

”

**E-fólio B** | Instruções para a realização do E-fólio**INTRODUÇÃO À INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL | 21071 | 2019/2020**

Este e-fólio é inspirado no jogo do Poker e na atual crise pandémica. Pretende-se criar projetos de investigação de modo a maximizar a produção de conhecimento, e dessa forma encontrar soluções para enfrentar a pandemia. Os projetos podem ser criados agrupando cientistas em conjuntos de 5, os quais têm de pertencer à equipa de investigação. Cada cientista pode participar em  $Z=2$  projetos. Podem ser contratados para a equipa de investigação  $W=8$  cientistas de um conjunto de  $K=13$  cientistas contratáveis. Cada cientista tem um perfil único que corresponde a uma carta, retirada de um baralho com 4 naipes e 13 números. A produção de conhecimento de cada projeto é determinada através do seguinte sistema (apenas o mais alto):

- Sequência e Cor: todas as 5 cartas de números seguidos e do mesmo naipe – 50 pontos
- Poker: quatro das 5 cartas têm o mesmo número – 20 pontos
- Fullen: três das 5 cartas têm o mesmo número, e as outras duas têm também o mesmo número – 10 pontos
- Cor: todas as 5 cartas têm o mesmo naipe – 5 pontos
- Sequência: todas as 5 cartas têm números seguidos – 4 pontos
- Trio: três das 5 cartas têm o mesmo número – 3 pontos
- Dois pares: dois números nas 5 cartas ocorrem duas vezes – 2 pontos
- Par: duas das 5 cartas têm o mesmo número – 1 ponto
- Nada: nenhuma situação anterior – 0 pontos

Cada projeto tem de ser único, ou seja, cada conjunto de 5 cartas apenas pode ser selecionado uma só vez, e tem que se fazer o número máximo de projetos para o tamanho da equipa, ou seja, tem de se executar  $W*Z/5$  projetos, arredondando para baixo. A soma da produção de todos os projetos, é a produção de conhecimento total da equipa de investigação.

Este é um problema de otimização, pretendendo-se selecionar uma equipa de investigação de modo a gerar o maior número de pontos de investigação.

Os valores de  $K$ ,  $W$  e  $Z$  devem ser deixados em aberto dado que são fornecidos com a instância, tal como as cartas extraídas aleatoriamente.

Exemplo Instância (K=13, W=8, Z=2):

Cientistas (#2): B06 D06 C05 A13 A09 B01 D13 C11 D08 B11 D03 A08  
A07

Equipa #8:

Projeto 1:

Projeto 2:

Projeto 3:

Nesta instância, os 13 possíveis cientistas estão indicados tendo disponibilidade cada um para 2 projetos. Tem de se escolher 8 cientistas, e de seguida constituir projetos.

Exemplo de solução:

Cientistas (#2): B06 D06 C05 A13 A09 B01 D13 C11 D08 B11 D03 A08  
A07

Equipa #8: C05#0 D13#0 C11#1 D08#0 B11#0 D03#0 A08#0 A07#0

Projeto 1: C05 B11 D03 A08 A07 [Producao: 0]

Projeto 2: C05 D13 C11 D08 B11 [Producao: 1]

Projeto 3: D13 D08 D03 A08 A07 [Producao: 1]

Pode-se ver que na solução, foram escolhidos 8 dos 13 possíveis cientistas, os quais foram colocados em projetos. Junto de cada cientista da equipa, encontra-se a disponibilidade do mesmo, sendo 0 em todos exceto no C11 que está atribuído ao projeto 2, podendo ser atribuído a outro projeto.

Em termos de produção científica, apenas o projeto 2 e 3 tiveram produção 1, dado que têm um par. O projeto 1 não tem produção. Assim, a produção científica total da equipa é de 2 pontos.

Pretende-se que implemente uma procura informada que possa dar obter soluções com o máximo número de pontos possível.

Cada instância pode ser definida como uma sequência de números inteiros, sendo os três primeiros os valores de K, W e Z, seguidos dos K números das cartas selecionadas. As cartas são colocadas de 1 a 52, sendo os números de 1 a 13 do primeiro naipe (A), 14 a 26 do segundo naipe (B), 27 a 39 o terceiro naipe (C) e de 40 a 52 o quarto naipe (D).

