

LER COMO UM ROBÔ

**Como é que um computador reconhece letras
escritas à mão?**



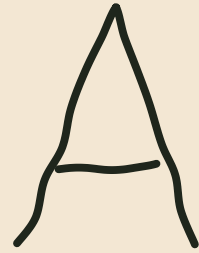
© Associação TreeTree2

Lançar a pergunta do dia sem lhe responder. Ao longo da aula, os alunos fazem à mão, em cinco níveis, o que um computador faz por dentro para ler uma letra.

MÁQUINAS QUE LEEM

Há máquinas que leem o que escrevemos à mão:

- o telemóvel, quando escrevemos com o dedo no ecrã
- os correios, que leem o código postal nas cartas
- as portagens, que leem as matrículas dos carros
- os programas que passam documentos antigos a texto

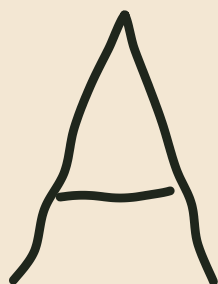


Como é que uma máquina, que só conhece 0 e 1, reconhece uma letra?

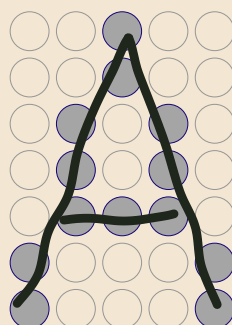
Antes de ler a lista, perguntar onde é que já viram uma máquina a ler letras escritas à mão. Recolher dois ou três exemplos e só depois comparar com o diapositivo.

«Um computador só guarda 0 e 1. Então como é que reconhece um A escrito à mão, que nunca é igual ao do vizinho? Hoje vamos fazer à mão o que o computador faz por dentro.»

O QUE NÓS VEMOS E O QUE O ROBÔ VÊ



Nós vemos um A



Uma grelha de células



0	0	1	0	0
0	0	1	0	0
0	1	0	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	0	1

O robô vê 35 bits

A mesma letra vista por nós, através de uma grelha e pelo robô. Não explicar ainda os números: só mostrar que a letra «passa a ser» 35 bits. A explicação vem no nível 1.



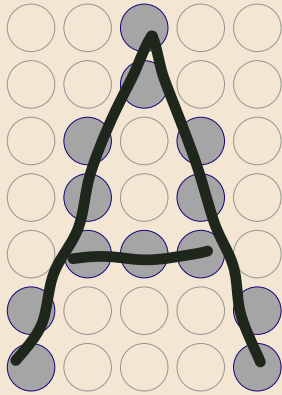
NÍVEL 1

Da letra aos bits

Jogador um: a imagem passa a 0 e 1.

Nível 1, cerca de 10 minutos (diapositivos 4 a 8): da imagem aos bits.

PASSO 1: PÔR UMA GRELHA POR CIMA DA LETRA



- Alguém escreveu este A à mão.
- Cada círculo é uma célula, um **píxel**.
- Se o traço passa pelo círculo, pintamos o círculo.
- Círculo pintado é **1**. Círculo vazio é **0**.
- 5 colunas × 7 linhas = **35 bits** por letra.

Chama-se binarizar: a imagem fica só com dois valores.

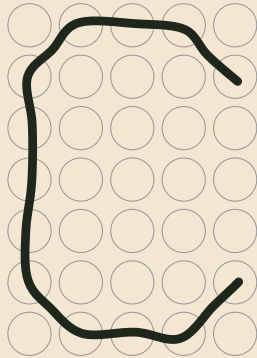
Ler como um robô

5

Cada círculo é uma célula, um píxel. Fazer a conversão em voz alta para as duas primeiras linhas, pedindo os valores aos alunos.

«Lemos como um livro: da esquerda para a direita, de cima para baixo. Primeira linha: que círculos estão pintados? Que bits são?» (0 0 1 0 0).

E SE A LETRA SÓ TOCA AO DE LEVE NO CÍRCULO?



