



GONÇALO MORAIS CONVERSA COM INGRID DAUBECHIES



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

Quando falamos acerca de Ingrid Daubechies podemos falar sobre as suas contribuições fundamentais para a teoria das Wavelets, contribuições que permitem o tamanho reduzido das imagens no formato JPEG, cujo algoritmo de compressão usa esta ferramenta matemática, ou em transmissões televisivas de eventos desportivos. Poderíamos também falar dos prémios, demasiados para serem aqui elencados. Poderíamos falar de ter sido a primeira mulher com o título de *Full Professor* em Matemática da Universidade de Princeton. Poderíamos falar sobre falsificações de arte identificadas através dos seus algoritmos. Poderíamos falar do que é ser, de facto, uma estrela mesmo fora da comunidade matemática. Certamente, poderíamos falar sobre todas estas coisas. Poderíamos. Mas tudo isto já foi muitas vezes contado e escrito. Nesta entrevista procuramos a visão por detrás de todas elas.

O encontro com Ingrid Daubechies foi tudo menos uma coisa simples de acontecer. Em primeiro lugar, quando a contactei no sentido de termos esta entrevista, ela simpaticamente direccionou-me para a sua eficiente secretária. Nunca tal me tinha acontecido. A sua secretária encontrou uma janela de oportunidade no intervalo de uma conferência em que ambos iríamos participar. Na sua apresentação, falou sobre obras de arte falsificadas e de que modo as *wavelets* permitem a sua identificação. Ali, perante uma audiência entusiasmada, nenhuma fórmula ou equação matemática foi exibida. Só a força das ideias por detrás dos seus algoritmos. No final, conforme previamente estabelecido com a sua secretária, procurei-a para encontrarmos um local em que pudéssemos falar. A minha janela ia-se fechando, pois ao seu redor as pessoas avolumavam-se. Ela amavelmente falava com todos elas. Sem tempo. Quando a minha janela já

estava completamente fechada, pensei que o que me restava era despedir-me e esperar que o futuro nos desse uma nova oportunidade. Fiquei para último.

Quando ficámos a sós, pronto para o pedido de desculpas e o inevitável falhanço editorial, Daubechies sentou-se com um ar completamente exausta e disse-me:

— Gonçalo, — procurando o meu nome no dístico da conferência —, tenho apenas duas restrições. A primeira é que preciso de estar no Museu do Prado daqui a uma hora. A segunda é que apenas tenho dólares e preciso de encontrar uma caixa multibanco para levantar euros. Achas que, ainda assim, consegues fazer a tua entrevista?

No seu olhar havia vontade de falar. Havia vontade de estar à disposição das minhas perguntas, mesmo que isso lhe custasse o tempo do almoço e uma corrida muito apressada para o centro de Madrid. À nossa volta tínhamos uma



sala de congressos gigantesca, cheia de lugares vazios, onde o pessoal da manutenção se apressava para montar o próximo evento. As marteladas e o *sound check* eram a nossa paisagem audível. Daubechies perguntou-me preocupada, se toda aquela barulheira não iria perturbar a gravação da entrevista. Respondi-lhe que alguém, há uns anos, tinha criado uma coisa chamada *wavelets* e este tipo de filtros estava implementado nos aparelhos sofisticados de gravação de áudio. Ela riu-se e começámos a falar sobre coisas ao acaso. Quando a senti tranquila, liguei o gravador. Durante toda a conversa, a minha mulher ia pedindo que não nos desligassem as luzes, que não usassem os berbequins industriais perto do local em que estávamos sentados ou berrassem aos microfones só porque a maldita grua estava encalhada. No meio desta turbulência, Daubechies começou a falar sobre as coisas que a ocuparam em grande parte da sua carreira. E sempre com uma simplicidade especial.

GONÇALO Sendo uma das personagens principais no desenvolvimento e na aplicação das *wavelets* sente-se no centro de uma revolução científica?

DAUBECHIES Bem... sim, mas não por causa das *wavelets*. Se as *wavelets* foram o princípio de algo que continua a

eclodir, elas coincidiram com o momento em que expansões esparsas começaram a ser realmente úteis. Compreendemos desde então que a esparsidade é algo que pode enviesar-nos as observações. Não me refiro apenas à compressão. Existem muitos fenómenos em que, não se sabendo quais são os blocos fundamentais da informação que pretendemos estudar, muitas das medidas que obtemos podem dar resultados que não refletem a essência daquilo que foi registado. Atualmente, quando trabalhamos com imagens, os blocos essenciais da informação são razoavelmente compreendidos. Só agora começamos a tentar perceber quais serão esses mesmos blocos noutra qualquer tipo de informação. Existem muitos desenvolvimentos recentes e muito interessantes, mas ainda estamos a colecionar dados de vários lados para tentar compreender qual será o esquema geral de abordagem dos problemas.