A instância exemplo fica representada pela seguinte sequência:

13, 8, 2, 19, 45, 31, 13, 9, 14, 52, 37, 47, 24, 42, 8, 7

Considere as seguintes instâncias (a instância 3 é a instância exemplo):

ID	Instância
1	10, 7, 1, 39, 27, 17, 38, 34, 30, 32, 4, 18, 40
2	10, 7, 2, 39, 27, 17, 38, 34, 30, 32, 4, 18, 40
3	13, 8, 2, 19, 45, 31, 13, 9, 14, 52, 37, 47, 24, 42, 8, 7
4	13, 8, 3, 12, 49, 10, 28, 2, 5, 25, 16, 41, 50, 36, 39, 38
5	13, 10, 3, 12, 49, 10, 28, 2, 5, 25, 16, 41, 50, 36, 39, 38
6	26, 7, 2, 19, 45, 31, 13, 9, 14, 52, 37, 47, 24, 42, 8, 7, 29, 1, 15, 12, 49, 10, 28, 2, 5, 25, 16, 41, 50
7	26, 10, 2, 19, 45, 31, 13, 9, 14, 52, 37, 47, 24, 42, 8, 7, 29, 1, 15, 12, 49, 10, 28, 2, 5, 25, 16, 41, 50

8	26, 6, 4, 19, 45, 31, 13, 9, 14, 52, 37, 47, 24, 42, 8, 7, 29, 1, 15, 12, 49, 10, 28, 2, 5, 25, 16, 41, 50
9	26, 10, 4, 19, 45, 31, 13, 9, 14, 52, 37, 47, 24, 42, 8, 7, 29, 1, 15, 12, 49, 10, 28, 2, 5, 25, 16, 41, 50
10	52, 10, 1, 19, 45, 31, 13, 9, 14, 52, 37, 47, 24, 42, 8, 7, 29, 1, 15, 12, 49, 10, 28, 2, 5, 25, 16, 41, 50, 36, 39, 38, 34, 30, 32, 4, 27, 17, 18, 40, 21, 48, 23, 26, 33, 6, 20, 46, 3, 43, 44, 51, 11, 35, 22

Puzzles construídos durante a elaboração do e-fólio

Em anexo encontram-se toda as instâncias com uma possível solução de exemplo.

Deve utilizar procuras informadas para resolver o e-fólio.

Deve entregar:

- Relatório;
- Código fonte dos algoritmos implementados.

O relatório deve conter uma tabela com os resultados da execução dos algoritmos/configurações testados vs as instâncias fornecidas. Para cada algoritmo/instância deve mostrar:

- Número de avaliações (máximo 10000 avaliações);
- Número de gerações;
- Produção científica;
- Tempo gasto (máximo de 10 segundos).

Para cada instância deve ter a melhor informação obtida considerando todas as execuções, nomeadamente o valor da melhor solução. Deve fazer um critério de paragem tanto no número de avaliações realizadas, como no tempo gasto, de modo a obter corridas com no máximo 10000 avaliações e no máximo 10 segundos (o que ocorrer primeiro). Naturalmente que não precisam de verificar o critério de paragem em cada instante, pelo que se um destes limites for ultrapassado ligeiramente não tem problema.

Template para a tabela de resultados:

		Instância	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
alg. / conf.	Avaliações											
	Gerações											
	Produção											
	Tempo (msec)											
Melhor												

Em anexo deve apresentar a melhor solução obtida para cada instância resolvida, num formato idêntico ao apresentado para a instância de exemplo.

Critérios de correção (4 valores):

- **Análise do problema** (1 valor): Referência a aspetos importantes do problema no relatório, revelando independentemente de os implementar ou não, que tinha consciência dos mesmos, bem como as opções tomadas na implementação e respetiva justificação.

- **Identificação de algoritmos** (1 valor): Identificação clara dos algoritmos que implementou de acordo com a nomenclatura do livro e da UC, juntamente com as configurações utilizadas, ou no caso de utilização de um algoritmo distinto, deve descrevê-lo. A utilização de outro nome para os mesmos algoritmos é possível, desde que indique a qual correspondente. A penalização para a não identificação corresponde a 0,5 valores.
- **Resultados** (2 valores): Este critério é avaliado apenas se existir uma tabela de resultados, e as soluções estiverem em anexo no relatório, valendo cada instância 0,2 valores. Uma instância é considerada resolvida se for obtida uma solução a pelo menos 50% da melhor solução obtida pelos estudantes, caso contrário será de 0,1 valores para qualquer solução válida que tenha produção não nula.