Temos de decidir uma regra e cumpri-la sempre:

- **Pinta** se o traço passa pelo meio do círculo.
- **Não pinta** se só roça a borda.

Duas pessoas podem decidir de forma diferente numa ou duas células. Os computadores a sério têm o mesmo problema; por isso usam grelhas muito maiores e também tons de cinzento, não só preto e branco.

Combinar a regra com a turma e mantê-la até ao fim: pinta se o traço passa pelo meio do círculo; não pinta se só roça a borda. Duas pessoas podem discordar numa ou duas células, e isso é esperado; na correção, aceitar essas diferenças quando a regra foi aplicada com coerência.

TRÊS PESSOAS, TRÊS A



0	0	1	0	0
0	0	1	0	0
0	1	0	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	0	1

caneta azul, direita · 13 bits a 1



0	0	1	0	0
0	0	1	0	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	1	0
0	1	0	0	1
1	0	0	0	1

lápiz, inclinada · 12 bits a 1



0	0	1	0	0
0	0	1	0	0
0	1	0	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	1	0
1	0	0	1	0
1	0	0	0	1

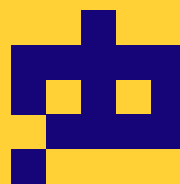
lápiz fino, nervosa · 13 bits a 1

Ninguém escreve um A igual ao do vizinho: entre estes três há 3, 2 e 5 células diferentes. O robô vai ter de reconhecer todos.

O mesmo A escrito por três pessoas dá três grelhas diferentes. É este o problema que o robô tem de resolver, e é por isso que os cartões trazem letras de «escritores» diferentes (caneta direita, lápis inclinado, caneta grossa, lápis fino).

É A TUA VEZ · NÍVEL 1

Da letra aos bits



Cada um recebe uma letra escrita à mão por outra pessoa, com os círculos já pintados.

- Escreve **1** nas células pintadas e **0** nas vazias.
- Conta quantos bits estão a 1.
- Compara com um colega que tenha outra letra.

Nível 1. Carrega em START.



Ler como um robô

8

Um cartão do nível 1 por aluno, com letras diferentes entre vizinhos. Os círculos por onde o traço passa já vêm pintados a cinzento; o aluno escreve os 35 bits e responde às duas perguntas. Atenção a quem deixa células em branco em vez de escrever 0: as 35 células têm todas um valor. Soluções no guia.



NÍVEL 2

Da grelha ao vetor

As 7 linhas, uma a seguir à outra.

Nível 2, cerca de 10 minutos (diapositivos 9 a 12): da grelha ao vetor.

PASSO 2: AS LINHAS, UMA A SEGUIR À OUTRA

0	0	1	0	0
0	0	1	0	0
0	1	0	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	0	1

A memória de um computador é uma fila comprida de bits. Para guardar a grelha, escrevemos a linha 1, depois a linha 2, e assim até à linha 7.

0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0
0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1					

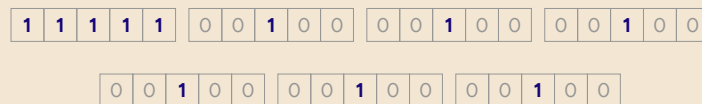
Uma fila de 35 bits: o **vetor** da letra. A isto chama-se aplanar a matriz.

A memória de um computador é uma fila comprida de bits; a grelha guarda-se linha a linha.

«Imagina uma estante com 7 prateleiras de 5 livros. Para os pôr numa fila só no chão, pegas na primeira prateleira, depois na segunda, e assim por diante. A fila é o vetor; ninguém se perde, porque sabemos que cada grupo de cinco livros corresponde a uma prateleira.»

PARA QUE SERVE O VETOR?

- Duas letras com o mesmo tamanho de grelha dão dois vetores com o mesmo comprimento: **35 bits**.
- Para comparar duas letras, basta comparar **posição a posição**: o bit 1 com o bit 1, o bit 2 com o bit 2, até ao bit 35.
- É assim que o computador guarda a letra, e é assim que a vai comparar com as letras que já conhece.

