

Perguntas Possíveis para Frequência de Inteligência Artificial

PARTE 1: Introdução à IA e Agentes Inteligentes

Pergunta 1: Definições de IA

Enunciado: Considere a seguinte tabela de classificação das definições de IA:

	Humanos	Racionalmente
Agir	1	3
Pensar	2	4

- a) Explique brevemente cada uma das 4 abordagens (1 ponto)
b) Indique qual destas abordagens é seguida maioritariamente nesta disciplina e justifique (0.5 pontos)

Resposta: a)

- **1. Agir como humano:** Sistemas que se comportam como humanos (ex: Teste de Turing)
- **2. Pensar como humano:** Sistemas que simulam processos cognitivos humanos (Ciências Cognitivas)
- **3. Agir racionalmente:** Sistemas que agem para alcançar o melhor resultado (Agentes Racionais)
- **4. Pensar racionalmente:** Sistemas baseados em lógica e raciocínio formal (Leis do Pensamento)

b) A abordagem seguida é **Agir racionalmente (3)** porque:

- É mais geral que pensar racionalmente (inferência é apenas um mecanismo)
- É mais adaptada ao desenvolvimento científico
- Usa uma definição clara e geral de racionalidade
- Foco em agentes racionais que maximizam medidas de desempenho

Pergunta 2: Teste de Turing

Enunciado: a) Descreva o Teste de Turing proposto em 1950 (0.5 pontos) b) Indique 4 capacidades que uma máquina necessita para passar no Teste de Turing (1 ponto) c) Explique por que razão o Teste de Turing evita contacto físico direto (0.5 pontos)

Resposta: a) Uma máquina passa no teste se, após responder a questões colocadas por escrito, o interrogador não souber se as respostas foram dadas por um humano ou pela máquina.

b) Capacidades necessárias:

1. **Processamento de linguagem natural** - para comunicar na linguagem humana
2. **Representação do conhecimento** - para armazenar o que sabe ou ouve
3. **Raciocínio automático** - para usar informação e chegar a conclusões
4. **Aprendizagem automática** - para adaptar-se e detetar padrões

c) Porque a aparência física não é necessária para exibir comportamento inteligente. O teste foca-se nas capacidades cognitivas, não na simulação física.

Pergunta 3: Propriedades dos Ambientes

Enunciado: Complete a seguinte tabela indicando as propriedades dos ambientes (S=Sim, N=Não):

Problema	Tot. obs.	Deter.	Epis.	Estático	Discreto	Ag. único
Palavras cruzadas						
Robô peças						
Táxi automático						
Xadrez						
Monopólio						

Resposta:

Problema	Tot. obs.	Deter.	Epis.	Estático	Discreto	Ag. único
Palavras cruzadas	S	S	N	S	S	S
Robô peças	N	N	S	N	N	S
Táxi automático	N	N	N	N	N	N
Xadrez	S	S	N	S	S	N
Monopólio	S	N	N	S	S	N

Pergunta 4: Agentes Racionais

Enunciado: a) Defina o que é um agente racional (1 ponto) b) Indique os 4 fatores que determinam se uma decisão é racional num dado instante (1 ponto) c) Dê um exemplo prático de como uma má escolha da medida de desempenho pode levar a comportamentos indesejados (1 ponto)

Resposta: a) Um agente racional é aquele que, para cada sequência de observações possível, escolhe a ação que se espera que maximize a sua medida de desempenho, dadas as observações realizadas e o conhecimento adquirido.

b) Os 4 fatores são:

1. A **medida de desempenho** que define o critério de sucesso
2. O **conhecimento que o agente tem do ambiente**
3. As **ações que o agente pode executar**
4. A **sequência de observações** realizadas pelos sensores até ao instante atual

c) Exemplo do aspirador: Se a medida for a quantidade de pó aspirado, o agente pode ficar parado num local aspirando e voltando a deitar fora o mesmo pó indefinidamente. Se a medida for inversamente proporcional à quantidade de pó no chão, o comportamento será adequado (limpar efetivamente).

