

Quando estarão todos doentes?

Constança Providência

Centro de Física, Universidade de Coimbra

Material

- caderno e lápis
- duas cartolinas A3 de cor diferente
- cola e tesoura
- calculadora

Crescimento exponencial

A física é uma ciência que tem como objetivo explicar o Universo onde vivemos. Para conseguir essa tarefa tão complexa os físicos usam vários instrumentos, como telescópios para observar o Universo, e microscópios e aceleradores para olhar para o infinitamente pequeno. Mas para conseguirem interpretar o que observam utilizam outras ciências como a matemática e as ciências de computação. Vamos ver como a matemática nos pode ajudar a interpretar o que vemos e a prever o que se vai passar.

Nestes últimos meses temos passado por um período complicado devido ao modo como a COVID-19 se espalhou por todos os países do mundo. Em Portugal, tivemos de ficar confinados em casa até ao início de Maio e mesmo depois continuámos a ter aulas à distância ou a trabalhar remotamente usando os meios informáticos. E porquê?

Com uma experiência simples vais perceber. Precisas de um caderno e lápis para registares o que observas. Constrói uma tabela como as que estão ao lado: três colunas por doze linhas. Se precisares acrescenta mais linhas. Na primeira linha, o cabeçalho da tabela, escreve em cada uma das colunas: dia, número de alunos que adocece, número total de alunos doentes. Por baixo de "dia" escreve em cada célula os números 0,1,2,3,4, ... que indicam o dia a que se referem os números que vais escrever nas colunas 2 e 3. Tens a tabela preparada para tomares nota das tuas observações.

Cola duas folhas de cartolina de cores diferentes, por exemplo uma azul e outra vermelha: ficarás com uma cartolina dupla com uma cor diferente de cada lado. Corta-a em pequenos quadrados de 1,5 cm x 1,5 cm. Deves conseguir fazer pelo menos 144 quadra-

dia	número de alunos que adocece	número total de alunos doentes
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Tabela 1 - Tabela para anotar as observações

dos. Agora distribui-os todos sobre uma mesa com o vermelho para baixo, de modo a fazeres doze linhas de doze quadrados (fig. 1). Todos os quadrados têm o lado azul para cima. Supõe que os quadrados representam os alunos que frequentam a tua escola. Um dia, a que chamaremos o dia 1, um dos alunos fica doente com a COVID-19. Representa-o por um quadrado vermelho virando um dos quadrados e anota no caderno no dia 1, 1 aluno na coluna 2 e 1 aluno na coluna 3. Vamos agora supor que cada aluno doente vai contagiar em média dois alunos. Dizer que é em média significa que pode ser que um só contagia um colega mas há outro que contagia três, e, por isso, em média cada um contagia dois alunos. Assim, no dia seguinte, dia 2, há mais dois alunos com COVID-19 que foram contagiados pelo primeiro aluno com COVID-19, ao todo já há 3 alunos doentes. Vira mais dois quadrados e toma nota no caderno, no dia 2 colocas um 2 na coluna 2 e um 3 na coluna 3.