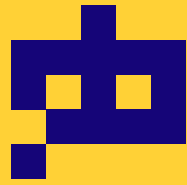


O vetor de um T: 35 bits.

Duas letras dão dois vetores do mesmo comprimento, que se comparam posição a posição. É isto que permite, no nível 3, comparar a letra lida com as letras da memória.

É A TUA VEZ · NÍVEL 2

Da grelha ao vetor



Agora os círculos vêm vazios.

- Pinta os círculos por onde a letra passa (lembra-te da regra).
- Escreve os bits na grelha e depois o vetor: as 7 linhas, uma a seguir à outra.
- Cartões 2.7 e 2.8: a letra és **tu** que a escreves, à mão, por cima dos círculos.

Nível 2. Sem rede.



Ler como um robô

12

Agora os círculos vêm vazios: o aluno pinta, escreve os bits e copia as linhas para o vetor (linhas 1 a 4 na primeira fila de caixas, 5 a 7 na segunda). Os cartões 2.7 e 2.8, com a letra escrita pelo próprio aluno, são para quem acaba cedo, ou para todos se houver tempo; não têm solução única.



NÍVEL 3

Quem é a letra?

O robô compara com o que tem na memória.

Nível 3, cerca de 12 minutos (diapositivos 13 a 17): o robô compara a letra lida com as letras que tem na memória.

A MEMÓRIA DO ROBÔ

O robô guarda letras que já conhece, cada uma como uma grelha de 35 bits. Hoje a memória tem três letras:

A

0	0	1	0	0
0	0	1	0	0
0	1	0	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	0	1

O

0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	0	1
1	0	0	0	1
1	0	0	0	1
1	0	0	0	1
0	1	1	1	0

T

1	1	1	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	0	0
0	0	1	0	0
0	0	1	0	0
0	0	1	0	0
0	0	1	0	0

O robô guarda três letras, A, O e T, cada uma com 35 bits. Perguntar: «Se o robô ler uma letra nova, como decide qual destas é?» Deixar a turma sugerir antes de avançar.

COMPARAR: 1 NA MESMA POSIÇÃO

Letra lida

A**O****T**

0	0	1	0	0
0	0	1	0	0
0	1	0	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	0	1

0	0	1	0	0	1
0	0	1	0	0	1
0	1	0	1	0	2
0	1	0	1	0	2
0	1	1	1	0	3
1	0	0	0	1	2
1	0	0	0	1	2

0	1	1	1	0	1
1	0	0	0	1	0
1	0	0	0	1	0
1	0	0	0	1	0
1	0	0	0	1	2
0	1	1	1	0	0

1	1	1	1	1	1
0	0	1	0	0	1
0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	1
0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0

13**3****3**

Linha a linha: em cada linha, contam-se as posições onde a letra lida e a letra da memória têm as duas um 1. No fim soma-se.

Em cada linha, contar as posições onde as duas grelhas têm 1; depois somar as sete contagens. Fazer com a turma a primeira linha de cada comparação antes de distribuir os cartões.

A MAIS PARECIDA GANHA

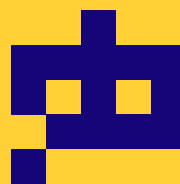
A	O	T
13	3	3

O robô leu um **A**. Com apenas três letras na memória, acerta facilmente.
E se tivesse 26?

A maior soma ganha: o robô leu um A. Deixar no ar a pergunta do diapositivo: com 26 letras na memória, acertaria sempre? O nível 4 responde.

É A TUA VEZ · NÍVEL 3

Quem é a letra?



- Escreve os bits da letra lida.
- Para cada letra da memória, conta em cada linha os 1 que estão na mesma posição. Soma.
- A maior soma ganha: é a letra que o robô leu.

Nível 3. Três letras na memória.



Ler como um robô

17

O aluno escreve os bits da letra lida, conta as coincidências com cada letra da memória, linha a linha, soma e escreve a letra vencedora. Uma régua ajuda a seguir as linhas. Respostas no guia, passo 3.



