano, além das suas qualidades científicas. Desejo também agradecer a Francesco Costabile, da Universidade da Calábria, que, pelo seu caloroso acolhimento, muito facilitou a minha integração naquela universidade, quando obtive o título de professora associada. São muitos os colegas de várias outras universidades por todo o mundo com os quais tive o prazer de colaborar e que aqui deveria mencionar. Recebi muito de cada um deles e todos contribuíram para aumentar o meu entusiasmo pela investigação. Um grande obrigada a todos eles.

CLAUDE BREZINSKI

O que são métodos de extrapolação?

CB Em Análise Numérica e em Matemática Aplicada são usados muitos métodos iterativos. Esses métodos são inúteis se a convergência da sucessão for demasiado lenta. Em alguns casos, o procedimento iterativo pode ser modificado, mas noutros casos não temos acesso a ele: é uma caixa negra (*a black box*). Uma forma possível de ultrapassar essa desvantagem é transformar a sequência definida pelo método iterativo noutra que, sob certas hipóteses, convirja mais rapidamente para o mesmo limite (ou antilimite se a sequência não convergir). Entre essas transformações de sequências, que constituem os métodos de extrapolação, uma das mais conhecidas e útil é devida a Daniel Shanks. É definida por uma razão de dois determinantes e pode ser implementada recursivamente pelo epsilon-algoritmo escalar de Peter Wynn.

No seu trabalho, colocou em evidência as relações existentes entre vários tópicos. Poderia explicar essas conexões em algumas palavras?

CB Um aproximante de Padé é uma função racional cujos numerador e denominador são escolhidos de tal maneira que a sua expansão em potências crescentes da variável coincide com uma dada série de potências formal tão longe quanto possível, isto é, até ao termo de grau igual à soma dos graus do numerador e do denominador do aproximante inclusive. Quando aplicada às somas parciais daquela série de potências, a transformação de Shanks, isto é, o epsilon-algoritmo, é idêntica ao aproximante de Padé da série.

De facto, existem estreitas relações entre os tópicos sobre os quais eu trabalhei. Os aproximantes de Padé, e por consequência a transformação de Shanks e o epsilon-algoritmo, estão relacionados com os polinómios ortogonais formais, ou seja, polinómios ortogonais com respeito a uma forma linear. Estes polinómios ortogonais formais constituem a base para o estudo de alguns métodos de subespaços de Krylov para resolver sistemas de equações lineares. Em particular, a transformação de Shanks está relacionada com o método de Lanczos. Trata-se de métodos de projeção sobre os quais eu também trabalhei. Existem muitas relações entre os Aproximadores de Padé e as Frações Contínuas, e é por essa razão que me interessei por este último tópico.

Publicou sobre a vida e obra de vários matemáticos, nomeadamente Henri Padé, André Louis Cholesky e Peter Wynn, entre outros. Em geral, que procedimentos emprega para fazer este tipo de investigações biográficas?

CB Depende muito de quando essas biografias foram escritas. Quando a internet não existia, só tinha acesso às fontes existentes em bibliotecas ou arquivos. Assim, as pesquisas sobre História da Matemática implicavam um enorme investimento de tempo. Agora é muito mais fácil. É possível encontrar muitos documentos na internet. Artigos antigos foram digitalizados por vários editores ou por universidades e estão acessíveis na internet. É possível trabalhar no gabinete com o computador.

Henri Padé foi um matemático francês (1863-1953). A sua tese foi orientada por Charles Hermite e versou sobre Frações Contínuas e Aproximantes Racionais, que viriam mais tarde a ser apelidados com o seu nome, embora ele não os tenha inventado. Quando decidi publicar as obras completas de Padé, em 1984, quis escrever a sua biografia. Padé nasceu em Abbeville, no norte de Paris. Consultei



as Páginas Amarelas e escrevi a todas as pessoas com o mesmo apelido em Abbeville, mas nenhuma delas era da família dele. No certificado de óbito de Padé, havia o nome e o endereço da pessoa que declarou a morte às autoridades. Escrevi a essa pessoa, que ainda morava no mesmo endereço 30 anos depois. Tratava-se de um primo de Padé. Foi assim que estabeleci contacto com a família e conheci vários dos seus membros na casa desse primo, na Normandia. Mostrei-lhes sete ou oito livros com o nome Padé nos respetivos títulos. Eles não tinham ideia de que o avô era tão famoso. Ofereceram-me fotografias de Padé e de toda a família. Depois viajei para Arles, no sul da França, para conhecer a última filha viva de Padé. As obras completas do seu pai foram publicadas alguns meses antes da sua morte.

