



 Planeta

Trecho antecipado para divulgação. Venda proibida.

11 INTRODUÇÃO

POR QUE O LIVRO DE MATEMÁTICA PULOU DE UM PRÉDIO?

14 Parte 1

O PRINCÍPIO: CACHORROS, OSSOS E MAMILOS

- 15 CAPÍTULO 1. Seu cão, o gênio da matemática
- 18 CAPÍTULO 2. Mamilos polêmicos
- 21 CAPÍTULO 3. Ossos horripilantes e dedos acusadores
- 27 CAPÍTULO 4. Calculando a hora da morte
- 31 CAPÍTULO 5. Números e um zero à esquerda
- 35 CAPÍTULO 6. O computador neolítico

38 Parte 2

PELADÕES E MÚMIAS: QUEM COMEÇOU A USAR A MATEMÁTICA PARA ALÉM DO ÓBVIO

- 39 CAPÍTULO 1. Pirâmides e mortos-vivos
- 45 CAPÍTULO 2. O líder da seita que está nos seus livros
- 50 CAPÍTULO 3. Cabras amigáveis e números perfeitamente confusos
- 53 CAPÍTULO 4. Outros gregos cheios de problemas
- 56 CAPÍTULO 5. Rindo à toa de línguas decepada
- 61 CAPÍTULO 6. Alexandria, cidade de bruxas e fantasmas
- 70 CAPÍTULO 7. *Eureka* é meu pi: quando um matemático correu pelas ruas peladão
- 75 CAPÍTULO 8. Nerd até a morte

80 Parte 3

MORTES MEDONHAS NA IDADE DAS TREVAS

- 81 CAPÍTULO 1. Como o inocente 666 virou o número da besta
- 84 CAPÍTULO 2. Tartarugas mágicas e lágrimas na matemática oriental
- 88 CAPÍTULO 3. Crateras e restauradores de ossos
- 91 CAPÍTULO 4. Repolhos e o incesto mágico entre coelhos
- 96 CAPÍTULO 5. O papa e a cabeça de bronze
- 101 CAPÍTULO 6. Vai um pouco de Bacon aí?

104 Parte 4

O RENASCIMENTO DA MATEMÁTICA NA ERA MODERNA

- 105 CAPÍTULO 1. O cara que mudou o mundo de lugar
- 109 CAPÍTULO 2. O gago, o charlatão e o pupilo: a novela italiana das equações
- 114 CAPÍTULO 3. O cara que achou que poderia falar com anjos por meio dos números
- 119 CAPÍTULO 4. O mestre que morreu de tanto segurar o xixi – e o discípulo acusado de matá-lo

- 129 CAPÍTULO 5. O gênio que perdeu a cabeça, literalmente
133 CAPÍTULO 6. Ossos, anticristo e logaritmos
136 CAPÍTULO 7. Como Galileu desafiou pombos e a Igreja
142 CAPÍTULO 8. Calculando o seu azar
146 CAPÍTULO 9. Não provoque Newton, ele pode esfregar seu nariz em uma igreja
157 CAPÍTULO 10. O ciclope *workaholic*
160 CAPÍTULO 11. O demônio e suas chances de ganhar na loteria
163 CAPÍTULO 12. O príncipe da matemática
167 CAPÍTULO 13. Que tiro foi esse?

172 **Parte 5** **CONFUSÃO INFINITA NA ERA CONTEMPORÂNEA**

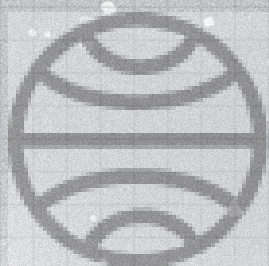
- 173 CAPÍTULO 1. A condessa da computação
177 CAPÍTULO 2. A gênica da lâmpada e a estatística
181 CAPÍTULO 3. Rosquinhas deliciosamente confusas
185 CAPÍTULO 4. O pai do infinito
189 CAPÍTULO 5. Boole-nando a álgebra
192 CAPÍTULO 6. A fórmula que mede a nossa evolução
195 CAPÍTULO 7. O cérebro mais famoso da história foi roubado e fatiado
206 CAPÍTULO 8. O horrível fim de um dos maiores heróis da matemática
214 CAPÍTULO 9. A máquina que convertia café em teoremas

218 **Parte 6** **ALIENÍGENAS E CAOS NOS DIAS DE HOJE**

- 219 CAPÍTULO 1. Enrolados na teoria das cordas
226 CAPÍTULO 2. A borboleta do efeito e o chimpanzé de Murphy
231 CAPÍTULO 3. O demônio dentro de um floco de neve
233 CAPÍTULO 4. O Unabomber
239 CAPÍTULO 5. Como achar amor ou *aliens* usando matemática
246 CAPÍTULO 6. O mundo é matemática

251 **AGRADECIMENTOS**

253 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**



Planeta



Planeta

INTRODUÇÃO – POR QUE O LIVRO DE MATEMÁTICA PULOU DE UM PRÉDIO?