NÍVEL 4

O robô enganado

Uma medida que só conta o que coincide.

Nível 4, cerca de 10 minutos (diapositivos 18 a 22). Antes de avançar, distribuir o cartão 4.1 ou o 4.2, com a instrução de contar as coincidências como no nível 3 e reparar no resultado. Deixar os alunos chegar ao empate antes de projetar o diapositivo seguinte.

UM L CONTRA L, E E F

Letra lida

L**E****F**

1	0	0	0	0
1	0	0	0	0
1	0	0	0	0
1	0	0	0	0
1	0	0	0	0
1	0	0	0	0
1	1	1	1	1

1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	1
1	1	1	1	1	5

1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	1
1	1	1	1	0	1
1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	1
1	1	1	1	1	5

1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	1
1	1	1	1	0	1
1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	1

11**11****7**

Empate: o E contém todos os 1 do L, por isso coincide tanto como o L. Esta medida só vê o que coincide e ignora o que sobra.

Os alunos já devem ter chegado ao empate no cartão 4.1 ou 4.2. O E contém todos os 1 do L, por isso coincide tanto como o próprio L: a medida só vê o que coincide e ignora o que sobra.

PIOR: A MANCHA

Letra lida

A

O

■

0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	0	1
1	0	0	0	1
1	0	0	0	1
1	0	0	0	1
0	1	1	1	0

0	0	1	0	0	1
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
0	1	0	1	0	0
0	1	1	1	0	0
1	0	0	0	1	2
1	0	0	0	1	0

0	1	1	1	0	3
1	0	0	0	1	2
1	0	0	0	1	2
1	0	0	0	1	2
1	0	0	0	1	2
1	0	0	0	1	2
0	1	1	1	0	3

1	1	1	1	1	3
1	1	1	1	1	2
1	1	1	1	1	2
1	1	1	1	1	2
1	1	1	1	1	2
1	1	1	1	1	2
1	1	1	1	1	2
1	1	1	1	1	3

3

16

16

Se a memória tiver uma mancha toda a 1, a mancha empata com qualquer letra, ou ganha. Precisamos de uma medida melhor.

Com uma mancha toda a 1 na memória, a mancha empata com qualquer letra ou ganha, porque coincide com tudo. Perguntar à turma como corrigir; alguém sugere quase sempre «também contar o que está a mais».

CONTAR DIFERENÇAS

Letra lida

1	0	0	0	0
1	0	0	0	0
1	0	0	0	0
1	0	0	0	0
1	0	0	0	0
1	0	0	0	0
1	1	1	1	1

L

1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	0

0

E

1	1	1	1	1	4
1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	3
1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	0

7

F

1	1	1	1	1	4
1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	3
1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	4

11

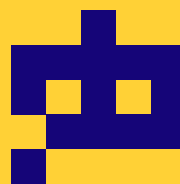
Agora contamos as posições **diferentes** (1 contra 0). Quanto menor a soma, mais parecida. O L ganha sozinho: 0 diferenças. Chama-se distância de Hamming.

Em cada posição, se um tem 1 e o outro 0, é uma diferença; a menor soma ganha. Aqui: L 0, E 7, F 11. Dizer o nome: distância de Hamming.

«Antes contávamos só o que coincidia. Agora contamos tudo o que não bate certo: o que falta e o que está a mais. A mancha já não ganha, porque toda a tinta que tem a mais conta como diferença.»

É A TUA VEZ · NÍVEL 4

O robô enganado



- Fichas 4.1 e 4.2: conta os 1 na mesma posição. Repara no que corre mal.
- Fichas 4.3 e 4.4: conta as **diferenças**. A menor soma ganha.

Nível 4. Uma medida nova.



Ler como um robô

22

Cartões 4.3 e 4.4, com a medida nova. O 4.3 é a mesma letra do 4.1: a medida nova desfaz o empate. Na variante de 45 minutos, só os cartões 4.1 e 4.3.



NÍVEL 5

Desafios

Para quem quer ver o robô a falhar.