PARTE 2: Resolução de Problemas

Pergunta 5: Definição Formal de Problemas

Enunciado: Um problema pode ser definido formalmente usando 4 componentes. a) Enumere e explique brevemente cada componente (2 pontos) b) Explique a diferença entre espaço de estados e árvore de pesquisa (1 ponto)

Resposta: a) Componentes:

1. **Estado inicial** - ponto de partida do problema
2. **Função sucessor (ou descrição das ações possíveis)** - função $\text{suc}(x)$ que recebe um estado x e devolve pares (ação, estado) mostrando estados alcançáveis
3. **Teste de objetivo** - permite avaliar se um estado é o objetivo
4. **Função de custo do caminho** - atribui valor numérico a cada caminho

b) Diferença:

- **Espaço de estados:** Conjunto de todos os estados possíveis que podem ser alcançados (número finito, ex: 8 estados no aspirador)
- **Árvore de pesquisa:** Estrutura que representa a exploração do problema, pode ter número infinito de nodos pois um mesmo estado pode ser alcançado por múltiplos caminhos

IMPORTANTE: Um estado pode ser representado por muitos nodos diferentes na árvore de pesquisa.

Pergunta 6: Mundo do Aspirador

Enunciado: Considere o problema do mundo do aspirador com 2 salas. a) Quantos estados possíveis existem? Justifique (0.5 pontos) b) Formule o problema indicando: estados, estado inicial, função sucessor, teste objetivo e custo (1.5 pontos)

Resposta: a) **8 estados possíveis**

- Cada sala pode ter ou não pó: $2^2 = 4$ possibilidades
- O agente pode estar em qualquer das 2 salas: $\times 2$
- Total: $4 \times 2 = 8$ estados

b) Formulação:

- **Estados:** Cada estado especifica se cada uma das 2 salas tem pó e onde está o agente
 - **Estado inicial:** Qualquer dos 8 estados (por exemplo, agente na sala esquerda, ambas com pó)
 - **Função sucessor:** Gera 3 ações possíveis: Esquerda, Direita, Aspirar
 - **Teste objetivo:** Verificar se todas as salas estão limpas
 - **Custo do caminho:** Cada ação custa 1, logo custo = número de ações
-

Pergunta 7: Puzzle de 8 Peças

Enunciado: a) Formule o problema do puzzle de 8 peças (1.5 pontos) b) Qual é aproximadamente o fator de ramificação? Justifique (0.5 pontos) c) Calcule o tamanho do espaço de pesquisa se a solução tem profundidade média 22 e não evitarmos estados repetidos (0.5 pontos)

Resposta: a) Formulação:

- **Estados:** Localização das 8 peças (espaço vazio fica implícito)
- **Estado inicial:** Configuração inicial qualquer das peças
- **Função sucessor:** Movimento do espaço vazio para uma casa adjacente
- **Teste objetivo:** Verificar se foi atingida a configuração desejada
- **Custo:** Cada movimento custa 1 (custo = número de movimentos)

b) Fator de ramificação ≈ 3

- No centro: 4 movimentos possíveis
- Nos cantos: 2 movimentos possíveis
- Nas bordas: 3 movimentos possíveis
- Média ponderada ≈ 3

c) Espaço de pesquisa = $3^{22} \approx 3.1 \times 10^{10}$ estados
(Com eliminação de repetidos: $\approx 2 \times 10^5$ estados)

Pergunta 8: Algoritmos de Pesquisa - Tabela Comparativa

Enunciado: Complete a seguinte tabela de algoritmos de pesquisa:

Pesquisa	Ótima	Completa	Complex. Espacial	Complex. Temporal
PPL				
PPP				
PPP-PL				
PPP-PI				
PB				

Legenda: b=fator ramificação; d=profundidade solução; m=profundidade máxima; p=limite profundidade

Resposta:

Pesquisa	Ótima	Completa	Complex. Espacial	Complex. Temporal
PPL	S^1	S^1	$O(b^d)$	$O(b^d)$
PPP	N	N	$O(bm)$	$O(b^m)$
PPP-PL	N	N	$O(bp)$	$O(b^p)$
PPP-PI	S^1	S^1	$O(bd)$	$O(b^d)$
PB	S^1	S^1	$O(b^{(d/2)})$	$O(b^{(d/2)})$

¹ Ver condições específicas nas aulas

Pergunta 9: Pesquisa Primeiro em Largura (PPL)

Enunciado: a) Descreva o funcionamento da PPL (1 ponto) b) Em que condições é que a PPL é completa e ótima? (1 ponto) c) Represente graficamente a ordem de expansão dos nodos numa árvore binária (0.5 pontos)

