

## REGULAMENTO

1. Se pretender desistir, deverá indicá-lo na folha do teste.
2. Só poderá abandonar a sala 30 min após o início da prova.
3. Não serão tiradas dúvidas durante a prova.
4. Não serão permitidas saídas momentâneas da sala (casa de banho, fumar etc.).
5. Deverá responder aos vários grupos em folhas separadas.
6. Não é permitida consulta. Só deverá ter na secretária o material mínimo necessário: identificação, folhas de teste (distribuídas pelo docente vigilante), lápis/caneta e calculadora.

### I

Apresenta-se a seguir informação sobre felinos, agrupada nas seguintes estruturas hierárquicas (trata-se de dados fictícios):

<p>Nome: felino  Membros: 4  Olhos: para a frente  Nº dentes: 60  Carnívoro: sim  Duração: 14</p>	<p>Nome: pastor alemão  Espécie de: cão  Cor: castanho  Função: acompanhamento  Duração: 16</p>
<p>Nome: cão  Espécie de: felino  Nº dentes: 40  Duração: 12</p>	<p>Nome: rock  Instância de: pastor alemão  Cor: preto</p>
<p>Nome: pastor belga  Espécie de: cão  Cor: preto  Nº dentes: 35  Função: guarda</p>	<p>Nome: boby  Instância de: pastor belga</p>

- a) Crie uma base de conhecimento com uma representação adequada para este conhecimento ao nível:
  - i) das entidades envolvidas;
  - ii) das relações entre estas.
- b) Desenvolva um sistema de inferência tendo em atenção a forma de representação utilizada e que permita deduzir o valor de uma característica de uma dada entidade e implementar a relação de herança.
- c) Indique as alterações que é necessário efectuar na base de conhecimento e no sistema de inferência por forma a permitir ao cálculo da propriedade «duração relativa» correspondente à razão entre a duração de um animal em relação à sua classe (por exemplo: a duração relativa do pastor alemão é 16/12, a duração relativa do boby é 12/12).

## II

Pretende-se criar um sistema baseado em conhecimento relacionado com as contas dos clientes de um banco. Neste sistema deve-se representar a informação acerca dos saldos e nomes dos titulares das contas, e representar conhecimento acerca do processo de tratamento destas contas baseado nas seguintes regras:

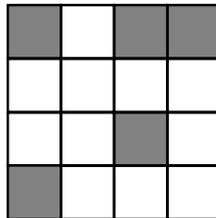
1. Se o saldo de uma conta é superior a 10000 contos, deve descontar-se 20% para efeito de IRS;
2. Se o saldo é igual a 500 esc., deve-se somar 100 esc. ao saldo;
3. Se o saldo é superior a 1000 e inferior a 5000, deve acrescentar-se 5% ao valor do saldo;
4. Se o saldo é inferior a 300 esc., deve-se remover a conta;
5. Se existirem duas contas do mesmo titular, deve-se remover e criar apenas uma com a soma dos saldos;

O sistema deverá ser implementado através de uma abordagem orientada aos padrões. Nesse sentido:

- a) Indique uma representação adequada para as contas.
- b) Construa os módulos orientados ao padrão que actuem de acordo com as regras identificadas de 1 a 5.

## III

Considere um jogo baseado no tabuleiro da figura apresentada a seguir. Este tabuleiro é composto por 16 células dispostas em 4 linhas e 4 colunas. As células podem estar vazias (em branco) ou ocupadas (sombreado) conforme se ilustra. O objectivo do jogo aqui apresentado é, partindo de uma determinada posição, tentar, com um peão, percorrer todas as células vazias do tabuleiro sem nunca passar duas vezes na mesma célula (admite-se que este se desloca uma célula em cada passo e em qualquer direcção).



Analise o espaço de estados deste problema e desenvolva uma forma de:

- a) Representar os estados do jogo.
- b) Representar as transições possíveis entre os estados.
- c) Procurar um plano de transições que permitam resolver o jogo (sistema de inferência).
- d) Indique a forma de animar o processo de resolução do problema.

<b>Informática de Gestão</b>	<b>Inteligência Artificial 4º Ano</b>	<b>Teste de Avaliação</b>	<b>Época Normal</b>	<b>Duração 2/3 h</b>	<b>21 Jun 2000</b>
------------------------------	---------------------------------------	---------------------------	---------------------	----------------------	--------------------

## REGULAMENTO

### Exame parcial

Devem ser resolvidos os grupos II e III, tem duas horas para a realização da prova.

### Exame completo

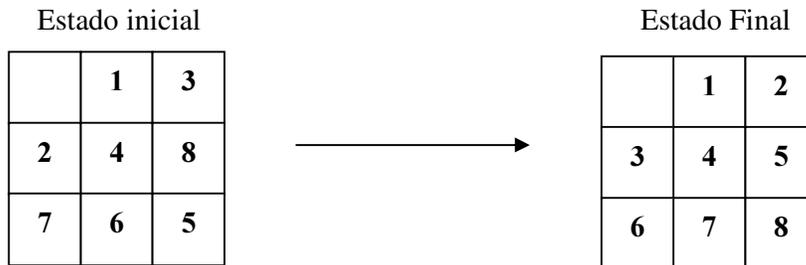
Devem ser resolvidos todos os grupos, tem 3 horas para a realização da prova. Neste caso é desconsiderada a nota obtida à primeira parte no teste.

### Regras

1. Deverá indicar na folha de teste se opta por exame parcial ou completo.
2. Se pretender desistir, deverá indicá-lo na folha do teste.
3. Só poderá abandonar a sala 30 min após o início da prova.
4. Não serão tiradas dúvidas durante a prova.
5. Não serão permitidas saídas momentâneas da sala (casa de banho, fumar etc.).
6. Deverá responder aos vários grupos em folhas separadas.
7. Não é permitida consulta. Só deverá ter na secretária o material mínimo necessário: identificação, folhas de teste (distribuídas pelo docente vigilante), lápis/caneta e calculadora.

## I

Considere um puzzle composto por 8 peças móveis (numeradas de 1 a 8) que se deslocam num tabuleiro de 9 células como é ilustrado na figura. Neste tabuleiro existe sempre uma célula vazia que poderá ser ocupada por uma das adjacentes. As peças apenas se movem segundo os eixos vertical e horizontal. O objectivo deste jogo é a partir do estado inicial indicado, através de uma sequência de deslocações das peças, atingir o estado final em que estas se encontram dispostas numa ordem crescente (por linha).



Analise o espaço de estados deste problema e desenvolva uma forma de:

- e) Representar os estados do jogo.
- f) Representar as transições possíveis entre os estados.
- g) Procurar um plano de transições que permitam resolver o jogo (sistema de inferência).
- h) Indique a forma de animar o processo de resolução do problema.

## II

Considere a caracterização de um conjunto de automóveis mostrada na tabela:

Peso (Kg)	Altura (m)	Comprimento (m)	Velocidade Máxima (km/h)	Número Lugares	Aceleração 0-100 (seg.)
<1000	<1.6	<4	>250	2	<10
>1000	>1.6	>4	<250	5	>10
>1000	>1.6	>4	<250	2	<10
>1000	>1.6	>4	<250	5	<10

Com o objectivo de agrupar estes exemplos em segmentos (“clusters”) encontrando similaridades entre as suas propriedades pretende-se que:

- Desenhe uma rede neuronal adequada a este problema que permita dividir o mais correctamente possível os automóveis em 3 grupos distintos.
- Considerando os pesos associados aos ramos todos iguais a 0.1 e uma taxa de aprendizagem  $\eta=0.35$  efectue o treino da rede durante uma época. Apresente a rede treinada e todos os cálculos.