No caso de não implementar uma solução operacional, poderá fazer o e-fólio para 2 valores. Nesse caso deve fazer uma formulação matemática do problema, não se esquecendo de definir matematicamente:

- o conjunto de estados;
- o estado inicial;
- a função sucessora;
- a função teste (ou subconjunto de estados objetivo);
- a função heurística;
- avaliação de uma solução completa;
- operador vizinhança (apenas em soluções completas);
- operadores mutação e cruzamento (apenas em soluções completas).

Deve também estimar valores para as grandezas relacionadas com o problema que conseguir, nomeadamente:

- a ramificação máxima/média;
- número de estados distintos mínimo/máximo;
- número de soluções completas distintas mínimo/máximo;
- profundidade máxima/mínima/média.

Critérios de correção (2 valores) [apenas se não existir implementação]:

- **Formulação matemática** (2 valores): por cada um dos pontos anteriores (no total 12), vale 0,4 valores, pelo que bastará obter 5 pontos completamente para obter a cotação máxima. Não serão consideradas respostas que não tenham rigor matemático.

O trabalho é individual mas caso os estudantes pretendam, podem partilhar resultados. A partilha de resultados afasta o problema de uma situação real, em que não existindo referências, não se sabe até onde se consegue chegar, mas pode contribuir para uma maior participação no e-fólio, e em nada afeta a avaliação. Os resultados obtidos através da resolução de exemplo, serão conhecidos após o lançamento das notas.

Apresenta-se na folha seguinte algumas dicas, para consulta por quem tenha dificuldades em iniciar a implementação.

Dicas (ler apenas se necessário):

- Para cálculo da produção, poderá ter interesse em fazer uma função para calcular a frequência de ocorrência de cada número, num conjunto de 5 cartas (de modo a detetar pares, trios, fullen e poker), outra função para saber se há 5 cartas do mesmo naipe, e ainda outra para saber se há 5 cartas com números seguidos.
- Existem duas decisões, quem pertence à equipa e em que projetos participa. Quem pertence à equipa é uma seleção, pelo que é indiferente a ordem com que entram na equipa. Para limitar o espaço de estados, pode forçar uma ordem de entrada, ou seja, após entrar o elemento 4, apenas podem ser escolhidos os elementos com ID superior a 4. No caso de faltarem T elementos, e apenas puderem ser escolhidos T elementos, pode-se inserir logo todos os T elementos.
- A otimização indicada para as equipas, pode ser feita também de igual forma para os projetos, já que um projeto é também uma seleção dos elementos da equipa.
- O problema é de maximização, pretende-se o maior valor, e não o valor mais baixo. Portanto, quem reutilizar o código da UC, que assume o problema ser de minimização, pode colocar os valores negativos.

## Anexo com instâncias e uma solução

ID1

Cientistas (#1): C13 C01 B04 C12 C08 C04 C06 A04 B05 D01

Equipa #7: B04#1 C08#1 C04#0 C06#0 A04#0 B05#0 D01#0

Projeto 1: C04 C06 A04 B05 D01 [Producao: 1]

ID2

Cientistas (#2): C13 C01 B04 C12 C08 C04 C06 A04 B05 D01

Equipa #7: C13#0 C08#1 C04#1 C06#0 A04#0 B05#1 D01#1

Projeto 1: C13 C08 C04 C06 A04 [Producao: 1]

Projeto 2: C13 C06 A04 B05 D01 [Producao: 0]

ID3

Cientistas (#2): B06 D06 C05 A13 A09 B01 D13 C11 D08 B11 D03 A08 A07

Equipa #8: C05#0 D13#0 C11#1 D08#0 B11#0 D03#0 A08#0 A07#0

Projeto 1: C05 B11 D03 A08 A07 [Producao: 0]

Projeto 2: C05 D13 C11 D08 B11 [Producao: 1]

Projeto 3: D13 D08 D03 A08 A07 [Producao: 1]

ID4

Cientistas (#3): A12 D10 A10 C02 A02 A05 B12 B03 D02 D11 C10 C13 C12

Equipa #8: A10#0 B12#2 B03#1 D02#0 D11#0 C10#1 C13#0 C12#0

Projeto 1: A10 D11 C10 C13 C12 [Producao: 1]

Projeto 2: A10 B12 B03 D02 D11 [Producao: 0]

Projeto 3: A10 D02 D11 C13 C12 [Producao: 0]