Resposta: a) A PPL expande primeiro o nodo raiz, depois todos os seus filhos, de seguida todos os netos, e assim sucessivamente. Resume-se expandindo todos os nodos de um dado nível antes de prosseguir para o nível seguinte.

b)

- **Completa:** Sim, se o fator de ramificação for finito
- **Ótima:** Sim, quando o custo do caminho é função não decrescente da profundidade (exemplo: todas as ações têm o mesmo custo)

c) Ordem de expansão numa árvore binária:

```
  1(A)
 /  \
2(B) 3(C)
/ \  / \
4 5 6 7
```

Ordem: $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow (\text{depois filhos de } B) \rightarrow (\text{depois filhos de } C)$

Pergunta 10: Pesquisa Primeiro em Profundidade (PPP)

Enunciado: a) Explique como funciona a PPP (1 ponto) b) Compare a complexidade espacial da PPP com a PPL. Qual a vantagem principal? (1 ponto) c) Por que razão a PPP não é completa nem ótima? (0.5 pontos)

Resposta: a) A PPP expande sempre o nodo que se encontra à maior profundidade. Quando todos estão à mesma profundidade, expande um qualquer. Ao atingir um nodo folha, expande-se a partir do nodo gerado mais recentemente que ainda não foi expandido.

b)

- **PPL:** $O(b^d)$ - exponencial na profundidade
- **PPP:** $O(bm)$ - linear na profundidade máxima
- **Vantagem:** Complexidade espacial muito menor, permitindo explorar problemas mais profundos

c)

- **Não completa:** Pode ficar presa em ramos infinitos
 - **Não ótima:** Pode encontrar soluções não ótimas ao explorar primeiro ramos mais profundos que contêm soluções piores
-

Pergunta 11: PPP com Profundidade Iterativa (PPP-PI)

Enunciado: a) Descreva o funcionamento da PPP-PI (1 ponto) b) Explique por que combina as vantagens da PPL e PPP (1 ponto) c) Em que situações é a pesquisa não informada mais indicada? (0.5 pontos)

Resposta: a) A PPP-PI varia gradualmente a profundidade máxima de pesquisa. Começa com PPP até profundidade 1; se não encontrar solução, faz nova PPP até profundidade 2; continua assim sucessivamente até atingir o objetivo.

b) Combina vantagens porque:

- **Como PPP:** Requisitos de memória reduzidos $O(bd)$
- **Como PPL:** É completa (se fator ramificação finito)
- **Como PPL:** É ótima (se custos não decrescentes com profundidade)

c) É mais indicada quando:

- O espaço de pesquisa é grande
- A profundidade da solução é desconhecida
- Não há informação adicional sobre o problema (heurísticas)

Pergunta 12: Pesquisa A*

Enunciado: a) Defina a função de avaliação $f(n)$ usada na pesquisa A* (0.5 pontos) b) Explique o significado de $g(n)$ e $h(n)$ (1 ponto) c) O que é uma heurística admissível? Dê um exemplo (1 ponto) d) Em que condições a A* é ótima? (0.5 pontos)

Resposta: a) $f(n) = g(n) + h(n)$

b)

- **$g(n)$:** Custo do caminho para chegar até ao nodo n vindo do estado inicial (custo já gasto)
- **$h(n)$:** Função heurística que estima o custo do caminho mais barato do nodo n até ao objetivo (estimativa do custo futuro)

c) **Heurística admissível:** Nunca sobrestima o custo de atingir o objetivo, ou seja, $h(n) \leq$ custo real.

Exemplo: No problema de encontrar caminho num mapa, a distância em linha reta entre posição atual e objetivo é admissível, porque qualquer caminho real será sempre maior ou igual à distância em linha reta.

d) A* é ótima se $h(n)$ for uma heurística admissível.