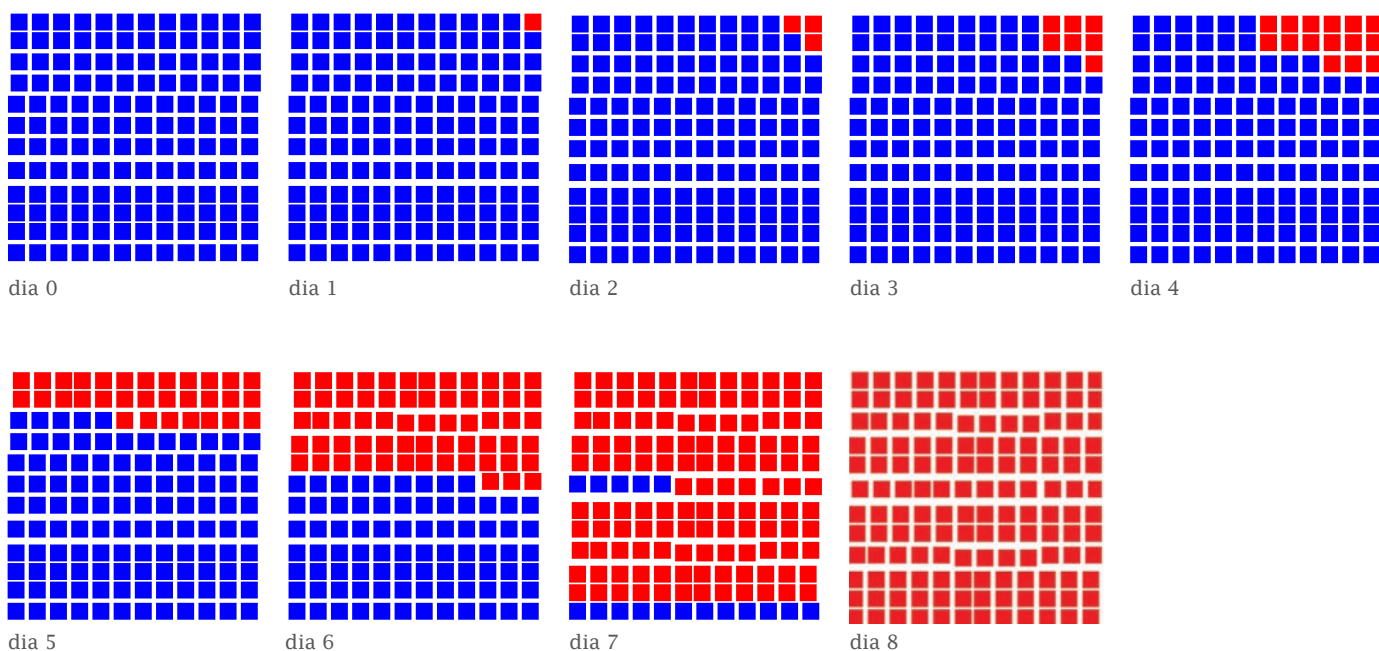


Figura 1 - Evolução do número de alunos doentes. Azul e Vermelho representam os alunos não doentes e doentes respetivamente.

Tabela 2 - Cada aluno contagia dois alunos

dia	número de alunos que adoecem	número total de alunos doentes
0	0	0
1	1	1
2	2	3
3	4	7
4	8	15
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Tabela 3 - Cada aluno contagia três alunos

dia	número de alunos que adoecem	número total de alunos doentes
0	0	0
1	1	1
2	3	4
3	9	13
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Tabela 4 - Para completar

dia	número de alunos que adoecem	número total de alunos doentes
0	0	0
1	10	10
2	9	19
3	8	
4	7	
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		

Os alunos doentes ficam isolados em casa e já não contagiam mais colegas. Agora cada um destes dois alunos vai contagiar dois colegas, e no terceiro dia há mais quatro alunos doentes. Vira mais quatro quadrados e anota no caderno no dia 3, 4 na coluna 2 e 7 na coluna 3. Se agora cada um destes alunos contagiar mais dois alunos, quantos novos alunos estarão contagiados no dia 4? E qual é o número total de alunos doentes? Em que dia estão todos doentes? E se a tua escola tivesse 1000 alunos, ao fim de quantos dias estariam todos os alunos doentes? Dizemos que o crescimento de alunos doentes com covid foi exponencial.

Podes pensar noutras situações diferentes: imagina que cada aluno contagia três alunos. Ao fim de quantos dias todos os alunos estão doentes? Anota sempre no caderno: no dia 1, 1 aluno fica doente, no dia 2, 3 alunos ficam doentes, no dia 3, 9 alunos ficam doentes. Completa a tabela indicando na coluna 2 quantos alunos adoecem nesse dia e na coluna 3 o número total de alunos doentes, até todos os alunos ficarem doentes. Quantos dias demorou? E se a tua escola tivesse 1000 alunos, ao fim de quantos dias estariam todos os alunos doentes?