## III

O Ministério das Finanças está interessado em combater as fraudes cometidas pelos contribuintes ao nível das declarações de IRS. Para esse efeito dispõe de um conjunto de dados e pretende, através do processo de descoberta de conhecimento em bases de dados, encontrar um modelo que permita reconhecer um contribuinte que presta declarações falsas. A tabela seguinte contém informação sobre os casos analisados durante uma operação de fiscalização.

Região	Categoria	Anexos	Casado	Filhos	Sexo	Profissão	Fraude
Norte	1	H	N	0	M	PROF.	SIM
Norte	1	G	--	0	F	MED.	NÃO
Norte	1	G	N	0	F	PROF	NÃO
Norte	1	H	N	0	F	PROF	SIM
--	--	G	N	0	M	PROF	--
Norte	1	H	N	0	F	MED	SIM
Norte	1	H	N	0	M	MED	SIM
Norte	1	G	N	0	F	MED	NÃO
Norte	1	H	N	0	M	PROF	SIM

Legenda:

Região	- Região geográfica do contribuinte
Casado	- Estado civil
Categoria	- Categoria dos rendimentos
Filhos	- Número de filhos
Anexos	- Anexos entregues na declaração de IRS
Sexo	- Sexo do declarante
Fraude	- Resultado da fiscalização
Profissão	- Profissão do declarante
--	- Dado desconhecido

- a) Proceda à selecção, pré-pocessamento e transformação adequadas para que possa efectuar a operação de Data Mining.
- b) Faça um estudo sobre as associações existentes entre os atributos.
- c) Defina qual o objectivo de Data Mining inerente a este problema.
- d) Indique e aplique a técnica que considera mais adequada para encontrar um modelo/padrão interpretável de contribuinte fraudulento.
- e) Analise a validade do padrão encontrado na alínea anterior.

<b>Informática de Gestão</b>	<b>Inteligência Artificial 4º Ano</b>	<b>Teste de Avaliação</b>	<b>Época Normal</b>	<b>Duração 2/3 h</b>	<b>10 Junl 2000</b>
------------------------------	---------------------------------------	---------------------------	---------------------	----------------------	---------------------

## REGULAMENTO

### Exame parcial

Devem ser resolvidos os grupos II e III, tem duas horas para a realização da prova.

### Exame completo

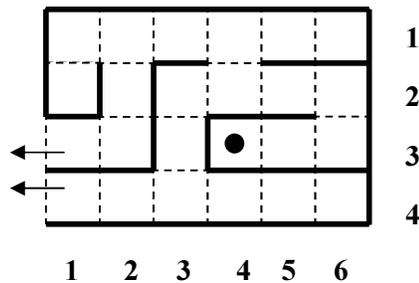
Devem ser resolvidos todos os grupos, tem 3 horas para a realização da prova. Neste caso é desconsiderada a nota obtida à primeira parte no teste.

### Regras

1. Deverá indicar na folha de teste se opta por exame parcial ou completo.
2. Se pretender desistir, deverá indicá-lo na folha do teste.
3. Só poderá abandonar a sala 30 min após o início da prova.
4. Não serão tiradas dúvidas durante a prova.
5. Não serão permitidas saídas momentâneas da sala (casa de banho, fumar etc.).
6. Deverá responder aos vários grupos em folhas separadas.
7. Não é permitida consulta. Só deverá ter na secretária o material mínimo necessário: identificação, folhas de teste (distribuídas pelo docente vigilante), lápis/caneta e calculadora.

## I

Considere o labirinto a seguir ilustrado, com 2 saídas possíveis. Pretende-se encontrar um caminho de saída para o ratinho lá colocado na posição identificada (ponto negro).



Analise o espaço de estados deste problema e desenvolva uma forma de:

- a) Representar os estados do jogo.
- b) Representar as transições possíveis entre os estados.
- c) Procurar um plano de transições que permitam encontrar um caminho (sistema de inferência).
- d) Indique a forma de animar o processo de resolução do problema.

## II

Considere a caracterização de um conjunto de clientes de um banco na tabela:

Débito	Mensalidade	Idade	Remuneração
<1000	>200	<30	>250
>1000 <5000	<200	>30	<250
>5000	>200	>30 < 50	<250
>1000 <5000	<200	>30 < 50	>250
>5000	>200	<30	<250

Com o objectivo de agrupar estes clientes em segmentos (“clusters”) encontrando similaridades entre as suas propriedades pretende-se que:

- Desenhe uma rede neuronal adequada a este problema que permita dividir o mais correctamente possível os clientes em 2 grupos distintos.
- Considerando os pesos associados aos ramos todos iguais a 0.1 e uma taxa de aprendizagem  $\eta=0.2$  efectue o treino da rede durante uma época. Apresente a rede treinada e todos os cálculos.

## III

Equacione a possibilidade de utilizar um Sistema de Classificação para resolver o problema do grupo anterior:

- Indique uma forma de codificar os classificadores.
- Dê o exemplo de 5 classificadores que na sua condição coincidam com os exemplos dados na tabela do grupo II. Atribua o valor 10 a cada um deles e calcule a sua especificidade.
- Se à entrada do Sistema de Classificação apresentar o primeiro exemplo da tabela do grupo II, indique qual será a saída do sistema utilizando a tabela de parâmetros abaixo apresentada.
- Proceda à colecta de taxas. Apresente os classificadores na sua forma final.
- Qual deverá ser a recompensa do sistema após esta iteração?

Parâmetro	Valor
k - tamanho da lista de mensagens	1
$\rho$ - recompensa do ambiente	2
$\beta$ - parte do valor para licitação	0.1
Tvida - taxa de sobrevivência	0.1
Tlanço - taxa de licitação	0.1
Tag - periodicidade do algoritmo genético	2
pm - probabilidade de mutação	0.02
pc - probabilidade de cruzamento	1
npurif - tamanho da população de purificação	3
fpurif - factor de purificação	3
$\sigma$ - desvio padrão para o noise	0.075

Valores de noise  $n(\sigma)$  para  $\sigma=0.075$

-0.085 -0.095 0.059 0.039 -0.022 0.105 -0.069 -0.200

<b>Informática de Gestão</b>	<b>Inteligência Artificial 4º Ano</b>	<b>Exame</b>	<b>Época Recurso</b>	<b>Duração 2.30 h</b>	<b>5 Setembro 2000</b>
------------------------------	---------------------------------------	--------------	----------------------	-----------------------	------------------------

## REGULAMENTO

1. Se pretender desistir, deverá indicá-lo na folha do teste.
2. Só poderá abandonar a sala 30 min após o início da prova.
3. Não serão tiradas dúvidas durante a prova.
4. Não serão permitidas saídas momentâneas da sala (casa de banho, fumar etc.).
5. Deverá responder aos vários grupos em folhas separadas.
6. Não é permitida consulta. Só deverá ter na secretária o material mínimo necessário: identificação, folhas de teste (distribuídas pelo docente vigilante), lápis/caneta e calculadora.

### I

Uma das formas de representar conhecimento, para interpretação de histórias, é utilizando grafos conceptuais e guiões. Para o efeito, considere a seguinte tabela de acções primitivas.