Pergunta 13: Heurísticas para Puzzle de 8 Peças

Enunciado: Considere o puzzle de 8 peças. a) Defina duas heurísticas possíveis: h_1 e h_2 (1 ponto) b) Calcule h_1 e h_2 para o seguinte estado (1 ponto):

Estado atual: Estado objetivo:

7 4 5	1 2 3
6 3 8	4 5 6
1 2	7 8

c) Qual das duas heurísticas tende a ser mais informativa? Porquê? (0.5 pontos)

Resposta: a)

- **h_1 :** Número de peças fora do sítio em relação à solução
- **h_2 :** Soma das distâncias Manhattan (city block) das peças em relação às posições finais

b) Cálculo:

- **h_1 :** Contar peças fora do lugar = 8 (todas exceto o espaço vazio)
- **h_2 :**
 - Peça 7: $|0-2| + |0-0| = 2$
 - Peça 4: $|0-1| + |1-0| = 2$
 - Peça 5: $|0-1| + |2-1| = 2$
 - Peça 6: $|1-1| + |0-2| = 2$
 - Peça 3: $|1-0| + |1-2| = 2$
 - Peça 8: $|1-2| + |2-1| = 2$
 - Peça 1: $|2-0| + |0-0| = 2$
 - Peça 2: $|2-0| + |1-1| = 2$
 - **Total $h_2 = 16$**

c) h_2 é mais informativa porque:

- $h_2 \geq h_1$ sempre (é uma heurística mais precisa)
- Considera a distância real necessária para mover as peças
- h_1 apenas conta peças erradas, sem considerar o quão longe estão

Pergunta 14: Pesquisa Bidirecional

Enunciado: a) Explique o princípio da pesquisa bidirecional (1 ponto) b) Qual a vantagem em termos de complexidade? Ilustre graficamente (1 ponto) c) Qual a dificuldade prática desta abordagem? (0.5 pontos)

Resposta: a) A pesquisa bidirecional faz duas pesquisas simultâneas: uma com início no estado inicial e outra começando pelo estado objetivo, até se encontrarem.

b) **Vantagem:** Redução exponencial do espaço de pesquisa

- Pesquisa unidirecional: $O(b^d)$
- Pesquisa bidirecional: $2 \times O(b^{(d/2)}) = O(b^{(d/2)})$

Graficamente: Dois círculos de raio $d/2$ têm área total menor que um círculo de raio d .

c) **Dificuldade:** Necessita de função predecessor Pred(x) que devolve o estado anterior, o que nem sempre é fácil de obter para todos os problemas.

PARTE 3: Questões Integradoras

Pergunta 15: Especificação Ambiente Táxi Automático

Enunciado: Especifique completamente o ambiente de tarefa para um táxi automático indicando: (2.5 pontos) a) Medida de desempenho b) Ambiente c) Atuadores d) Sensores

Resposta: a) Medida de desempenho:

- Chegar ao destino desejado
- Minimizar consumo combustível e desgaste
- Minimizar tempo de viagem
- Minimizar infrações de trânsito
- Minimizar incómodo a outros condutores
- Maximizar segurança e conforto dos passageiros
- Maximizar lucros

b) Ambiente:

- Variedade de estradas (autoestradas, municipais, rurais, sentido único)
- Elementos: peões, animais, outros carros, obstáculos
- Passageiros
- Condições climáticas (chuva, neve, calor)
- Diferentes países e regras de condução

c) Atuadores:

- Volante
- Acelerador
- Travão
- Embraiagem
- Ecrã ou sintetizador de voz (comunicação com passageiros)

d) Sensores:

- Câmaras de vídeo
 - Medidor de velocidade e distância
 - Acelerómetro
 - GPS
 - Sensores de proximidade
 - Microfone ou teclado (input dos passageiros)
-

Pergunta 16: Marcos Históricos da IA

Enunciado: Ordene cronologicamente os seguintes marcos da IA e indique o ano aproximado: (1.5 pontos)

- ChatGPT
- Deep Blue vence Kasparov
- Watson vence Jeopardy
- Transformer
- Teste de Turing proposto
- Reunião de Dartmouth
- Aprendizagem profunda

Resposta:

1. **1950** - Turing publica "Computing Machinery and Intelligence" (Teste de Turing)
 2. **1956** - Reunião de Dartmouth (criação do nome "Artificial Intelligence")
 3. **1997** - Deep Blue vence Kasparov no xadrez
 4. **2006** - Aprendizagem profunda (Deep Learning)
 5. **2011** - Watson vence os campeões do Jeopardy
 6. **2017** - Transformer (arquitetura revolucionária)
 7. **2022** - ChatGPT 3.5, Stable Diffusion, DALL-E 2
-