A ideia geral é olharmos para uma quantidade enorme de informação intrinsecamente complexa e compreendê-la realmente. Quando digo compreender, quero dizer que conseguimos descobrir uma forma eficiente de pensar toda essa informação, percebendo o que se pretende retirar dela, sobretudo, o que nela está esparsamente contido. Perceber isto é algo que começamos agora a

conseguir fazer e com resultados interessantes. Vê, por exemplo, o caso da *machine learning* onde todos os métodos de que atualmente dispomos são um pouco *ad-hoc*, mas julgo que, num futuro próximo, irão originar todo um conjunto de novos ramos da matemática. De facto, é uma área excitante.

GONÇALO Por um lado, temos a Análise de Fourier clássica. Por outro lado, temos as *wavelets*. Acha que neste momento dispomos das ferramentas necessárias para estudar todo o espectro da Natureza?

DAUBECHIES [Risos] Nunca teremos as ferramentas necessárias para estudar todos os fenómenos naturais. Quando percebemos algo, existe sempre um novo conjunto de perguntas que aparece, cuja existência não podíamos antes formular ou sequer adivinhar. Por isso, não haverá nunca uma resposta definitiva sobre o que quer que seja.

GONÇALO Mas existe esta dualidade na Natureza que é certamente fascinante: frequência *versus* posição...

DAUBECHIES Absolutamente!

GONÇALO Sendo a sua formação básica em Física, seria possível ter chegado a estes resultados com uma formação tradicional em Matemática?

DAUBECHIES Talvez não. Julgo que o facto de ter vindo de Física ajudou-me a perseguir resposta iterativa, sempre moldável à realidade observável e não uma resposta definitiva sobre um determinado assunto. É difícil verbalizar isto. Mas fico muitas vezes surpreendida com o quão pouca Física alguns matemáticos sabem. [Risos]

GONÇALO Faz-nos parafrasear Vladimir Arnold, que dizia que um matemático que apenas sabe de matemática só conhece metade da sua ciência...

DAUBECHIES Sim! Sinto que isso tem muito de verdadeiro. Karen Uhlenbeck disse-me uma vez que existem triliões de equações de derivadas parciais, todas incrivelmente difíceis. Mas, sem se saber porquê, de todas essas, as que são realmente interessantes são as que vêm da Física.

GONÇALO Tenho dois exercícios para lhe propor. O primeiro é imaginar que vive em finais do século XIX ou no

início do século XX, sem computadores e sem toda a tecnologia atual. Qual acha que seria a sua área de estudo?

DAUBECHIES Sem computadores... há 100 anos... Acho que estaria a trabalhar em Análise. Esse foi o tempo em que se começou realmente a compreender todos os paradoxos que apareceram naturalmente do estudo de funções estranhas e conseguiu-se perceber o esquema geral do que se podia fazer em cada instante. Foi a altura em que se criou um esquema geral de raciocínio relativamente a este tipo de problemas. Mas, novamente, apesar de não se tratar de problemas físicos ou com inspiração em Física, as pessoas estavam a tentar perceber o que é que fazia sentido.

GONÇALO E nessa altura a distinção entre um matemático e um físico ainda não era muito clara...

DAUBECHIES Sim, não era nada clara. Em Física-Matemática, a área em que originalmente comecei a fazer investigação, na Europa, as pessoas estão tradicionalmente nos departamentos de Física, enquanto que nos Estados Unidos da América (EUA) estão sobretudo nos departamentos de Matemática. Isto mostra ainda que é uma área que está contida entre os dois campos. Quando me perguntavas há pouco se estes eram tempos excitantes para a matemática, julgo que é um tempo em que as pessoas estão abertas, existindo ligações muito claras e bem estabelecidas entre Matemática Pura e Aplicada, muito mais ligações e muito mais claras do que as que existiam há dez anos. Em Matemática Pura, existem pessoas que estão a fazer ligações entre áreas até agora aparentemente distantes. Basta olhar para a lista dos últimos premiados com a Medalha Fields, em que muitos deles usam técnicas de um determinado campo para resolver problemas de outro, ao invés de serem altamente especializados numa determinada técnica e resolverem problemas muito duros na área na qual tradicionalmente se aplica esse tipo de técnicas.

GONÇALO O segundo exercício é talvez um pouco mais complicado. Consegue imaginar o que é que estudarás daqui a vinte ou trinta anos?

DAUBECHIES Isso é uma pergunta com uma resposta impossível. Primeiro, porque daqui a trinta anos teria noventa anos e não sei se ainda andarei por cá. [Risos]. Há tanta coisa para perceber e estudar... A Biologia está

num processo crescente de matematização e estamos a começar a criar um esquema geral para responder às questões que nela vão aparecendo. Estou em crer que isto levará à criação de novos ramos da matemática.