Nível 5, cerca de 8 minutos (diapositivos 23 a 25), em pares e com a medida das diferenças. Também serve para quem acaba cedo.

QUATRO DESAFIOS

5.1 A letra deslocada

A mesma letra, escrita mais à direita. O robô ainda a reconhece?

5.2 Letras parecidas

Que letras da memória estão mais perto uma da outra? Essas são as que o robô confunde.

5.3 Memória maior

Cinco letras na memória. Quem ganha, e quem fica em segundo?

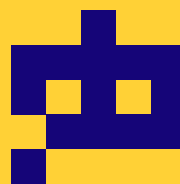
5.4 Inventa uma letra

Desenha uma letra e dá-a a um colega. Consegues enganar o robô?

Cada par escolhe por onde começa; não é preciso fazer os quatro. 5.1: centrar a letra antes de comparar. 5.2: as letras mais perto umas das outras são as que o robô confunde. 5.3: com mais letras na memória, a diferença entre a primeira e a segunda pode diminuir. 5.4 não tem solução única. Respostas no guia, passo 5.

É A TUA VEZ · NÍVEL 5

Desafios



Em pares. Cada par escolhe por onde começa.

- Conta sempre **diferenças**: a menor soma ganha.
- Quando o robô se enganar, escreve porquê.

Nível 5. Bónus.



Ler como um robô

25

Quando o robô se enganar, pedir que escrevam porquê: é a melhor pista para perceber o que falta ao método.

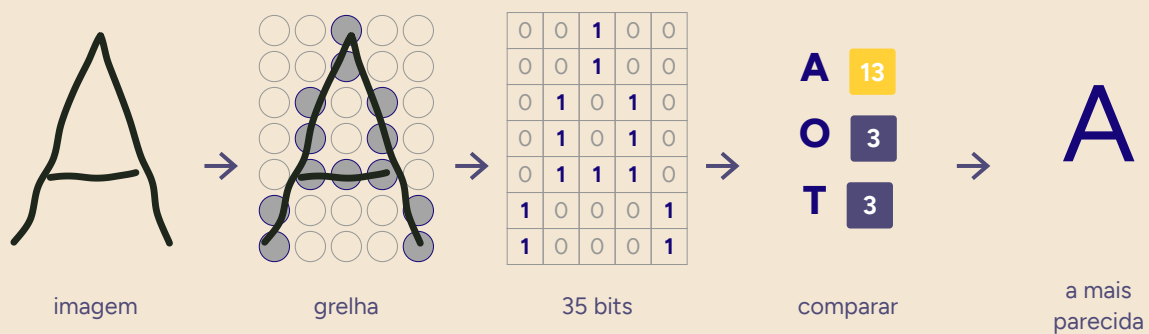
E OS ROBÔS A SÉRIO?

O nosso método é real: chama-se **comparar com o vizinho mais próximo**. Os sistemas a sério fazem o mesmo, mas:

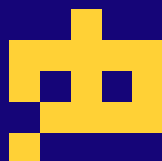
- usam grelhas muito maiores (por exemplo $28 \times 28 = 784$ píxeis) e **tons de cinzento**, não só 0 e 1;
- guardam **milhares de exemplos** de cada letra, escritos por muitas pessoas, e não um só;
- **centram e ajustam** a letra antes de comparar, para a posição e o tamanho não contarem;
- as redes neuronais **aprendem** que traços distinguem as letras, em vez de comparar píxel a píxel;
- usam o **contexto**: depois de «Q» vem quase sempre «U».

O nosso método é real e tem nome: vizinho mais próximo (em inglês, *nearest neighbour*). Os sistemas a sério diferem nos cinco pontos do diapositivo; dizê-los sem exagerar nenhum.

O QUE O ROBÔ FEZ



O percurso completo, da imagem à letra. Pedir a um aluno que o conte por palavras suas.



Fim de nível

Faíscas · TreeTree2

Terminar com as cinco perguntas da secção «Verificação da aprendizagem» do guia, em voz alta ou em papel.