<b>Dependência Conceptual</b>	<b>Significado</b>	<b>Exemplos</b>
atrans	transferência abstracta (posse)	dar, pegar, receber, vender, comprar
ptrans	transferência de lugar	ir, andar, mover, cair
mtrans	transferência mental	ler, dizer, esquecer, ensinar, prometer
ingest	colocar dentro	comer, beber, respirar
propel	aplicar força em	golpear, pontapear, bater
mbuild	construção mental	realizar, espantar, executar
grasp	elaborar actos	segurar, apanhar
move	mover parte do corpo	pontapé, empurrar
speak	elaborar verbos	dizer, contar, ...
attend	entradas sensoriais	ouvir, olhar
expel	enviar para fora (do corpo)	soprar, cuspir, espirrar

a) Utilizando a forma de representar guiões (scripts) abordada nas aulas, construa um guião para representar uma consulta no dentista, tendo em consideração as seguintes acções:

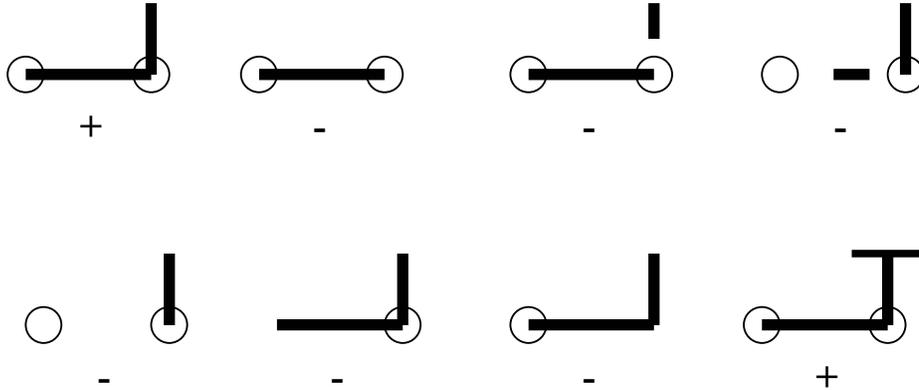
1. O Actor desloca-se para o consultório
2. O Actor confirma a hora da consulta com a Recepcionista
3. O Actor aguarda a sua vez na sala de espera
4. A Recepcionista chama o Actor
5. O Actor entra no consultório
6. O Dentista analisa o Actor
7. O Dentista propõe um Tratamento ao Actor
8. O Actor aceita o Tratamento
9. O Dentista executa o Tratamento
10. O Actor sai do consultório
11. O Actor paga a consulta
12. O Actor vai embora

b) Considere a seguinte história: “A Maria foi ao consultório do Dr. Rosas extrair um dente e foi atendida pela D. Flores”.

- i) Faça a representação desta história utilizando a forma referida na alínea anterior.
- ii) Indique qual será a interpretação que um sistema de inferência baseado no guião da alínea anterior dará perante esta história (resultado do processo de unificação).
- iii) Construa o predicado de unificação entre dois eventos.

## II

Considere a sequência de exemplos para o conceito de trotinete (como uma composição de linhas e círculos), a ser submetido a um sistema de aprendizagem de conceitos por indução através de exemplos (por baixo de cada exemplo é indicado se este é positivo ou negativo).



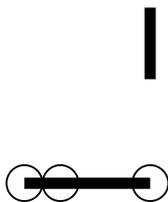
- Indique qual o universo sobre o qual estamos a actuar e quais os objectos nele contidos.
- Represente estes exemplos através de redes semânticas.
- Processe os exemplos, usando as regras a seguir indicadas, e induza o conceito de trotinete através da geração de hipóteses. Indique as hipóteses intermédias e o conceito aprendido.

**Regra1:** *se* o exemplo é negativo e não possui uma relação R que existe na hipótese  
*então* a relação R passa a obrigatória

**Regra2:** *se* o exemplo é negativo e possui uma relação R que não existe na hipótese  
*então* a relação R é acrescentada como impossível

**Regra3:** *se* o exemplo é positivo e possui uma relação R que não existe na hipótese  
*então* a relação R é acrescentada como desejável

- Represente o conceito induzido utilizando lógica de predicados.
- Verifique se o caso seguinte unifica com o conceito adquirido:



### III

Apresentam-se a seguir os dados registados sobre compras de veículos automóveis onde se incluem as características dos compradores e dos automóveis.

Vencimento	Nº Filhos	Tipo de veículo	Valor	Usado
300	0	Dois volumes	<5000	Sim
500	2	Três volumes	<5000	Não
600	4	Mono volume	>5000	Não
400	1	Dois volumes	<5000	Não
200	2	Dois volumes	<5000	Sim

Com base nesta informação, e aplicando a técnica estudada que mais se adegue ao problema, pretende-se descobrir um padrão (ou vários) que permita(m) classificar os clientes segundo o tipo de veículo e em relação ao facto de este ser usado ou novo. Indique o(s) padrão(ões) e todo o processo de cálculo.

<b>Informática de Gestão</b>	<b>Inteligência Artificial 4º Ano</b>	<b>Exame</b>	<b>Época Especial</b>	<b>Duração 2 h</b>	<b>7 Dezembro 2000</b>
------------------------------	---	--------------	-----------------------	------------------------	------------------------

## REGULAMENTO

1. Se pretender desistir, deverá indicá-lo na folha do teste.
2. Só poderá abandonar a sala 30 min após o início da prova.
3. Não serão tiradas dúvidas durante a prova.
4. Não serão permitidas saídas momentâneas da sala (casa de banho, fumar etc.).
5. Deverá responder aos vários grupos em folhas separadas.
6. Não é permitida consulta. Só deverá ter na secretária o material mínimo necessário: identificação, folhas de teste (distribuídas pelo docente vigilante), lápis/caneta e calculadora.

### I

Uma das formas de representar conhecimento, para interpretação de histórias, é utilizando grafos conceptuais e guiões. Para o efeito, considere a seguinte tabela de acções primitivas.

<b>Dependência Conceptual</b>	<b>Significado</b>	<b>Exemplos</b>
atrans	transferência abstracta (posse)	dar, pegar, receber, vender, comprar
ptrans	transferência de lugar	ir, andar, mover, caír
mtrans	transferência mental	ler, dizer, esquecer, ensinar, prometer
ingest	colocar dentro	comer, beber, respirar
propel	aplicar força em	golpear, pontapear, bater
mbuild	construção mental	realizar, espantar, executar
grasp	elaborar actos	segurar, apanhar
move	mover parte do corpo	pontapé, empurrar
speak	elaborar verbos	dizer, contar, ...
attend	entradas sensoriais	ouvir, olhar
expel	enviar para fora (do corpo)	soprar, cuspir, espirrar

a) Utilizando a forma de representar guiões (scripts) abordada nas aulas, construa um guião para representar uma consulta no dentista, tendo em consideração as seguintes acções:

13. O Actor desloca-se para o consultório
14. O Actor confirma a hora da consulta com a Recepcionista
15. O Actor aguarda a sua vez na sala de espera
16. A Recepcionista chama o Actor
17. O Actor entra no consultório
18. O Dentista analisa o Actor
19. O Dentista propõe um Tratamento ao Actor
20. O Actor aceita o Tratamento
21. O Dentista executa o Tratamento
22. O Actor sai do consultório
23. O Actor paga a consulta
24. O Actor vai embora

c) Considere a seguinte história: “A Maria foi ao consultório do Dr. Rosas extrair um dente e foi atendida pela D. Flores”.