Por outro lado, estamos a tentar perceber de que forma se pode extrair informação da grande quantidade de dados que está atualmente disponível. Quero dizer, não se trata necessariamente em todos os casos, de grande quantidade de informação. Muitas vezes o que se pretende é encontrar uma estrutura simples que nos permita aproveitar toda a riqueza contida nos dados. Reconhecer estes padrões é algo que, em muitas situações, é extremamente complicado. Quando temos muitos dados não é imediatamente óbvio o que se deve aproveitar e o que se pode deitar fora. Conseguir isto terá um impacto estrondoso em muitas áreas, por exemplo, na Biologia e em Ciências Sociais.

GONÇALO E de que forma é que se pode preparar toda uma nova geração de matemáticos e cientistas para lidar com esta nova abordagem dos problemas?

DAUBECHIES Em primeiro lugar, existe um largo espectro de matemáticos. Haver pessoas que ficam dentro da-

quilo a que chamamos Matemática Pura é importante, ao mesmo tempo que é fundamental que todas as áreas tenham pontes e que comuniquem com outras áreas do conhecimento. Do ponto de vista individual, não terão de ser todos os matemáticos que terão de criar essas ligações, mas é fundamental que colaborem e comuniquem com pessoas que tenham essas ligações, quer com outras áreas de Matemática Pura quer com aplicações. E existir este largo espectro de matemáticos, e que eles falem uns com os outros é importante. Juntando a isto, o feedback das aplicações criará novas respostas teóricas. Esta iteração acho que é aquilo que será fundamental para abranger toda a interdisciplinaridade necessária.

GONÇALO Voltando um pouco às *wavelets*, é impressionante o campo de aplicações que estas têm atualmente...

DAUBECHIES Sim! O projeto em que estou envolvida com a colaboração do Museu do Prado, que pretende, entre outras coisas, encontrar métodos para determinar quando uma pintura é uma falsificação, é apenas um dos exemplos. Antes de começarmos a entrevista, estávamos a falar sobre eletrocardiogramas e é curioso que eu tive um aluno de doutoramento que, antes de se dou-



torar em Matemática Aplicada, era radiologista. Continua a ser ainda hoje muito interessante falar com ele. Em primeiro lugar, porque ele consegue de facto falar com os médicos, pois usam a mesma linguagem [Risos]...

GONÇALO E é habitual para si andar na rua e reparar numa aplicação quotidiana das *wavelets*?

DAUBECHIES É engraçado que me perguntes isso... Há uns anos, eu tive uma licença sabática e, para consolar o meu marido, comprámos um televisor de alta definição com um ecrã enorme para que ele pudesse ver os canais de desporto em toda a sua glória. Num dia em que ele estava a assistir a um jogo de futebol, nesse ecrã gigante, apercebi-me, de repente, de algo muito interessante. Quando uma imagem é comprimida, começam a aparecer artefactos na imagem, que resultam dessa compressão. Nesse jogo apercebi-me de que os artefactos que a imagem continha estavam ligados ao facto de a imagem estar a ser comprimida usando *wavelets*. A imagem dos jogadores era sempre preservada, estando sempre livre de artefactos, enquanto que, na imagem da relva, esses artefactos eram notórios. Nesse momento não sabia, mas soube mais tarde que, de facto, a ESPN comprime as imagens usando *wavelets*. Quando me apercebi disso exclamei: “Eles estão a usar *wavelets*!” O meu marido, que estava concentrado no jogo, perguntou-me como é que eu sabia. Respondi-lhe entusiasmada: “Olha para a relva!” Ele respondeu-me indignado: “Mas quem é que olha para a relva?” [Risos] Acho que este exemplo exprime bem a utilidade das *wavelets*. De facto, quem é que quer saber da imagem da relva num jogo de futebol?

GONÇALO A sua observação não foi um comentário de uma fã...

DAUBECHIES [Risos] Exatamente! Quem é que quer saber disso para alguma coisa num jogo de futebol?!

GONÇALO Bem! Parece que o nosso tempo terminou! Foi um enorme prazer falar consigo. Queria agradecer-lhe ter arranjado tempo na sua agenda apertada. Muito obrigado.

DAUBECHIES O prazer foi meu. Obrigada.



Arrumei o material. Procurámos com ela o multibanco mais próximo e um táxi que a levasse ao centro de Madrid. Percebíamos agora por que razão ela precisava de uma secretária que conjugasse permanentemente a sua agenda. As múltiplas atividades em que participava deixariam qualquer pessoa exausta. Ingrid Daubechies, ainda hoje, depois de uma carreira enorme, guarda um entusiasmo pueril pelas coisas que a cercam. O mesmo entusiasmo que a fez sentar-se e falar, numa conversa sem tempo e indiferente ao caos em que estávamos imersos. E sempre com uma simplicidade especial.