Uma tarde eu estava na casa do meu avô e ele resolveu contar uma piada de um daqueles almanaques de farmácia que eram comuns até uns anos atrás. Você sabe, dicas de dietas, uma tabela com as frutas da época, anúncios de desconto e, claro, a seção mais popular: charadas e trocadilhos. Pois bem, eis que meu avô, do alto de seus 90 e tantos anos, lê o seguinte enunciado: “Por que o livro de matemática pulou de um prédio?”. Ele mesmo respondeu, sem pestanejar: “Porque ele estava cheio de problemas”.

Eu gostaria de poder dizer que este não é “aquele” tipo de livro de matemática, o livro que resolveu dar fim ao próprio sofrimento por estar recheado de enigmas complexos feitos para atormentar a mente humana – principalmente a de estudantes. Posso garantir que este livro não é nada parecido com as apostilas da escola. Mas se eu disser que você não vai encontrar coisas que fazem sua cabeça girar e a mente gritar em silêncio (você certamente já ouviu esse som durante as aulas de Matemática), eu estaria sendo desonesta.

Matemática não é uma coisa simples. Lá nos idos de 400 d.C., Agostinho de Hipona (354-430 d.C.), que hoje conhecemos como Santo Agostinho, suspeitava que os astrólogos de sua época, que se utilizavam da matemática, haviam feito um pacto com o diabo para “confundir o espírito e confinar os homens nos limites do inferno”. Quem já teve uma aula de Trigonometria certamente entenderá do que ele estava falando.

Talvez a matemática nem exista. Você já pensou que números não passam de convenções adotadas para que o ser humano consiga traduzir o Universo de forma mais lógica? Ao contrário do que muitos professores nos fazem acreditar, com fórmulas, nomes estranhos e conceitos nada flexíveis, a matemática não surgiu pronta. E está longe de ser perfeita e imutável. Ao mesmo tempo em que estudamos ideias que foram criadas pelos gregos há 4 mil anos, mais de 1 milhão de páginas de pesquisas matemáticas são publicadas todos os anos. São conceitos novos, não a matemática de Pitágoras, Aristóteles ou até mesmo de figuras mais “modernos”, como Newton ou Einstein.

Ao se distanciar da perfeição, a matemática se torna, talvez, algo mais próximo de nós, mais humana. E, para aqueles que insistem em dividir o mundo e as pessoas entre “de exatas” e “de humanas”, a matemática se torna mais “de humanas” mesmo.

Você verá que aqueles conceitos estudados na escola não caíram como uma maçã na cabeça de um cara sem sorte (foi mal, Newton!), fazendo, por milagre, seu cérebro entender as leis que regem o mundo. Esses conceitos surgiram por conta das vidas e experiências de caras que tinham medo de feijão, pessoas destemidas que esfregavam o nariz dos inimigos em paredes de igrejas e por fanfarrões que amavam jogos de azar e entravam em duelos épicos de espadas.

Pode parecer papo de nerd empolgado, mas eu prometo que geometria, cálculo, algoritmos, probabilidade e toda essa turma tornam-se muito mais fascinantes quando descobrimos a humanidade por trás deles. Não posso garantir que, depois da leitura deste livro, aquele desespero diante de um problema vai desaparecer, ou que você não vai mais ouvir o silencioso grito da sua mente. Mas talvez você entre para o seleto grupo daqueles que ouvem o grito, reconhecem sua legitimidade e seguem em frente.

A matemática foi feita por aqueles que não apenas encaram o dilema, mas aprendem a gostar da sensação de enfrentar o desafio de solucioná-lo.

É esse tipo de gente (e essa sensação) que você vai encontrar nas próximas páginas. A proposta não é contar a extensa história da matemática,

pois seria o equivalente a narrar a história da humanidade. Talvez você note a ausência de alguns dos grandes nomes e marcos da matemática, que ficaram de fora para dar lugar a aspectos mais curiosos dessa grande ciência cruelmente exata e perversamente humana.