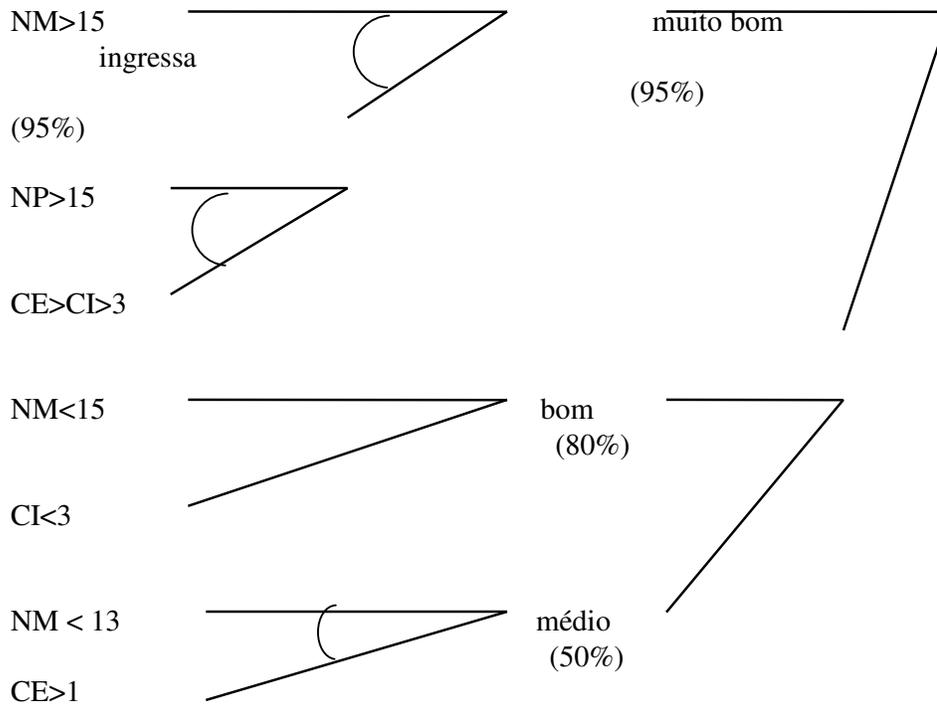
- iv) Faça a representação desta história utilizando lógica de predicados.
- v) Indique qual será a interpretação que um sistema de inferência baseado no guião da alínea anterior dará perante esta história (resultado do processo de unificação).
- vi) Desenvolva um procedimento que permita unificar uma história com um guião.

## II

Numa Universidade, cada candidato a um curso é analisado à luz de um conjunto de regras que ditam o seu ingresso ou não. Para formalização do pedido são necessárias, entre outras, as seguintes informações:

- Nota a Matemática NM
- Nota a Português NP
- Curso C
- Área Científica A
- Coeficiente Inteligência CI
- Coeficiente Emocional CE

O processo de decisão pode ser descrito através da seguinte rede de inferência:



Onde os valores entre parêntesis correspondem ao grau de confiança associado à conclusão.

- Represente o conhecimento inerente ao processo de decisão acerca do ingresso na universidade.
- Desenvolva um sistema de inferência que permita a partir dos dados de um aluno, indicar se este deverá ingressar na universidade e com que grau de confiança. Este sistema deverá justificar as respostas apresentadas.

### III

Apresentam-se a seguir os dados registados sobre clientes e compras de produtos via Internet na época de Natal.

Vencimento	Zona Geográfica	Tipo de produto	Valor
< 300	N	Cultural	<5000
> 300	S	Lazer	<5000
< 300	S	Desporto	>5000
> 300	N	Desporto	<5000
> 300	S	Desporto	>5000

Com base nesta informação:

- Aplicando a técnica estudada que mais se adequa ao problema, pretende-se descobrir um padrão que permita classificar os clientes segundo o tipo de produto. Indique o padrão e todo o processo de cálculo.
- Indique qual a validade do padrão induzido na alínea anterior.

<b>Informática de Gestão</b>	<b>Inteligência Artificial 4º Ano</b>	<b>Teste de Avaliação</b>	<b>Época de Fevereiro</b>	<b>Duração 2.30 h</b>	<b>2 Feb 2001</b>
------------------------------	---------------------------------------	---------------------------	---------------------------	-----------------------	-------------------

## REGULAMENTO

1. Se pretender desistir, deverá indicá-lo na folha do teste.
2. Só poderá abandonar a sala 30 min após o início da prova.
3. Não serão tiradas dúvidas durante a prova.
4. Não serão permitidas saídas momentâneas da sala (casa de banho, fumar etc.).
5. Deverá responder aos vários grupos em folhas separadas.
6. Não é permitida consulta. Só deverá ter na secretária o material mínimo necessário: identificação, folhas de teste (distribuídas pelo docente vigilante), lápis/caneta e calculadora.

### I

Pretende-se desenvolver um sistema pericial que auxilie um paramédico a prestar os primeiros socorros a vítimas de acidente, identificando a emergência e indicando o tratamento mais adequado. Para o efeito considere o conjunto de emergências mais frequentes, os sintomas e o tratamento indicado:

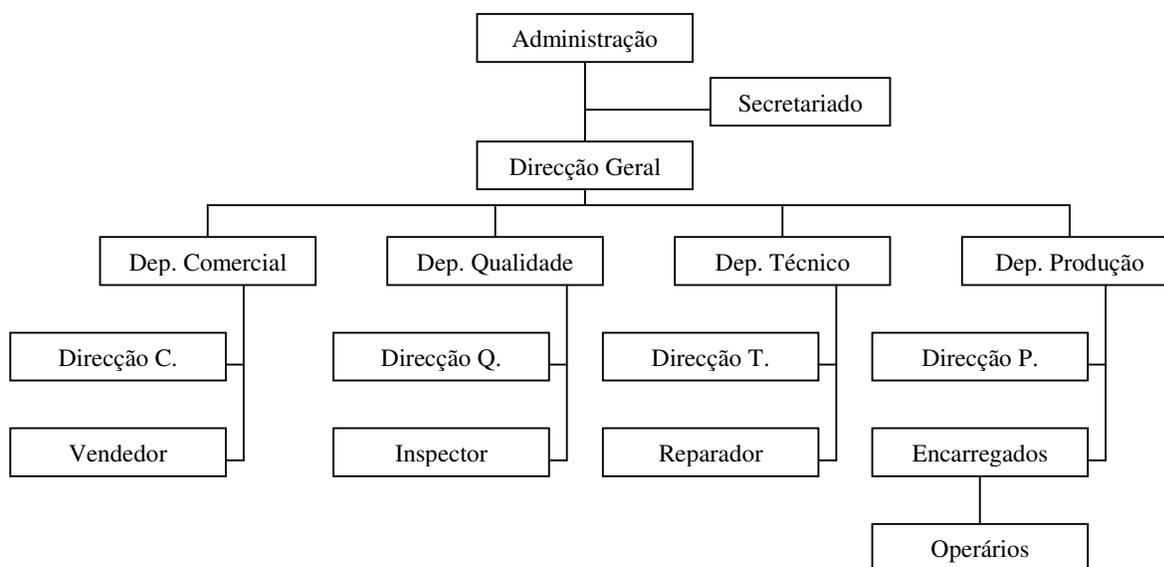
<b>Emergência e grau de certeza</b>	<b>Sintomas</b>	<b>Tratamento</b>
Hemorragia 90%	Sangue à Vista ou Dores Cabeça	Estancar
Intoxicação 50%	Tosse e Vômitos	Ventilar
Fractura ou luxação 20%	Dores nos Membros e Impossibilidade de Movimentação	Imobilizar
Electrocussão 50%	Asfixia e Tremuras	Oxigenar
Congelação 45%	Tremuras e Desmaio	Agasalhar
Desmaio 100%	Sem Sentidos	Cheirar Sais
Ataque epiléptico 80%	Asfixia ou Inquietação	Sedativo
Asfixia 80%	Cara Vermelha	Respiração Artificial

Perante este problema:

- a) Construa uma base de conhecimento que permita descrever o processo de decisão inerente à identificação da emergência e ao tratamento mais acertado.
- b) Desenvolva um método de inferência/raciocínio que perante uma situação de emergência indique o diagnóstico mais aplicável e aconselhar um tratamento.
- c) Explore a possibilidade de gerar explicações.