Quando escrevi a biografia de Charles Hermite, em 1990, conheci o neto de Émile Picard, genro de Hermite, e ele confiou-me uma série de fotografias de Hermite e da família.

Eu e a Michela publicámos este ano um artigo exten-

so, de umas 100 páginas, sobre a história do processo de Aitken e da transformação de Shanks, que são dois métodos para acelerar a convergência de sequências. Nesse artigo, reproduzimos os testemunhos que nos enviaram vários investigadores que trabalharam nesses tópicos, mostrando o lado humano da pesquisa.

Neste momento, eu e a Michela estamos a terminar um livro sobre Extrapolação e Aproximação Racional, onde são analisados todos os trabalhos de Peter Wynn, que morreu há dois anos, e que teve muita influência nesses domínios. Para este livro, também solicitamos os testemunhos de outros matemáticos cujos trabalhos estão relacionados com os de Wynn, ou extensões deles.

A vida de Cholesky era praticamente desconhecida antes dos seus artigos e do seu livro sobre ele? Como é que desenvolveu essa investigação?

CB A génese do meu livro sobre Cholesky é bastante interessante. É verdade que, há alguns anos, quase nada era conhecido sobre a sua vida e várias perguntas eram feitas regularmente sobre ele no NA-Digest. Sabia-se que tinha sido oficial do Exército francês. Em França, os arquivos pessoais são abertos 120 anos após o nascimento. Dirigi-me a esses arquivos no dia seguinte a esse aniversário, e pude consultar os ficheiros sobre Cholesky. Após a publicação do meu primeiro artigo biográfico sobre ele, um colega da Universidade de Reunião, Yves Dumont, construiu um *website* sobre Cholesky e foi contactado por Michel Gross, neto de Cholesky, a quem facultou o meu endereço.

Michel Gross escreveu-me, informando-me que a família de Cholesky ia entregar todos os documentos que possuía sobre ele à École Polytechnique, onde o avô tinha estudado, e perguntou-me se eu poderia ajudá-los a classificar a documentação. Aceitei e descobrimos rapidamente, com alguma emoção, o manuscrito original de Cholesky, onde ele descrevia o seu método para a resolução de sistemas de equações lineares, sendo a matriz positiva definida e simétrica. Esse método era conhecido apenas através de um artigo que um militar, Ernest Benoît, publicou seis anos após a morte de Cholesky.

Escreveu um livro intitulado *History of Continued Fractions and Padé Approximants* e também vários outros trabalhos sobre a história de temas matemáticos. Onde e como aprendeu o ofício de historiador? Em geral, que procedimentos emprega para fazer investigações de índole histórica?

CB Em primeiro lugar, eu não sou um historiador profis-

sional. Esses historiadores analisam a literatura antiga em profundidade. Também não tive formação acadêmica sobre a História das Ciências. Como estudante universitário, nunca me disseram quem era, por exemplo, Euler: se era um matemático grego antigo ou contemporâneo! É por essa razão que, nas minhas palestras, eu forneço sempre alguma informação histórica sobre cada matemático que cito.

Levei dez anos para escrever o meu livro sobre a história das frações contínuas. Naquela época, não havia internet. Visitei muitas bibliotecas, consultando livros e revistas antigas. De cada vez que viajava para uma nova universidade, passava horas a fio na biblioteca.

De assinalar que eu sempre gostei de História, com um interesse particular por biografias.

Em 1984, editou as obras completas de Henri Padé e, em 2013, os *Selected Works of Walter Gautschi*. Poderia comparar os procedimentos empregues nesses dois casos?

CB Para os trabalhos de Padé, bastou fotocopiar todos os seus artigos. No caso de Gautschi, tivemos de pedir a todos os editores que nos enviassem o pdf das publicações e nos cedessem os respetivos *copyrights*, o que representou um trabalho enorme.

Foi o fundador e editor-chefe da *Annals of Numerical Mathematics*, editor-chefe do *Journal of Applied Mathematics*. Foi, e ainda é, membro do conselho editorial de muitas revistas internacionais de prestígio, como a *Numerische Mathematik*. Que razões o levaram a fundar, em 1990, a *Numerical Algorithms*?

CB O meu desejo era criar uma revista genérica de Análise Numérica, que não fosse orientada para um tópico específico, porque muitos periódicos eram e são orientados. Além disso, eu queria uma revista em que o *software* correspondente a um dado artigo pudesse ser publicado após o processo de revisão. Certos algoritmos não são fáceis de programar. Se um autor pretende que o seu método possa ser largamente utilizado por outros, é necessário publicar o *software*, que deve estar bem redigido e, sobretudo, bem documentado.

