

Curiosidades numéricas:

Das origens do zero aos desafios do novo milénio



RICARDO CUNHA TEIXEIRA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA DA UNIVERSIDADE
DOS AÇORES, RTEIXEIRA@UAC.PT

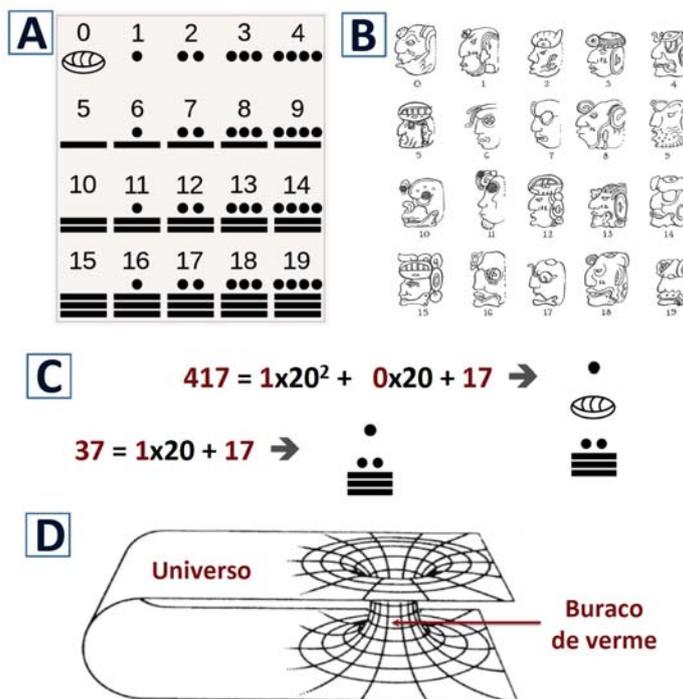
No último artigo, vimos que o zero surgiu como um simples marca-lugar, um espaço em branco no sistema de numeração, de natureza posicional, dos babilônios. O zero estava predestinado a ser descoberto pelo Homem. Prova disso é que os babilônios não foram os únicos a descobrir o zero.

Tal como os babilônios, os maias do México e da América Central criaram um sistema de numeração posicional. A diferença é que o sistema era vigesimal, de base 20. Os maias também recorriam ao zero para a escrita dos números e utilizavam dois tipos de dígitos: o tipo simples baseava-se em pontos e traços (figura A) e o tipo elaborado baseava-se em glifos (figura B). Os maias escreviam os números de cima para baixo, em vez de os escrever da esquerda para a direita. Na figura C, apresentamos dois exemplos de aplicação do sistema de numeração posicional dos maias. Note-se que a utilização do zero permite distinguir, sem qualquer ambiguidade, a escrita dos números 37 e 417. Com os maias, o zero mantinha o seu papel de simples marca-lugar num sistema de numeração posicional.

O zero continuou a aventurar-se no Oriente e foi na Índia que adquiriu finalmente o estatuto de número. No século IV a. C., Alexandre Magno levou as suas tropas persas da Babilónia até à Índia. Muito provavelmente, terá sido através desta invasão que os matemáticos indianos tiveram conhecimento do sistema de numeração babilónico e da utilização do zero como marca-lugar. O vazio e o infinito ocupavam um lugar importante na religião hindu, pelo que o zero foi bem acolhido na Índia.

O sistema de numeração indiano acabou por evoluir de um sistema do tipo grego para um sistema do tipo babilónico (há registos dessa mudança por volta do século V d. C.). Contudo, os indianos optaram por um sistema de numeração posicional de base 10 (em oposição ao sistema de base 60 dos babilônios). Os símbolos que utilizamos atualmente para representar os algarismos de 0 a 9 desenvolveram-se a partir dos símbolos usados pelos indianos. A Índia foi o berço do nosso atual sistema de numeração hindu-árabe.

Segundo Charles Seife, autor do livro *Zero: a biografia de uma ideia perigosa*, publicado pela Gradiva, “O sistema indiano de numeração permitia-lhes usar truques invulgares para adicionar, subtrair, multiplicar e dividir números sem o uso do ábaco para os ajudar. Graças ao sistema número-lugar, podiam adicionar e subtrair números grandes quase da mesma maneira que o fazemos hoje. Com treino, uma



pessoa podia multiplicar os números indianos mais depressa que um abacista conseguia calcular.”

Os indianos encararam com naturalidade a existência de números negativos, bem como da reta numérica em que o zero assumia finalmente o estatuto de número com a posição estratégica de separar os números positivos dos negativos. Contudo, o zero ainda era considerado algo bizarro, particularmente quando se tentava dividir um número por zero.

A este propósito, vejamos o que acontece quando dividimos 1 por 0. Convidamos o leitor a fazer o seguinte exercício: divida 1 por valores cada vez mais próximos de zero; chegará à conclusão que os valores obtidos são cada vez maiores ($1/0,1=10$; $1/0,01=100$; $1/0,001=1000$; ...). O infinito é a resposta ao desafio lançado. Este facto esteve na base da avaria do *USS Yorktown*, referida no último artigo. O zero e o infinito são gémeos, ou melhor, são duas faces da mesma moeda.