Pergunta 17: Comparação Pesquisas Informadas vs Não Informadas

Enunciado: a) Qual a principal diferença entre pesquisas informadas e não informadas? (0.5 pontos) b) Dê um exemplo de cada tipo (0.5 pontos) c) Em que situações devemos preferir pesquisas não informadas? (0.5 pontos)

Resposta: a)

- **Não informadas:** Usam apenas informação da definição do problema, geram estados e verificam se são objetivo
- **Informadas:** Usam conhecimento específico do problema (funções heurísticas) para estimar qual nodo está mais próximo do objetivo

b)

- **Não informada:** PPL, PPP, PPP-PI
- **Informada:** A*, Pesquisa melhor primeiro gulosa (PMPG)

c) Preferir não informadas quando:

- Não há conhecimento adicional disponível sobre o problema
 - Não é possível desenvolver heurísticas adequadas
 - O espaço de estados é pequeno
 - Queremos garantir completude sem desenvolver heurísticas admissíveis
-

Pergunta 18: Problema das 8 Rainhas

Enunciado: a) Formule o problema das 8 rainhas (1 ponto) b) Sugira uma reformulação mais eficiente do problema (1 ponto) c) Justifique por que a reformulação é mais eficiente (0.5 pontos)

Resposta: a) **Formulação básica:**

- **Estados:** Qualquer arranjo de 0 a 8 rainhas no tabuleiro
- **Estado inicial:** Nenhuma rainha no tabuleiro
- **Função sucessor:** Adicionar uma rainha a uma posição vazia
- **Teste objetivo:** 8 rainhas no tabuleiro e nenhuma sob ataque

b) **Reformulação eficiente:**

- **Estados:** Arranjos com n rainhas ($n \leq 8$), uma por coluna nas n colunas mais à esquerda, sem nenhuma sob ataque
- **Função sucessor:** Adicionar rainha à coluna seguinte, em qualquer linha que não crie conflito

c) **Justificação:**

- Reduz drasticamente o espaço de estados
 - Elimina muitos estados inválidos desde o início
 - Garante que nunca teremos duas rainhas na mesma coluna
 - Fator de ramificação reduzido (menos sucessores por estado)
-

Pergunta 19: Conceitos Fundamentais

Enunciado: Defina brevemente: (2 pontos) a) Solução ótima b) Fator de ramificação c) Nodo vs Estado d) Caminho no espaço de estados

Resposta: a) **Solução ótima:** Solução que tem o menor custo entre todas as soluções possíveis para o problema.

b) **Fator de ramificação (b):** Número médio de sucessores (filhos) por nodo na árvore de pesquisa.

c) **Nodo vs Estado:**

- **Estado:** Configuração do mundo/problema num dado momento
- **Nodo:** Estrutura de dados na árvore de pesquisa que representa um estado
- **Importante:** Um estado pode corresponder a múltiplos nodos (vários caminhos para o mesmo estado)

d) **Caminho no espaço de estados:** Sequência de estados ligados por uma sequência de ações que transforma um estado no seguinte.

Pergunta 20: Problema Prático - Formulação

Enunciado: Considere o problema do "Jogo do 15" (extensão do puzzle de 8 peças para 4×4 com 15 peças). a) Formule completamente o problema (1.5 pontos) b) Estime quantos estados existem no espaço de estados (0.5 pontos) c) Qual seria o fator de ramificação médio? (0.5 pontos) d) Proponha uma heurística admissível para este problema (0.5 pontos)

Resposta: a) **Formulação:**

- **Estados:** Localização das 15 peças numeradas (espaço vazio implícito)
- **Estado inicial:** Configuração inicial qualquer das peças
- **Função sucessor:** Movimento do espaço vazio para casa adjacente (cima, baixo, esquerda, direita)
- **Teste objetivo:** Verificar se peças estão ordenadas (1-15, espaço vazio no canto)
- **Custo:** Cada movimento custa 1

b) **Espaço de estados:** $16! = \text{aprox. } 2.09 \times 10^{13}$ estados (Na prática, apenas metade é alcançável: $16!/2$)

c) **Fator de ramificação médio ≈ 3 :**

- Cantos: 2 movimentos
- Bordas: 3 movimentos
- Centro: 4 movimentos
- Média ponderada $\approx 3\text{-}3.5$

d) **Heurística admissível:**

- h_2 : Soma das distâncias Manhattan de cada peça à sua posição objetivo
- Admissível porque cada peça terá de se mover pelo menos essa distância