## II

Considere o seguinte organigrama (órgãos funcionais) de uma empresa industrial:



Na tabela seguinte apresentam-se as propriedades inerentes a alguns dos órgãos presentes no organigrama:

Órgão	Vencimento (contos)	Qualificação Prof.	Benefício
Dep. Comercial	450	2	Carro + Telemóvel
Dep. Qualidade	300	4	Telemóvel + Férias Pagas
Dep. Técnico	600	5	Telemóvel + Seguro Saúde
Dep. Produção	250	1	
Direcção Geral	700	5	Carro + Telemóvel + Férias Pagas

Na tabela seguinte apresentam-se os funcionários e suas principais propriedades:

Funcionário	Órgão	Idade	Qualificação Prof.
António	Administrador	60	5
Maria	Vendedor	23	2
Joaquim	Operário	42	1
José	Director Q.	35	
Francisco	Director Geral	40	

- a) Proceda à representação do conhecimento associado a este problema, fazendo uso da técnica de representação de conhecimento mais adequada.
- b) Represente a estrutura de conhecimento desenhada na alínea anterior em termos de asserções da lógica de predicados.
- c) Desenvolva um sistema de inferência que permita, perante o nome de um funcionário ou órgão funcional, indicar o valor de uma propriedade.
- d) Indique como se colocariam as seguintes questões:
  - 1) Qual o vencimento do António?
  - 2) Quais os benefícios do José?
  - 3) Qual a qualificação profissional do Francisco?

### III

O problema de ordenar uma base de dados pode ser resolvido utilizando a abordagem inerente à procura num espaço de estados. Nesta perspectiva o estado corresponderá à ordem dos registos na base de dados e as transições às operações de permuta entre registos (permitidas no sistema de gestão da base de dados). Tomando como exemplo a seguinte base de dados (clientes de uma empresa):

Nº registo	Nome	Valor Compras
1	Patrícia	100
2	Susana	200
3	Alexandre	80
4	André	250

e assumindo que a única operação de permuta permitida é a troca directa de registos (registos em posições adjacentes) pretende-se que:

- Indique uma forma de representar os estados da base de dados;
- Represente as transições possíveis;
- Desenvolva o sistema de inferência que permita encontrar a sequência de permutas que levem à ordenação da base de dados;
- Indique como animar o sistema da alínea anterior por forma a encontrar a sequência de permutas que ordenem a base de dados apresentada pela ordem crescente do valor de compras dos clientes.

<b>Informática de Gestão</b>	<b>Inteligência Artificial 4º Ano</b>	<b>Teste de Avaliação</b>	<b>Época Normal</b>	<b>Duração 2/2.5 h</b>	<b>22 Jun 2001 1º Chamada</b>
------------------------------	---------------------------------------	---------------------------	---------------------	------------------------	-------------------------------

## REGULAMENTO

### Exame parcial

Devem ser resolvidos os grupos II e III, tem duas horas para a realização da prova.

### Exame completo

Devem ser resolvidos todos os grupos, tem 2.5 horas para a realização da prova. Neste caso é desconsiderada a nota obtida à primeira parte no teste.

### Regras

1. Deverá indicar na folha de teste se opta por exame parcial ou completo.
2. Se pretender desistir, deverá indicá-lo na folha do teste.
3. Só poderá abandonar a sala 30 min após o início da prova.
4. Não serão tiradas dúvidas durante a prova.
5. Não serão permitidas saídas momentâneas da sala (casa de banho, fumar etc.).
6. Deverá responder aos vários grupos em folhas separadas.
7. Não é permitida consulta. Só deverá ter na secretária o material mínimo necessário: identificação, folhas de teste (distribuídas pelo docente vigilante), lápis/caneta e calculadora.

### I

Um jornal pretende implementar um sistema automático de resposta a anúncios, combinando as procuras com as ofertas. Para tal possui uma base de dados com anúncios (a responder) com a seguinte estrutura:

<b>Tipo</b>	<b>Objecto</b>	<b>Valor</b>	<b>Características</b>	<b>Contacto</b>
Oferta	Casa	40000	Campo, Nova	9393939393
Procura	Apartamento	30000	T4, Centro	2530000000
Procura	Esposa	--	Meia Idade, Simpática	Jornal Nº 100
Oferta	Empregada	--	Interna, Solteira, Cuidadosa	222222222

Utilize uma abordagem orientada ao padrão para resolver este problema tendo em conta que dois anúncios combinam sse:

- um for uma oferta e o outro uma procura; e
- se o campo objecto coincide;
- se no campo valor não tiverem uma diferença superior a 20%, ou um, ou ambos sejam indefinidos; ou
- se uma das características coincidir.

Indique:

- a) Uma forma de representar os anúncios.
- b) Os módulos orientados ao padrão que permitem implementar o processo de resposta e ao mesmo tempo remover os anúncios satisfeitos.
- c) O sistema de inferência.
- d) Uma forma de considerar a data dos anúncios e desenvolva o(s) módulo(s) necessário(s) para remover automaticamente os anúncios que não forem satisfeitos no espaço de um ano.

## II

Nas campanhas de marketing directo para venda de produtos, uma das análises que é usual fazer-se, baseia-se na comparação entre os custos e os benefícios. Se em jogo estiver o número de clientes a contactar NC, a probabilidade de estes comprarem o produto PC, o custo da campanha CC e o retorno esperado RE, deverá ser escolhida a combinação ou solução que maximize a diferença entre o retorno e o custo da campanha RE-CC. Considerando que estes parâmetros apenas podem tomar os seguintes valores:

Parâmetro	Valores Possíveis
NC	1000, 5000, 7000, 10000
PC	60, 70
CC	300, 500, 700, 800
RE	1000, 1500, 1700, 2000

e partindo da seguinte população inicial de 4 soluções:

N	NC	PC	CC	RE
1	1000	60	300	1000
2	5000	70	500	2000
3	1000	60	300	1000
4	10000	60	800	1500

utilize uma abordagem genética, baseada numa probabilidade de cruzamento de 0.8 e uma probabilidade de mutação de 0.2, para procurar a melhor solução, apresentando:

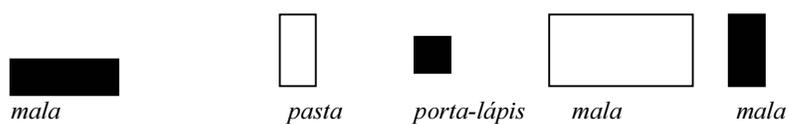
- a) Uma codificação eficiente da população inicial;
- b) Uma função de avaliação adequada ao problema;
- c) A população resultante após aplicação de um ciclo completo do algoritmo genético;
- d) A melhor solução encontrada e a sua interpretação.

Considere a seguinte lista de números aleatórios:

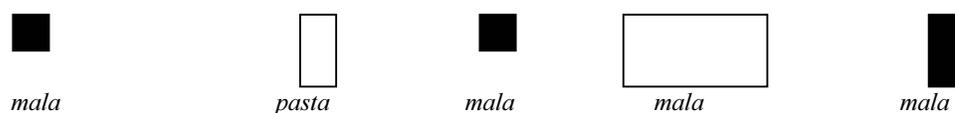
N		N		N		N		N		N		N		N		N		N	
1	0,1	11	0,1	21	0,8	31	0,8	41	0,5	51	0,6	61	0,8	71	0,1	81	0,5	91	0,1
2	0,1	12	0,5	22	0,1	32	0,6	42	0,1	52	0,4	62	0,7	72	1	82	0,8	92	0
3	0,6	13	0,3	23	0,1	33	0,3	43	0,6	53	0,5	63	0,4	73	0,3	83	0,3	93	0,5
4	0	14	0,9	24	0,6	34	0,6	44	0,7	54	0,4	64	0,9	74	0,1	84	0,5	94	0,3
5	0,4	15	0,6	25	0,1	35	0,7	45	0,5	55	0,7	65	0,9	75	0,3	85	0,4	95	0,9
6	0,5	16	0,1	26	0,5	36	0,7	46	1	56	0,4	66	0,2	76	0,4	86	0,3	96	0,7
7	0,8	17	0,6	27	0,1	37	0,6	47	0,9	57	0,9	67	0	77	0,2	87	0,6	97	0,3
8	0,4	18	0,5	28	0,6	38	0,2	48	0,1	58	0,4	68	0	78	0,6	88	0,7	98	0,5
9	0,3	19	0,3	29	0,2	39	0,6	49	0,5	59	0,6	69	0,1	79	0,1	89	0,6	99	0,1
10	0,4	20	0,1	30	0,1	40	0,6	50	0,2	60	0,8	70	0,4	80	0,8	90	0	100	0

### III

A partir de um conjunto de silhuetas, devidamente classificadas, pretende-se aplicar uma técnica de aprendizagem automática, que permita obter um padrão que indique a forma como novos objectos podem ser classificados. Para este efeito considere o seguinte conjunto de treino:



e o seguinte conjunto de teste:



Perante este problema pretende-se:

- Que represente ambos os conjuntos;
- Indique e aplique a técnica que entende ser mais eficiente para este caso;
- Avalie o padrão obtido na alínea anterior.

