



### FLOWlock - E-fólio Global (Época de Recurso)

<b>TEMÁTICA / TEMA / CONTEÚDOS</b>	<p>Este e-fólio global insere-se na unidade curricular de <i>Raciocínio e Representação do Conhecimento</i> e centra-se na aplicação de técnicas formais de representação e inferência, bem como no raciocínio com incerteza e aprendizagem simbólica. Os conteúdos abordados ao longo da unidade e que devem ser mobilizados neste trabalho são:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Lógica de Primeira Ordem (FOL)</li><li>• Lógica proposicional, regra Modus Ponens e regra de inferência Resolução</li><li>• Cálculo do unificador mais geral (MGU)</li><li>• Redes Bayesianas aplicadas ao raciocínio com incerteza</li><li>• Redes neuronais e Árvores de decisão como técnicas de aprendizagem automática</li></ul>
<b>OBJETIVOS</b>	<p>Com este e-fólio pretende-se avaliar o grau de consolidação dos conhecimentos adquiridos e a capacidade de aplicação prática dos conceitos estudados. Espera-se que o/a estudante seja capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Compreender e aplicar os princípios da representação formal do conhecimento, conceitos de inferência lógica, unificação e aprendizagem automática</li><li>• Analisar e modelar situações de incerteza com redes Bayesianas</li><li>• Aplicar árvores de decisão na resolução de problemas com base em dados.</li></ul>
<b>COMPETÊNCIAS</b>	<p>Pretende-se aferir as seguintes competências:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar e aplicar técnicas formais de representação do conhecimento.</li><li>• Aplicar raciocínio lógico e probabilístico a diferentes domínios.</li><li>• Utilizar métodos de aprendizagem simbólica para extrair conhecimento de dados.</li><li>• Integrar diferentes abordagens de raciocínio na resolução fundamentada de problemas.</li></ul>
<b>CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO E COTAÇÃO</b>	<p>Na avaliação do trabalho serão tidos em consideração os seguintes critérios e cotações:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Perguntas 1 a 5:</b> (5 valores) - 1 valor para cada pergunta</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pergunta 6:</b> (3 valores) – topologia correta da rede: 1 valor; apresentação das tabelas de probabilidade condicional corretas: 1 valor; cálculo correto da probabilidade do evento indicado: 1 valor</li> <li>• <b>Pergunta 7:</b> (4 valores) – <b>alínea a)</b> construção correta e completa da árvore: 1,5 valor; seleção correta da variável a cada passo: 1 valor. <b>Alínea b)</b> identificação das alternativas: 0,5 valores; descrição de alternativa e quando é vantajosa face às árvores de decisão: 1 valor</li> </ul> <p><b>Total:</b> 12 valores</p>
<p><b>NORMAS A RESPEITAR</b></p>	<p>Está a redigir a sua prova na WISEflow. A prova não será de consulta.</p> <p>Deve identificar claramente, e em <b>bold</b>, o número de cada questão a que está a responder. As respostas devem ser ordenadas por ordem crescente. Sendo a identificação automática, não deve inserir uma folha de rosto antes das respostas a esta prova, pois a folha de rosto será gerada automaticamente na WISEflow.</p> <p>Se fizer a prova remotamente, deve ter um comportamento em tudo semelhante à realização da prova em contexto presencial num centro de exame.</p> <p>Relembramos que, apesar de estar a realizar a sua prova remotamente, deve ter um comportamento em tudo semelhante à realização da prova em contexto presencial num centro de provas:</p> <p>O(a) estudante em avaliação remota deve, durante a prova online realizada através da WISEflow, seguir as seguintes instruções:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Não se pode levantar durante a prova, incluindo ir à casa de banho;</li> <li>• Deve procurar um lugar calmo, onde possa estar sozinho, com as costas viradas para uma parede;</li> <li>• Deve desligar o telemóvel, ou qualquer outro dispositivo informático, com o qual possa aceder à Internet;</li> <li>• No caso de se tratar de uma prova sem consulta, deve retirar todas as folhas, livros ou fotocópias de cima da mesa onde realizará a prova, exceto se autorizado pelo docente;</li> <li>• Durante a prova, não pode conversar com pessoas independentemente, do teor da conversa.</li> </ul>

	<p>Assim que estiver pronto(a) para submeter a prova, deve seleccionar a opção “ir para entrega” que está sinalizada a verde no canto superior direito da página.</p> <p>Votos de bom trabalho!</p> <p>Joaquim Neto</p>
--	---

## TRABALHO A DESENVOLVER

### GRUPO I – ESCOLHA MÚLTIPLA

Leia atentamente cada uma das perguntas e escreva na área de resolução do WISEflow a opção que considera correta. Cada pergunta tem apenas **uma resposta correta**. As respostas erradas **não têm penalização**.

**Pergunta 1** - Considere a seguinte expressão em lógica de primeira ordem:

$$\forall x \text{GostaDeCinema}(x) \Rightarrow \exists f (\text{Viu}(x, f) \wedge \text{Filme}(f))$$

Após a eliminação de quantificadores e eliminação da implicação, qual das seguintes é a cláusula correta resultante?