Antes de tratar de humanidade, precisamos falar dos nossos melhores amigos: os cachorros. Acredite em mim: apesar de o *poodle* sujo da vizinha não parecer muito formidável quando coça o bumbum no carpete, ele tem seus méritos.



Parte 1

O PRINCÍPIO: CACHORROS, OSSOS E MAMILOS

Como os humanos transformaram a noção
de matematicidade na linguagem matemática

♠ CAPÍTULO 1 ♠

Seu cão, o gênio da matemática

Pense no seguinte cenário: você está na sala de aula, sentado na mesma posição há duas horas. É o último horário de uma manhã de sexta-feira. O tempo parece se arrastar. Cada vez que você olha para o relógio, com a sensação de que cinco horas se passaram, percebe que só cinco minutos ficaram para trás desde sua última olhadela. O professor, com voz de quem também não queria estar naquela sala, passa no quadro inúmeras fórmulas de geometria, e tudo o que sai da boca dele soa como grego aos seus ouvidos. Nada parece fazer sentido: triângulos, ângulos retos, agudos, consoantes em circunflexo, cálculos de diagonal...

E se eu te contasse que você, de certa forma, já conhece essa matéria? Você pode não acreditar, mas ela já está no seu cérebro, não tão bem codificada por símbolos. Digo mais: sabe quem saca de cálculo? Seu cachorro.

Pode não parecer, mas o cachorro revela ser uma criatura especialmente genial quando você finge que joga uma bolinha e ele sai correndo empolgadão para buscá-la.

Um belo dia, Tim Pennings, um professor de Matemática do Hope College (Michigan, Estados Unidos), saiu para passear com seu corgi, Elvis, em um parque perto de sua casa. Apesar de ser da mesma raça dos cachorros da rainha Elizabeth II, Elvis é um cachorro comum. Enquanto jogava a bolinha no meio do lago do parque, Tim percebeu que o animal se comportava de uma maneira estranha. Se a bolinha fosse arremessada verticalmente, Elvis seguia a mesma trajetória do objeto, mergulhava no lago e buscava o brinquedo. Mas se a bola fosse lançada na diagonal, o cachorro não acompanhava o

percurso: Elvis corria em linha reta, pela orla do lago, antes de mergulhar em um ponto mais adiante.

Se você tem um cachorro e uma piscina ou um lago à disposição, pode fazer o teste para comprovar.

Mas o que a corrida do cachorro tem a ver com geometria? Sendo um matemático, Tim percebeu que o trajeto que seu corgi adotava era similar a um problema de cálculo de diferencial que ele ensinava na universidade. E Elvis estava acertando, ao contrário de muitos alunos cabeçudos. Ao correr pela beira do lago antes de mergulhar em um ponto exato, o cachorro conseguia fazer o trajeto mais rapidamente, sem hesitar. Afinal, com aquelas patinhas curtas típicas de sua raça, ele consegue correr muito mais rápido do que nadar.

Leve esse problema a um aluno universitário de Matemática e Engenharia e ele usará noções de cálculo inventadas por Newton e Leibniz para resolvê-lo. Então, como o cachorro já sabe a resposta?

Antes que você tente dar o seu dever de casa para seu cão (e tenha que usar a clássica desculpa de que o cachorro comeu a tarefa), ressaltamos que Elvis não sabe calcular. O que Tim concluiu é que, por meio da evolução das espécies, os cachorros (e outros animais, inclusive os seres humanos) desenvolveram a habilidade de avaliação inata, já que o melhor predador tem maior vantagem sobre os demais. E o melhor predador é aquele que encontra a presa (ou a bolinha) mais depressa.

E os gatos? Se você encontrar um que tope buscar e trazer a bolinha de volta, você pode perguntar a ele. Quando tentei isso com a minha gata, que é a verdadeira dona da minha casa, ela apenas me encarou com desprezo. Talvez ela seja mais esperta do que os cães, ou do que os humanos que fazem bizarrices incompreensíveis, como jogar uma bolinha longe para ser apanhada.