<b>Informática de Gestão</b>	<b>Inteligência Artificial 4º Ano</b>	<b>Teste de Avaliação</b>	<b>Época Normal</b>	<b>Duração 2/2.5 h</b>	<b>4 Jul 2001 2º Chamada</b>
------------------------------	---------------------------------------	---------------------------	---------------------	------------------------	------------------------------

## REGULAMENTO

### Exame parcial

Devem ser resolvidos os grupos II e III, tem duas horas para a realização da prova.

### Exame completo

Devem ser resolvidos todos os grupos, tem 2.5 horas para a realização da prova. Neste caso é desconsiderada a nota obtida à primeira parte no teste.

### Regras

1. Deverá indicar na folha de teste se opta por exame parcial ou completo.
2. Se pretender desistir, deverá indicá-lo na folha do teste.
3. Só poderá abandonar a sala 30 min após o início da prova.
4. Não serão tiradas dúvidas durante a prova.
5. Não serão permitidas saídas momentâneas da sala (casa de banho, fumar etc.).
6. Deverá responder aos vários grupos em folhas separadas.
7. Não é permitida consulta. Só deverá ter na secretária o material mínimo necessário: identificação, folhas de teste (distribuídas pelo docente vigilante), lápis/caneta e calculadora.

## I

Com a liberalização do sector das comunicações fixas e móveis, um dos problemas que se coloca aos consumidores é a selecção do operador que lhe possibilita a chamada mais barata com base nas características da chamada e nos planos tarifários disponíveis. Para resolver este problema construa um sistema pericial que auxilie o consumidor na tarefa de escolha. Para tal considere a existência de três operadores com os seguintes planos tarifários:

### Operador: O1

Distância	Activação de chamada	Preço por minuto de chamada
Regional	20	10
Local	25	5
Nacional	30	20
Internacional	50	30
Dados/Internet	10	4

### Operador: O2

Distância	Activação de chamada	Preço por minuto de chamada
Regional	0	100
Local	0	30
Nacional	0	20
Internacional	0	60
Dados/Internet	0	4

### Operador: O3

Distância	Activação de chamada	Preço por minuto de chamada
Regional	2	100
Local	20	5
Nacional	40	20
Internacional	100	3
Dados/Internet	5	5

- a) Crie a base de conhecimento utilizando a abordagem de representação mais adequada.
- b) Desenvolva o sistema de inerência que permita manusear esse conhecimento.
- c) Indique como colocar ao sistema a questão: “qual o operador aconselhado para uma ligação à Internet superior a três minutos”.
- d) Altere o sistema de inferência por forma a incluir explicação.

## II

- a) Execute uma iteração de um programa evolutivo, considerando os parâmetros a seguir definidos.
- b) Indique qual a melhor solução encontrada. Justifique.

### **Parâmetros**

Alfabeto: {0, 1, 2, 3};

População inicial: {012121, 131210, 111020, 002200};

Probabilidade de mutação igual a 0.6;

Probabilidade cruzamento igual a 0.8;

Operador de cruzamento (*rnd* é um número aleatório):

$$sitecross = \begin{cases} 2 & \text{se } rnd < 0.5 \\ 4 & \text{se } \text{outro caso} \end{cases}$$

Operador de mutação:

$$2 \rightarrow 1 \rightarrow 3 \rightarrow 0$$

Função de avaliação ( $b_1b_2b_3b_4b_5b_6$  é uma solução):

$$f(b_1b_2b_3b_4b_5b_6) = (b_1+b_2)*b_3+(b_6*b_5)+b_4$$

Tabela de números aleatórios:

N		N		N		N		N		N		N		N		N		N	
1	0,1	11	0,1	21	0,8	31	0,8	41	0,5	51	0,6	61	0,8	71	0,1	81	0,5	91	0,1
2	0,7	12	0,5	22	0,1	32	0,6	42	0,1	52	0,4	62	0,7	72	0,9	82	0,8	92	0
3	0,3	13	0,3	23	0,1	33	0,3	43	0,6	53	0,5	63	0,4	73	0,3	83	0,3	93	0,5
4	0,8	14	0,9	24	0,6	34	0,6	44	0,7	54	0,4	64	0,9	74	0,1	84	0,5	94	0,3
5	0,4	15	0,6	25	0,1	35	0,7	45	0,5	55	0,7	65	0,9	75	0,3	85	0,4	95	0,9
6	0,5	16	0,1	26	0,5	36	0,7	46	0,9	56	0,4	66	0,2	76	0,4	86	0,3	96	0,7
7	0,2	17	0,6	27	0,1	37	0,6	47	0,7	57	0,9	67	0	77	0,2	87	0,6	97	0,3
8	0,1	18	0,5	28	0,6	38	0,2	48	0,1	58	0,4	68	0	78	0,6	88	0,7	98	0,5
9	0,4	19	0,3	29	0,2	39	0,6	49	0,5	59	0,6	69	0,1	79	0,1	89	0,6	99	0,1
10	0	20	0,1	30	0,1	40	0,6	50	0,2	60	0,8	70	0,4	80	0,8	90	0	100	0

### III

A geração e análise de modelos em Data Mining é um aspecto importante na tentativa de procurar o melhor modelo para um determinado problema. Factores como simplicidade, valor, utilidade e interpretabilidade funcionam como métricas na escolha desses modelos. Tomando o contexto médico/clínico das unidades de cuidados intensivos dos hospitais como uma área de aplicação das técnicas de aprendizagem que sustentam a descoberta de conhecimento em bases de dados, considere a seguinte tabela com dados referentes a casos clínicos caracterizados pelos atributos:

<b>Nome</b>	nome do paciente;
<b>Idade</b>	idade do paciente;
<b>Repetição</b>	indicação se o paciente tem história clínica ou não;
<b>Score</b>	parâmetro calculado com base num diagnóstico e que quantifica a situação clínica do paciente;
<b>Outcome</b>	indica se o paciente sobreviveu ou não.

<b>Nome</b>	<b>Idade</b>	<b>Repetição</b>	<b>Score</b>	<b>Outcome</b>
António	>30	N	2	Não Sobreviveu
Maria	≤30	N	3	Sobreviveu
Joaquina	>30	N	1	Não Sobreviveu
Martinho	≤30	N	3	Sobreviveu
Elvis	≤30	N	1	Não Sobreviveu
Aparício	>30	N	3	Sobreviveu
Macedo	≤30	N	2	Sobreviveu
Alberto	>30	N	1	Não Sobreviveu

Perante este problema:

- Gere um padrão baseado numa árvore de decisão;
- Gere um outro padrão alternativo baseado num rede neuronal;
- Compare os dois modelos gerados utilizando os factores acima referidos;
- Refira qual foi o atributo considerado mais significativo nos modelos gerados. Justifique;
- Indique qual o modelo que utilizaria tendo em conta o domínio deste problema. Justifique.