Ao invadir a Índia, os árabes tomaram contacto com os algarismos indianos. Quando adotaram o sistema de numeração indiano, adotaram também o zero. O zero acaba por chegar à Europa pelas mãos do matemático Leonardo de Pisa, mais conhecido por Fibonacci (cerca de 1170-1240). A profissão do pai, um mercador italiano colocado no Norte de África, permitiu-lhe visitar com frequência o Médio Oriente, onde se familiarizou com o sistema de numeração hindu-árabe. Em 1202, Fibonacci escreveu um tratado intitulado *Liber Abaci*, baseado nos conhecimentos de aritmética e de álgebra que adquiriu no decorrer das

suas viagens. O livro mostrava como os números hindu-árabes eram úteis para realizar cálculos mais complicados. Os mercadores e os banqueiros italianos começaram a utilizar este novo sistema, com o zero incluído, que rapidamente se popularizou pela Europa.

A própria palavra “zero” tem raízes hindu-árabes. O nome indiano para zero era *sunya*, que significava “vazio”. Os árabes transformaram-no em *sifr*. Por sua vez, os ocidentais adotaram uma designação que soasse a latim — *zephyrus*, que é a raiz da nossa palavra “zero”.

Mas por que razão levou tanto tempo até que o zero começasse a ser usado no Ocidente? A verdade é que o zero colidiu com um dos princípios centrais da filosofia ocidental: o vazio não existe. Segundo Charles Seife, “O universo grego, criado por Pitágoras, Aristóteles e Ptolemeu, sobreviveu longo tempo após o colapso da civilização grega. Nesse universo, não existe algo como o nada. O zero não existe. Por causa disso, o Ocidente não pôde aceitar o zero durante quase dois milénios.” O zero estava inevitavelmente ligado ao vazio, ao nada. Havia um medo primário do vazio e do caos. Logo, também havia medo do zero. O zero era perigoso!

No Ocidente, o medo do infinito e o horror ao vazio perpetuaram-se durante séculos. Partindo do universo pitagórico, Aristóteles e Ptolemeu defendiam um cosmos finito em extensão, mas cheio de matéria. O universo estava contido numa “casca de noz” revestida pela esfera das estrelas fixas. Não havia lugar nem para o infinito nem para o vazio. A longevidade da filosofia aristotélica assentou

num facto curioso: acreditava-se que este modelo era uma prova da existência de Deus, o motor primordial responsável por mover a esfera das estrelas fixas. Questionar a doutrina aristotélica era o mesmo que questionar a existência de Deus!

A falta do zero não só impediu o desenvolvimento da Matemática no Ocidente como, indiretamente, introduziu alguma confusão no nosso calendário. Todos nos lembramos das dúvidas que surgiram com a viragem recente de século e milénio: deveríamos festejar a mudança de século e milénio na passagem de ano de 1999 para 2000 ou de 2000 para 2001? A resposta correta é a segunda opção e a justificação é simples: o nosso calendário não contempla o zero.

O calendário egípcio tinha 12 meses, de 30 dias cada. No fim do ano consideravam-se 5 dias extra, num total de 365 dias. Este calendário foi adotado pela Grécia e por Roma, tendo sido modificado com a introdução dos anos bissextos. Tomou-se o calendário-padrão do mundo ocidental, um calendário que ignora o zero, uma vez que os egípcios, os gregos e os romanos não o reconheciam. Na contagem dos anos no calendário, procede-se da seguinte forma: ..., 2 a. C., 1 a. C., 1 d. C., 2 d. C., ... O zero é completamente ignorado! Se começarmos no 1 e contarmos os cem anos de um século, terminamos no 100; só entramos no novo século no ano 101. Em contrapartida, se começássemos a contar no 0, terminaríamos no 99 e o ano 100 passaria a ser o primeiro ano do novo século.

Com o Renascimento, o universo de casca de noz partiu-se, o vazio e o infinito ultrapassaram por completo os preconceitos da fundação aristotélica da Igreja e abriram caminho para um desenvolvimento notável da ciência e, em particular, da Matemática. O zero assumiu um papel chave no desenvolvimento de várias áreas da Matemática, entre elas destaca-se o cálculo diferencial e integral. O edifício matemático, que outrora tinha sido alicerçado partindo da necessidade de contar ovelhas e demarcar propriedades, erguia-se agora bem alto: as regras da Natureza podiam ser descritas por equações e a Matemática era a chave para desvendar os segredos do Universo.

Os físicos começaram também a encontrar zeros no mundo natural. Segundo Charles Seife, “Em termodinâmica, um zero tornou-se uma barreira intransponível: a temperatura mais baixa possível. Na teoria da relatividade de Einstein, um zero tornou-se um buraco negro, uma estrela monstruosa que engole sóis inteiros.” Atualmente, há teorias que pretendem explicar o big bang e que se debatem com o zero. Ninguém sabe se existem ou não, mas, caso existam, os *wormholes* (em português, “buracos de verme”) podem ser a solução para visitarmos partes longínquas do Universo. Curioso é que um buraco de verme (figura D) é um paradoxo causado por um zero nas equações da relatividade geral.

O zero não pode ser ignorado. De facto, o zero está na base de muitos dos segredos do Universo, a desvendar neste novo milénio.