Publicou 245 artigos e 20 livros. Poderia citar as publicações que melhor representam a sua carreira científica?

CB É impossível responder a essa pergunta. Permitam-me mencionar os aproximadores do tipo Padé, os polinómios ortogonais formais, o *E*-algoritmo, os epsilon-algoritmos topológicos e as suas versões simplificadas, a solução dos *breakdown* e *near-breakdown* nos algoritmos do tipo Lanczos,

a regularização, estimativas do erro para sistemas lineares, tratamento do fenómeno de Gibbs, *PageRank*, polinómios quasi-ortogonais,

Na sua opinião, quais são os ingredientes de um bom artigo?

CB Novidade, novas ideias, sólida fundamentação teórica do método apresentado, bons resultados numéricos em comparação com os fornecidos por outros métodos, explicações claras e boa apresentação.

Teve mais de 60 alunos de doutoramento e de agregação.

Para si, em que consiste o trabalho de um orientador?

CB Quando um aluno pede um tema para a sua tese, o orientador propõe uma ideia, que geralmente decorre dos seus últimos resultados de investigação. Então, o aluno começa a trabalhar e, de tempos em tempos, vem apresentar os resultados obtidos e perguntar como prosseguir. É importante que o aluno aprenda a trabalhar sozinho. Considero que dar ideias é o trabalho normal de um orientador de tese, e que essa não é uma razão suficiente para assinar os trabalhos escritos pelo aluno. Eu só aceitei colocar o meu nome como coautor de um aluno, quando efetivamente colaborei matematicamente com ele. É por essa razão que possuo poucos artigos com os meus alunos de doutoramento. Depois de eles terem obtido uma posição académica, frequentemente colaborei com eles e assinei os trabalhos que desenvolvemos juntos.

MICHELA REDIVO-ZAGLIA

Poderia citar as publicações que melhor representam a sua carreira científica?

MRZ Gosto de todos os meus artigos, caso contrário não os teria publicado! Brincadeiras à parte, eu prefiro artigos que contenham teoria, algoritmos, *software* e aplicações numéricas. Gosto, em particular, dos trabalhos sobre o tratamento do *breakdown* nos algoritmos de tipo Lanczos e aqueles sobre a simplificação extremamente significativa do epsilon-algoritmo topológico, um algoritmo que permite acelerar, sob certas condições, seqüências de vetores, de matrizes, ou mesmo de tensores.

Na sua opinião, quais são os ingredientes de um bom artigo? E de um bom *software*?

CB Um artigo bem redigido deve poder ser entendido mesmo por investigadores que não trabalham nesse assunto. Esta é uma característica importante quando se orienta

um jovem estudante a fazer investigação.

Se se deseja que um novo método numérico possa ser útil a outros investigadores e usado, é absolutamente necessário disponibilizar o *software* correspondente. Um *software* de domínio público deve estar bem documentado e otimizado, ser fácil de usar e com exemplos que o utilizador possa reproduzir facilmente.

Como costuma orientar os seus alunos de doutoramento?

MRZ Começamos por sugerir ao estudante um tema de investigação e deixamo-lo livre para seguir o seu caminho, mesmo se durante o percurso ele se reorientar por outra via. O mais importante para que o aluno realize uma boa tese é que ele aprecie o que está a fazer.

Em que consiste o projeto T4L (Teaching4Learning) do qual é membro fundador na Universidade de Pádua?

MRZ Este projeto começou em 2016 por iniciativa do reitor da Escola de Engenharia e neste momento envolve toda a Universidade de Pádua. É um plano de desenvolvimento de ensino e de *e-learning* para professores universitários. No final dos cursos propostos, os professores devem ser capazes de se apoiar mutuamente nas suas práticas em sala de aula, de experimentar novos métodos de estímulo para os estudantes participarem ativamente no processo de aprendizagem e de encorajar outros colegas a juntarem-se ao grupo. Os professores envolvidos neste projeto são voluntários, pelo que estão altamente motivados e predispostos a partilhar as suas experiências com os outros colegas. Trata-se de um projeto internacional na área do Ensino Superior. Nalgumas universidades estrangeiras, os novos professores recrutados devem frequentar os cursos do T4L antes de começarem a ensinar. Tem sido uma experiência frutuosa e estimulante, que muito tem influenciado a minha forma de ensinar, após mais de 30 anos de prática de ensino.

No SC2011 – International Conference on Scientific Computing, que decorreu em Itália, organizou uma sessão especial sobre a História da Matemática Computacional. Poderia comentar sobre o papel do Cálculo Científico na Matemática Aplicada?