## REGULAMENTO

### Regras

1. Deverá indicar na folha de teste se opta por exame parcial ou completo.
2. Se pretender desistir, deverá indicá-lo na folha do teste.
3. Só poderá abandonar a sala 30 min após o início da prova.
4. Não serão tiradas dúvidas durante a prova.
5. Não serão permitidas saídas momentâneas da sala (casa de banho, fumar etc.).
6. Deverá responder aos vários grupos em folhas separadas.
7. Não é permitida consulta. Só deverá ter na secretária o material mínimo necessário: identificação, folhas de teste (distribuídas pelo docente vigilante), lápis/caneta e calculadora.

### I

Um hotel de luxo possui um parque de estacionamento com a configuração a seguir ilustrada:



	1	5	9	13
Entrada e	2	6	10	14
Saída	3	7	11	15
	4	8	12	16

O parque pode ser caracterizado da seguinte forma:

- é composto por 4 corredores (linhas dispostas horizontalmente);
- cada corredor comporta 3 lugares efectivos (numerados de 5 a 16) e um quarto lugar para manobras (numerados de 1 a 4);
- os automóveis podem ser estacionados em qualquer lugar efectivo que esteja disponível;
- os automóveis podem fazer uso dos lugares de manobras momentaneamente para trocar de lugar.

As manobras permitidas são:

- mudar de um lugar de manobra para qualquer outro;
- mudar de um lugar efectivo para outro lugar efectivo ou de manobra desde que esteja desocupado e pertença ao mesmo corredor.

Para auxiliar os hóspedes a retirar os seus automóveis, o hotel possui um arrumador que a partir do estado de ocupação do parque e do lugar onde está estacionado o veículo a retirar, elabora um plano de actuação.

Perante este problema desenvolva um sistema de conhecimento que permita representar o conhecimento e implementar o raciocínio inerentes ao arrumador. Para tal refira uma forma de:

- Representar os estados do parque.
- Representar as transições possíveis entre os estados. Sumarie da melhor forma essas transições.
- Procurar um plano de transições que permitam remover um automóvel do parque (sistema de inferência).
- Animar o processo para remoção do veículo estacionado no lugar número 11 na situação descrita pela figura seguinte (a negro estão indicados os lugares ocupados):

	1	5	9	13
Entrada e	2	6	10	14
Saída	3	7	11	15
	4	8	12	16

## II

Pretende-se mimetizar o comportamento de um circuito electrónico composto por 4 entradas e 2 saídas, cujo funcionamento se desconhece. Para esse fim deverá utilizar um sistema de aprendizagem baseado na programação genética. Como conjunto de treino considere uma série de 5 testes nos quais se alimentou o circuito com várias correntes eléctricas e se mediu a saída correspondente, conforme ilustrado na seguinte tabela:

<i>Teste</i>	<b>Entrada 1</b>	<b>Entrada 2</b>	<b>Entrada 3</b>	<b>Entrada 4</b>	<b>Saída 1</b>	<b>Saída 2</b>
1	0	1	1	0	1	0
2	1	0	1	0	1	1
3	0	1	0	1	0	0
4	1	0	1	0	0	1
5	0	1	1	0	1	0

- f) Indique uma forma de codificar os classificadores.
- g) Inicialize a população de classificadores. Atribua o valor 10 a cada um deles e calcule a sua especificidade.
- h) Proceda a um ciclo de vida completo do sistema (utilize os parâmetros e números aleatórios disponibilizados mais abaixo). Apresente todos os cálculos.
- i) Apresente os classificadores que constam na lista após a execução do ciclo.
- j) Indique qual foi a saída do sistema.

Parâmetro	Valor
n – tamanho da população	6
k – tamanho da lista de mensagens	1
$\rho$ - recompensa do ambiente	2
$\beta$ - parte do valor para licitação	0.1
Tvida - taxa de sobrevivência	0.1
Tlanço - taxa de licitação	0.1
Tag - periodicidade do algoritmo genético	1
pm - probabilidade de mutação	0.02
pc - probabilidade de cruzamento	1
npurif - tamanho da população de purificação	2
fpurif - factor de purificação	2
$\sigma$ - desvio padrão para o noise	0.075

Valores de noise  $n(\sigma)$  para  $\sigma=0.075$ :

-0.085 -0.095 0.059 0.039 -0.022 0.105 -0.069 -0.200

Tabela de números aleatórios:

N		N		N		N		N		N		N		N		N		N	
1	0,1	11	0,1	21	0,8	31	0,8	41	0,5	51	0,6	61	0,8	71	0,1	81	0,5	91	0,1
2	0,7	12	0,5	22	0,1	32	0,6	42	0,1	52	0,4	62	0,7	72	0,9	82	0,8	92	0
3	0,3	13	0,3	23	0,1	33	0,3	43	0,6	53	0,5	63	0,4	73	0,3	83	0,3	93	0,5
4	0,8	14	0,9	24	0,6	34	0,6	44	0,7	54	0,4	64	0,9	74	0,1	84	0,5	94	0,3
5	0,4	15	0,6	25	0,1	35	0,7	45	0,5	55	0,7	65	0,9	75	0,3	85	0,4	95	0,9
6	0,5	16	0,1	26	0,5	36	0,7	46	0,9	56	0,4	66	0,2	76	0,4	86	0,3	96	0,7
7	0,2	17	0,6	27	0,1	37	0,6	47	0,7	57	0,9	67	0	77	0,2	87	0,6	97	0,3
8	0,1	18	0,5	28	0,6	38	0,2	48	0,1	58	0,4	68	0	78	0,6	88	0,7	98	0,5
9	0,4	19	0,3	29	0,2	39	0,6	49	0,5	59	0,6	69	0,1	79	0,1	89	0,6	99	0,1
10	0	20	0,1	30	0,1	40	0,6	50	0,2	60	0,8	70	0,4	80	0,8	90	0	100	0

### III

- a) Indique e aplique uma técnica de aprendizagem automática alternativa àquela que foi utilizada no grupo II. Desenvolva o modelo de aprendizagem e instancie todos os parâmetros.
- b) Apresente o padrão obtido após o treino correspondente a uma época assim como todos os cálculos efectuados.