Compara com o resultado que obtiveste quando cada aluno só contagiava 2 alunos. O que concluis?

Imagina agora que cada aluno só contagia um aluno, em cada dia aparece apenas um novo aluno doente. Constrói uma nova tabela semelhante às anteriores, tabela 4, e prevê ao fim de quantos dias todos os alunos ficam doentes.

Percebes agora porque é que muitos portugueses tiveram de ficar em casa confinados? Portugal poderia evoluir para um crescimento exponencial de doentes e os hospitais não teriam capacidade para os tratar. Ficando em casa não poderíamos ficar doentes ou contagiar outras pessoas. É claro que mesmo assim foi preciso manter os serviços necessários a funcionar e também foi preciso fazer compras. Fora de casa havia sempre alguma probabilidade de ficarmos doentes. Mas o risco de nos contagiarmos era muito menor porque usávamos máscaras, mantínhamos distanciamento e as lojas e serviços tinham poucas pessoas. Agora temos o número de contágios por dia mais controlado mas continuamos a precisar de reduzir o risco de contagiar alguém e, para isso, precisamos de usar máscara e mantermo-nos afastados. A probabilidade de contagiarmos alguém tem de ser menor do que um para mantermos a situação controlada.

E o que é que isso significa, uma probabilidade de contagiar alguém menor do que um? Afinal não podemos contagiar só meia pessoa...Deves novamente pensar na média. Significa, por exemplo, que se houver dez pessoas doentes, elas vão contagiar menos do que outras dez pessoas, ou seja, todos os dias o número de pessoas que fica doente é inferior ao número de pessoas que ficou doente no dia anterior.

Faz a seguinte experiência: supõe que a probabilidade de contágio se mantém sempre menor do que um e que, em cada dia, o número de alunos que fica doente é igual ao número de alunos que ficou doente no dia anterior menos um. Supõe que no primeiro dia há 10 alunos doentes. Ao fim de quantos dias não há alunos a adoecer? Quantos alunos ficaram doentes? Nestas condições a doença está controlada.

Sabias que a COVID-19 é provocado por um vírus chamado SARS-CoV-2? Na figura 2 podes ver a imagem do SARS-CoV-2 obtida com um microscópio eletrónico, um daqueles aparelhos que os físicos desenvolveram para ver o infinitamente pequeno.

No próximo Vamos Experimentar! aplicaremos a matemática que explica como a COVID-19 se espalha ao comportamento das partículas que os físicos conhecem por núcleos. E vais-te tornar num físico nuclear.

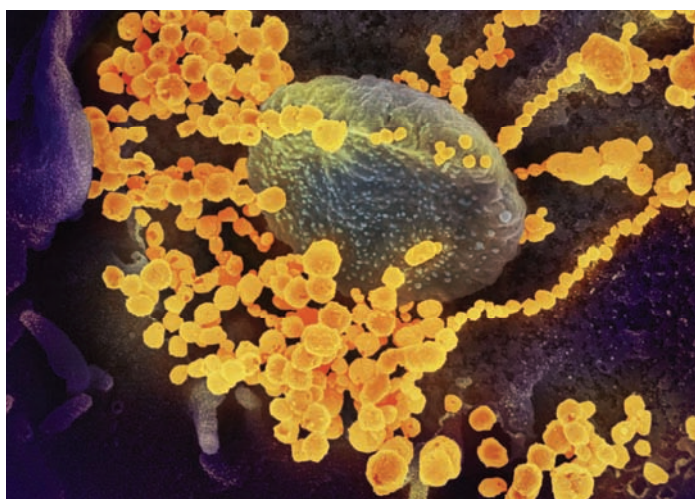


Figura 2 - Imagem tirada por um microscópio eletrónica do vírus Sars-cov-2. Crédito: NIAID-RML

https://en.wikipedia.org/wiki/Severe_acute_respiratory_syndrome_coronavirus_2#/media/File:SARS-CoV-2_scanning_electron_microscope_image.jpg