MRZ Não pode existir Matemática Aplicada sem Cálculo Científico, sobretudo no trabalho dos investigadores que melhoram ou produzem novos algoritmos.

CLAUDE BREZINSKI & MICHELA REDIVO ZAGLIA

É justo afirmar-se que constituem uma dupla de sucesso, tendo em conta o enorme trabalho conjunto que desenvolveram. De que forma as vossas competências se complementam?

CB A Michela reúne os conhecimentos de um analista numérico e de um qualificado cientista computacional. Embora eu tivesse programado muito em FORTRAN no passado, não estava atualizado com os novos desenvolvimentos da programação estruturada. Em 1989, tive a ideia de escrever um livro sobre métodos de extrapolação contendo sub-rotinas correspondentes aos algoritmos apresentados. Perguntei à Michela se ela estaria disposta a colaborar comigo nesse projeto, que terminou com a publicação em coautoria, em 1991, do volume *Extrapolation Methods. Theory and Practice, North-Holland*. A listagem do FORTRAN que esse livro contém é de umas 300 páginas. Também lhe propus ser a editora de *software* da revista *Numerical Algorithms*, que eu fundei nessa época. Depois, continuámos a colaborar e a escrever sucessivamente artigos e livros, a organizar congressos, a editar *proceedings*, etc.

Devo esclarecer que a nossa colaboração sempre ocorreu numa base de igualdade. Cada um de nós contribuiu com uma parte significativa e indistinguível em todos os nossos trabalhos. Desejo declarar, com a máxima ênfase, que a nossa colaboração foi e é baseada num envolvimento equitativo na descoberta e no desenvolvimento dos resultados apresentados, e que esses trabalhos não teriam sido escritos sem a sua completa e decisiva participação.

MRZ Quando nos conhecemos, as nossas competências eram complementares e, com o tempo, cada um de nós aprendeu com o outro, o que nos permitiu avançar mais rapidamente no nosso trabalho. Nalguns órgãos universitários, fui criticada por ter publicado praticamente apenas com o Claude. Não percebo como isso possa ser negativo. A nossa colaboração foi sempre perfeitamente equilibrada e cada um de nós não teria publicado esses trabalhos sem a contribuição do outro. Ainda mais inacreditável: ousaram dizer que todas as ideias dos nossos livros e artigos comuns eram da autoria do Claude, porque o nome dele aparece sempre antes do meu! Seria necessário acreditar que a ordem alfabética dos autores, que é usual nos artigos de matemática, é desconhecida de algumas pessoas! Enfim, este episódio faz-me lembrar a peça de teatro de Molière intitulada *Les femmes savantes*, na qual se declama a seguinte citação: *quand on veut noyer son chien, on dit qu'il a la rage*.



CLAUDE BREZINSKI

Quando e como teve início a sua colaboração científica com Portugal?

CB Em 1982, em Braunlage, na Alemanha, durante o *NATO Advanced Study Institute on Computational Aspects of Complex Analysis*, travei conhecimento com Manuel Rogério de Jesus da Silva, professor catedrático do então Departamento de Matemática Aplicada da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, que morreu em 2018. Em abril de 1983, ele convidou-me para proferir quatro palestras sobre Aproximação de Padé, seguidas de quatro outras sobre Métodos de Aceleração da Convergência. Passados dois anos, enviou-me uma sua assistente, Ana Cristina Matos, para que eu a orientasse no mestrado e no doutoramento. E, em 1989, enviou-me outra, Zélia da Rocha, para o mesmo efeito. Mário Graça, do Instituto Superior Técnico, foi o meu terceiro aluno de doutoramento português. Em suma, foi com muito gosto que, nos últimos 37 anos, me desloquei regularmente a Portugal a convite de Manuel Rogério e dos meus ex-alunos, para realizar trabalho científico con-

junto, proferir palestras no Porto, em Coimbra, Bragança, Lisboa e Vila Real, e ser arguente em júris de doutoramento de alunos deles.

E nós agradecemos o seu contributo para o desenvolvimento da matemática em Portugal.

SOBRE OS AUTORES

Kenier Castillo. Especialista em Funções Especiais e Polinómios Ortogonais. Desde dezembro de 2018 é investigador do Centro de Matemática da Universidade de Coimbra (CMUC) e membro do corpo docente do Programa Inter-Universitário de Doutoramento em matemática organizado pelas Universidades de Coimbra e Porto.

Zélia da Rocha é professora auxiliar no Departamento de Matemática da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto desde 1994, e é membro integrado do Centro de Matemática da Universidade do Porto. Em 1990 e 1994, obteve o Mestrado e o Doutoramento em Matemática na Universidade de Lille, em França, sob orientação de Claude Brezinski.