Além dos bichos de estimação fofinhos, outros animais parecem ter uma noção matemática. Por exemplo, a formiga *Cataglyphis fortis*, que habita o deserto do Saara e precisa andar longas distâncias para encontrar comida. Imagine, então, que você é uma pequena formiga

no meio de um grande deserto e anda 50 metros para longe de seu formigueiro, que é acessado por um buraco milimétrico no meio da areia. Não sei vocês, mas eu, que às vezes perco o carro no estacionamento do shopping, certamente ficaria perdida.

Cientistas descobriram que, para retornar em segurança ao formigueiro, as formigas contam os passos e calculam a distância exata que percorreram desde sua saída. Eles modificaram as patinhas de algumas pobres formigas assim que elas retornavam ao formigueiro. Algumas receberam próteses para deixar suas patas mais longas, outras eram amputadas e ficavam com as patas mais curtas. Então, elas eram liberadas para voltar para o formigueiro. As “pernudas” invariavelmente passavam a entrada do buraco, e as amputadas ficavam pelo meio do caminho. No entanto, se os pesquisadores capturassem as formiguinhas no início da jornada, e não no meio, e elas saíssem do formigueiro com o tamanho de pernas alteradas, elas voltariam em segurança. Ou seja, modificando-se o tamanho das patas das formigas, muda-se a quantidade de passos do trajeto.

Isso não significa que os bichos pensem: *Certo, andei 2.435 passos até aqui, então preciso andar 2.435 passos de volta para casa.* É muito claro para os cientistas que os seres humanos, apesar de não serem a única espécie com alguma noção de matematicidade, são as únicas criaturas na Terra capazes de usar a matemática como linguagem. Somos os únicos capazes de falar sobre números, dar nomes a eles e estabelecer relações lógicas básicas e complexas entre esses conceitos. Essa linguagem é a matemática.

♠ CAPÍTULO 5 ♠

Números e um zero à esquerda

Os espertinhos dos sumérios tinham um problema: não havia um símbolo para o zero. A grandeza dos números perfeitamente organizados ficava aberta à interpretação do contexto. Uma coisa é dizer que alguém tem 4 filhos, já que seria pouco provável totalizar 40 filhos. Outra é acreditar que você está fazendo um bom negócio ao comprar 50 vacas e levar apenas 5.

Pode parecer estranho, já que usamos o zero todos os dias, mas as civilizações ocidentais demoraram para adotar o símbolo e considerá-lo um numeral. Gregos e romanos, por mais avançados que fossem, não tinham um símbolo que significasse o “nada”.

O registro mais antigo de algo similar ao zero foi encontrado na Babilônia. O sistema numeral daquela região era baseado em 60. A notação acumulava 1s até que ele chegasse ao 10; quando esses 10s alcançavam 60, eles passavam para outra “fase”. Mas engana-se quem pensa que os babilônios tinham símbolos diferentes para essas unidades, como no sistema romano. Eles adotaram uma notação posicional, mais parecida com a nossa, com a quantidade maior aparecendo à esquerda da unidade menor. Ou seja, eles conseguiam indicar que 232 valia menos que 322 por conta da posição dos números, apesar dos símbolos serem os mesmos.

Em uma época sem zeros, como era possível diferenciar o número 202 de 22? Ambos os números 2 estão posicionados em valor decrescente da esquerda para a direita. E aí? Os babilônios encontraram uma solução simples e engenhosa, criaram um símbolo para representar um espaço vazio: uma linha em diagonal. Então, tornou-se possível diferenciar 2/2 de 22, e as contas se tornaram muito mais precisas e seguras.

Demorou um tempo até que matemáticos passassem a considerar o zero um número, e não apenas algo para separar unidades. O zero não se comporta como os outros números, mesmo nas operações básicas. Em uma soma com outro numeral, o zero não altera o resultado. Assim como na subtração. Mas ao multiplicar um número por zero... o resultado também é zero. E há, também, a temida divisão por zero.

Ao dividir 0 por 2, por exemplo, o resultado é zero. Afinal, se você corta nada pela metade, continua com nada. Mas e a divisão de 2 por 0?

O seu professor de Matemática pode ter dito simplesmente que a divisão por zero é indeterminada e terminado a conversa aí. Afinal, não faz sentido dividir algo por zero. Esse debate, no entanto, é muito antigo na matemática, e merece ser analisado com mais atenção.