- A)  $\neg \text{GostaDeCinema}(x) \vee (\text{Viu}(x, f) \wedge \text{Filme}(f))$
- B)  $\neg \text{GostaDeCinema}(x) \vee \text{Viu}(x, s(x)) \wedge \text{Filme}(s(x))$
- C)  $\neg \text{GostaDeCinema}(x) \vee (\text{Viu}(x, s(x)) \wedge \text{Filme}(s(x)))$
- D)  $\text{GostaDeCinema}(x) \Rightarrow (\text{Viu}(x, s(x)) \wedge \text{Filme}(s(x)))$
- E)  $\neg \text{GostaDeCinema}(x) \vee (\text{Viu}(x, s) \wedge \text{Filme}(s))$

**Pergunta 2** – Considere as expressões seguintes:

- $S(K(a, x), M(y, g(z)))$
- $S(K(a, h(u)), M(h(v), g(w)))$

Qual o Unificador Mais Geral (UMG)?

- A)  $\{x \rightarrow h(u), y \rightarrow h(v), z \rightarrow g(w)\}$
- B)  $\{x \rightarrow h(v), y \rightarrow h(v), z \rightarrow w\}$
- C)  $\{x \rightarrow h(u), y \rightarrow h(u), z \rightarrow w\}$
- D) As expressões não são unificáveis, logo não há UMG.
- E) Nenhuma das anteriores, mas as expressões são unificáveis.

**Pergunta 3** - A regra de inferência resolução na lógica proposicional é usada para:

- A) Eliminar quantificadores e converter fórmulas para a forma normal prenex.
- B) Verificar diretamente se uma fórmula é verdadeira num modelo específico.
- C) Inferir conclusões válidas ao aplicar modus ponens repetidamente.
- D) Deduzir a falsidade de um conjunto de cláusulas ao obter a cláusula vazia.
- E) Determinar a satisfatibilidade de uma proposição através de substituições sucessivas.

**Pergunta 4** - Qual das seguintes inferências é um exemplo correto da regra Modus Ponens?

- A) De  $\neg P$  e  $Q \Rightarrow R$ , conclui-se  $\neg R$
- B) De  $P \Rightarrow Q$  e  $Q$ , conclui-se  $P$
- C) De  $P \vee Q$  e  $\neg P$ , conclui-se  $Q$
- D) De  $P \Rightarrow Q$  e  $P$ , conclui-se  $Q$
- E) De  $P \wedge Q$ , conclui-se  $P \Rightarrow Q$

**Pergunta 5** – No contexto das redes neurais artificiais, o algoritmo backpropagation é usado para:

- A) Ajustar os pesos da rede através da propagação direta dos dados de entrada.
- B) Calcular os valores de ativação das camadas ocultas usando apenas a função de ativação.
- C) Atualizar os pesos da rede com base nos gradientes calculados a partir do erro na saída.
- D) Propagar os dados de entrada desde a camada de saída até à camada de entrada.
- E) Determinar automaticamente a arquitetura ótima da rede neuronal.

## **GRUPO II – RESOLUÇÃO DE EXERCÍCIOS: REDES DE BAYES E ÁRVORES DE DECISÃO E**

Neste grupo, deverá resolver dois exercícios relacionados com Redes de Bayes e Árvores de Decisão. As perguntas pretendem avaliar a capacidade de interpretar dados, construir modelos simples e aplicar os conceitos fundamentais lecionados ao longo do semestre. Justifique sempre as suas respostas e mostre os passos de raciocínio ou cálculo, sempre que aplicável.

**Pergunta 6** - Considere o seguinte conhecimento sobre infeções respiratórias:

- Cerca de 40% das pessoas fumam.
  - Cerca de 20% das pessoas vivem em ambientes com poluição elevada.
  - A probabilidade de uma pessoa desenvolver uma infeção respiratória:
    - Se fuma e vive em ambiente poluído: 70%
    - Se fuma e vive em ambiente não poluído: 40%
    - Se não fuma e vive em ambiente poluído: 30%
    - Se não fuma e vive em ambiente não poluído: 5%
- a) Apresente o diagrama correspondente a uma rede de Bayes que reflita os factos indicados, incluindo todas as tabelas de probabilidades adequadas.
- b) Determine a probabilidade de uma pessoa que fuma desenvolver uma infeção respiratória.

**Pergunta 7** - Através de um inquérito efetuado a estudantes universitários, pretende-se construir um modelo de aprendizagem automática para prever a satisfação dos estudantes. No inquérito, além de se questionar a satisfação com o curso (1 = Não satisfeito, 2 = Satisfeito), pergunta-se aos estudantes sobre a carga horária semanal de Aulas, a qualidade das aulas, o apoio dos docentes e o Interesse pessoal pela área, com todas as respostas numa escala de 1 a 3 (1 = baixa, 2 = média, 3 = alta). Obtiveram-se os seguintes resultados em 12 inquéritos realizados:

Caso Nº	Carga Horária	Qualidade Aulas	Interesse Área	Apoio Docente	Satisfação
1	3	2	1	1	2
2	2	3	2	3	2
3	1	2	3	2	1
4	2	1	2	2	1
5	3	1	1	1	1
6	1	3	3	3	2
7	2	2	2	1	1
8	3	3	2	3	2
9	2	1	2	2	1
10	1	2	3	2	1
11	3	1	1	1	1
12	2	2	2	2	1

- a) Considere todos os dados como conjunto de treino, construa uma **árvore de decisão**, indicando **todos os passos e cálculos efetuados**. Opte **pelo atributo que permitir resolver mais casos puros em cada passo**.
- b) As árvores de decisão são modelos de aprendizagem supervisionada interpretáveis e eficientes, mas podem apresentar limitações em termos de generalização e robustez. Identifique **pelo menos duas alternativas às árvores de decisão** para problemas de classificação. Descreva uma delas e diga em que situações seria preferível optar por essa alternativa em vez de uma árvore de decisão.