Projeto 4: B03 D02 C10 C13 C12 [Producao: 0]

ID5

Cientistas (#3): A12 D10 A10 C02 A02 A05 B12 B03 D02 D11 C10 C13 C12

Equipa #10: A12#0 A10#0 C02#0 A02#0 A05#0 D02#0 D11#0 C10#0 C13#0 C12#0

Projeto 1: A12 A10 A05 D02 D11 [Producao: 0]

Projeto 2: A12 A10 C02 A02 D11 [Producao: 1]

Projeto 3: A12 C02 A05 D11 C10 [Producao: 0]

Projeto 4: A10 D02 C10 C13 C12 [Producao: 1]

Projeto 5: C02 A02 D02 C13 C12 [Producao: 3]

Projeto 6: A02 A05 C10 C13 C12 [Producao: 0]

ID6

Cientistas (#2): B06 D06 C05 A13 A09 B01 D13 C11 D08 B11 D03 A08 A07 C03 A01 B02 A12 D10 A10 C02 A02 A05 B12 B03 D02 D11

Equipa #7: C05#0 D13#1 D03#2 A08#1 A07#0 C03#0 A01#0

Projeto 1: C05 A08 A07 C03 A01 [Producao: 0]

Projeto 2: C05 D13 A07 C03 A01 [Producao: 0]

ID7

Cientistas (#2): B06 D06 C05 A13 A09 B01 D13 C11 D08 B11 D03 A08 A07 C03 A01 B02 A12 D10 A10 C02 A02 A05 B12 B03 D02 D11

Equipa #10: B06#0 A13#0 D13#0 B11#0 D03#0 B02#0 D10#0 C02#0 B03#0 D11#0

Projeto 1: B06 A13 B11 D10 C02 [Producao: 0]

Projeto 2: B06 D13 D03 B02 D10 [Producao: 0]

Projeto 3: A13 D03 C02 B03 D11 [Producao: 1]

Projeto 4: D13 B11 B02 B03 D11 [Producao: 1]

ID8

Cientistas (#4): B06 D06 C05 A13 A09 B01 D13 C11 D08 B11 D03 A08 A07 C03 A01 B02 A12 D10 A10 C02 A02 A05 B12 B03 D02 D11

Equipa #6: D06#0 A13#1 D13#0 A07#1 A01#1 B02#1

Projeto 1: D06 A13 D13 A07 B02 [Producao: 1]

Projeto 2: D06 A13 D13 A07 A01 [Producao: 1]

Projeto 3: D06 D13 A07 A01 B02 [Producao: 0]

Projeto 4: D06 A13 D13 A01 B02 [Producao: 1]

ID9

Cientistas (#4): B06 D06 C05 A13 A09 B01 D13 C11 D08 B11 D03 A08 A07 C03 A01 B02 A12 D10 A10 C02 A02 A05 B12 B03 D02 D11

Equipa #10: D06#0 C05#0 A09#0 B01#0 D13#0 C11#0 D08#0 D03#0 A08#0 A12#0

Projeto 1: D06 C05 D13 D08 D03 [Producao: 0]

Projeto 2: D06 A09 B01 A08 A12 [Producao: 0]

Projeto 3: D06 C05 A09 B01 C11 [Producao: 0]

Projeto 4: D06 C05 A09 C11 D08 [Producao: 0]

Projeto 5: C05 D13 D08 D03 A08 [Producao: 1]

Projeto 6: A09 D08 D03 A08 A12 [Producao: 1]

Projeto 7: B01 D13 C11 A08 A12 [Producao: 0]

Projeto 8: B01 D13 C11 D03 A12 [Producao: 0]

ID10

Cientistas (#1): B06 D06 C05 A13 A09 B01 D13 C11 D08 B11 D03 A08 A07 C03 A01 B02 A12 D10  
A10 C02 A02 A05 B12 B03 D02 D11 C10 C13 C12 C08 C04 C06 A04 C01 B04 B05 D01 B08 D09 B10  
B13 C07 A06 B07 D07 A03 D04 D05 D12 A11 C09 B09

Equipa #10: D06#0 A13#0 A09#0 B01#0 D13#0 C11#0 D08#0 D03#0 A08#0 A07#0

Projeto 1: D06 A13 B01 D13 C11 [Producao: 1]

Projeto 2: A09 D08 D03 A08 A07 [Producao: 1]