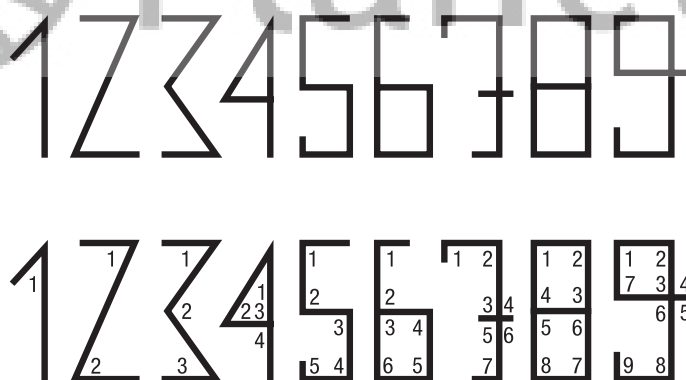
Vamos ilustrar esse dilema com o exemplo clássico das frações. Joãozinho tem 1 pizza (o inteiro) de 30 cm^2 de área, e divide-a na metade ($\frac{1}{2}$; 15 cm^2 de área cada parte). Depois, ele divide cada metade na metade ($\frac{1}{4}$; $7,5 \text{ cm}^2$ de área cada parte), e cada quarto na metade novamente ($\frac{1}{8}$; $3,75 \text{ cm}^2$ cada parte). Se o Joãozinho continuar esse processo, os dividendos das frações aumentam $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{32}$, $\frac{1}{64}$ etc., enquanto a área dividida fica cada vez menor. Ou seja, o que era uma pizza inteira virou 64 unidades, cada uma um pedacinho de $0,4 \text{ cm}^2$. E quanto menores os pedaços vão ficando, mais pedaços o Joãozinho tem. Quanto mais próxima a área dos pedaços fica do zero, mais o total de pedaços de pizza se aproxima do infinito.

O matemático indiano Brahmagupta (598-668 d.C.) afirmava que qualquer divisão por zero produzia zero. Ele, aliás, foi o primeiro a admitir a importância do “nada” nos cálculos, citando seu papel na matemática posicional e fornecendo a primeira definição de zero registrada: zero é a subtração de um número por si mesmo. Bhaskara (1114-1185 d.C.), outro matemático indiano, disse no século XII que o resultado de uma divisão por zero deveria ser infinito. (Aposto que você treme ao ler o nome dele, lembrando da temida fórmula, mas a contribuição de Bhaskara para a matemática é muito importante.)

Hoje, os matemáticos preferem afirmar que o resultado dessa divisão é indeterminado, não existe um valor definitivo. Afinal, não existe propósito matemático nesse resultado, assim como, certamente, não há propósito para Joãozinho comer pedaços infinitamente pequenos de pizza.

No século XIII, um tal de Leonardo de Pisa, mais conhecido como Fibonacci (e de quem falaremos mais adiante), deparou-se com o zero matemático em uma viagem pela África e trouxe a “novidade” para o Ocidente. Em seu livro *Liber Abaci*, ele apresentou os algarismos que vi-riamos a utilizar hoje: 1, 2, 3... 9 modernos. E, entre eles, um algarismo diferente – o 0 –, o qual Fibonacci chamou de “zephirum”. “Com esses algarismos, qualquer número pode ser escrito”, disse o matemático.

Por que *esses* símbolos foram os escolhidos? Afinal, há uma relação clara entre os três traços e a quantidade três. Mas o que esse “3” têm a ver com o número que representa? Para entender, basta “converter” os numerais para suas formas retas básicas (que se tornaram arredondadas por razões práticas de escrita) e contar os ângulos que aparecem.



Não se engane, no entanto, ao achar que essa notação está “escrita na pedra”. Assim como nossos ancestrais (que, olha só, escreviam em pedras!) mudaram a maneira de representar quantidades, as próximas gerações poderão encontrar formas diferentes e até mais sofisticadas para resolver e apresentar símbolos e operações matemáticas. A

constante (mas nem sempre ágil) evolução dos números pode ser exemplificada pela grafia do zero, que, em um mundo cada vez mais digital, tem sido lido por diversos computadores programados como o símbolo θ , a fim de diferenciá-lo da vogal “o” maiúscula.

Em 1993, Jaime Redin criou uma nova notação para os números em calculadoras, os quais ele denominou “números verbais”. O conceito de Redin é que, ao misturar letras e números, é possível ter um padrão mais intuitivo. Ao escrever 5-M, por exemplo, a calculadora imediatamente “entenderia” 5 milhões, não sendo mais necessário pressionar todos os zeros.