## REGULAMENTO

### Regras

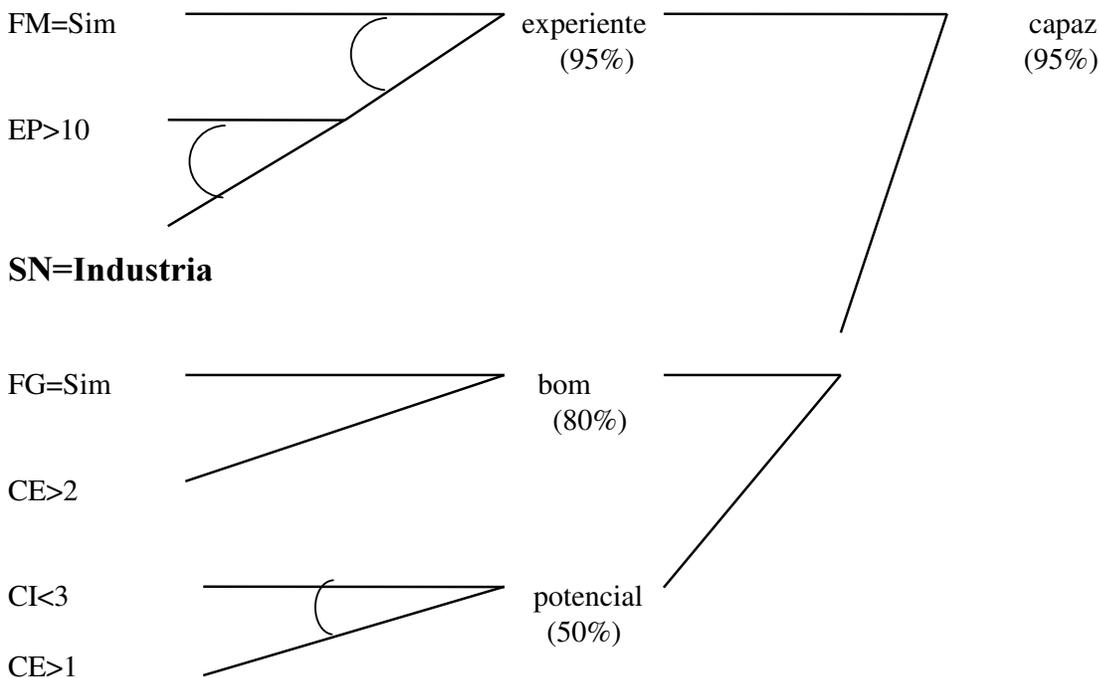
1. Deverá indicar na folha de teste se opta por exame parcial ou completo.
2. Se pretender desistir, deverá indicá-lo na folha do teste.
3. Só poderá abandonar a sala 30 min após o início da prova.
4. Não serão tiradas dúvidas durante a prova.
5. Não serão permitidas saídas momentâneas da sala (casa de banho, fumar etc.).
6. Deverá responder aos vários grupos em folhas separadas.
7. Não é permitida consulta. Só deverá ter na secretária o material mínimo necessário: identificação, folhas de teste (distribuídas pelo docente vigilante), lápis/caneta e calculadora.

### I

Numa empresa de empregos, cada candidato a um cargo administrativo é analisado à luz de um conjunto de regras que ditam a sua capacidade para esse cargo. Para formalização do pedido de candidatura são necessárias, entre outras, as seguintes informações:

- Formação em Matemática FM
- Formação em Gestão FG
- Sector de Negócios SN
- Experiência Profissional EP
- Coeficiente Inteligência CI
- Coeficiente Emocional CE

O processo de decisão pode ser descrito através da seguinte rede de inferência:



Onde os valores entre parêntesis correspondem ao grau de confiança associado à conclusão.

- Represente o conhecimento inerente ao processo de decisão acerca da capacidade profissional.
- Desenvolva um sistema de inferência que permita a partir dos dados de um candidato, indicar se este terá capacidade para um cargo de gestão e com que grau de confiança. Este sistema deverá justificar as respostas apresentadas.

## II

Pretende-se mimetizar o comportamento de um circuito electrónico composto por 5 entradas e 2 saídas, cujo funcionamento se desconhece. Para esse fim deverá utilizar um sistema de aprendizagem baseado na programação genética. Como conjunto de treino considere uma série de 5 testes nos quais se alimentou o circuito com várias correntes eléctricas e se mediu a saída correspondente, conforme ilustrado na seguinte tabela:

Teste	Entrada 1	Entrada 2	Entrada 3	Entrada 4	Entrada 5	Saída 1	Saída 2
1	0	1	1	0	0	1	0
2	1	0	1	0	0	1	1
3	0	1	0	1	1	0	0
4	1	0	1	0	0	0	1
5	0	1	1	0	0	1	0

- k) Indique uma forma de codificar os classificadores.  
 l) Inicialize a população de classificadores. Atribua o valor 8 a cada um deles e calcule a sua especificidade.  
 m) Proceda a um ciclo de vida completo do sistema (utilize os parâmetros e números aleatórios disponibilizados mais abaixo). Apresente todos os cálculos.

Parâmetro	Valor
n – tamanho da população	3
k – tamanho da lista de mensagens	1
$\rho$ - recompensa do ambiente	2
$\beta$ - parte do valor para licitação	0.1
Tvida - taxa de sobrevivência	0.1
Tlanço - taxa de licitação	0.1
Tag - periodicidade do algoritmo genético	10
pm - probabilidade de mutação	0.02
pc - probabilidade de cruzamento	1
npurif - tamanho da população de purificação	2
fpurif - factor de purificação	2
$\sigma$ - desvio padrão para o noise	0.075

Valores de noise  $n(\sigma)$  para  $\sigma=0.075$ :

-0.085 -0.095 0.059 0.039 -0.022 0.105 -0.069 -0.200

Tabela de números aleatórios:

N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
1	0,1	11	0,1	21	0,8	31	0,8	41	0,5	51	0,6	61	0,8	71	0,1	81	0,5	91	0,1
2	0,7	12	0,5	22	0,1	32	0,6	42	0,1	52	0,4	62	0,7	72	0,9	82	0,8	92	0
3	0,3	13	0,3	23	0,1	33	0,3	43	0,6	53	0,5	63	0,4	73	0,3	83	0,3	93	0,5
4	0,8	14	0,9	24	0,6	34	0,6	44	0,7	54	0,4	64	0,9	74	0,1	84	0,5	94	0,3
5	0,4	15	0,6	25	0,1	35	0,7	45	0,5	55	0,7	65	0,9	75	0,3	85	0,4	95	0,9
6	0,5	16	0,1	26	0,5	36	0,7	46	0,9	56	0,4	66	0,2	76	0,4	86	0,3	96	0,7
7	0,2	17	0,6	27	0,1	37	0,6	47	0,7	57	0,9	67	0	77	0,2	87	0,6	97	0,3
8	0,1	18	0,5	28	0,6	38	0,2	48	0,1	58	0,4	68	0	78	0,6	88	0,7	98	0,5
9	0,4	19	0,3	29	0,2	39	0,6	49	0,5	59	0,6	69	0,1	79	0,1	89	0,6	99	0,1
10	0	20	0,1	30	0,1	40	0,6	50	0,2	60	0,8	70	0,4	80	0,8	90	0	100	0

### III

Considere a caracterização de um conjunto de clientes de um banco que contraíram empréstimo para aquisição de carro:

<b>Débito</b>	<b>Mensalidade</b>	<b>Idade</b>	<b>Remuneração</b>	<b>Segmento (cluster)</b>
<1000	>200	<30	>250	1
>1000 <5000	<200	>30	<250	2
>5000	>200	>30 < 50	<250	1
>1000 <5000	<200	>30 < 50	>250	2
>5000	>200	<30	<250	1
>1000 <5000	<200	>30 < 50	>250	2

Com o objectivo de classificar futuros clientes em segmentos (“clusters”) pretende-se que utilize a técnica de aprendizagem automática que lhe pareça mais adequada para induzir um padrão que permita, a partir dos dados sobre débito, mensalidade, idade e remuneração, prever qual será o seu segmento.

- Identifique e caracterize a técnica mais indicada;
- Induza um padrão e apresente-o;
- Aplice o padrão ao seguinte caso: Débito=3400, Mensalidade=140, Idade=22, Remuneração=180. Qual é o segmento indicado para este cliente?
- Proceda a um estudo sobre a validade do padrão induzido.

## REGULAMENTO

1. Se pretender desistir, deverá indicá-lo na folha do teste.
2. Só poderá abandonar a sala 30 min após o início da prova.
3. Não serão tiradas dúvidas durante a prova.
4. Não serão permitidas saídas momentâneas da sala (casa de banho, fumar etc.).
5. Deverá responder aos vários grupos em folhas separadas.
6. Não é permitida consulta. Só deverá ter na secretária o material mínimo necessário: identificação, folhas de teste (distribuídas pelo docente vigilante), lápis/caneta e calculadora.

### I

Uma instituição governamental pretende implementar uma bolsa de emprego, por forma a colocar os desempregados que aí se inscrevem. Para tal criou uma base de dados com ofertas de emprego com a seguinte estrutura:

<b>Cargo</b>	<b>Empresa</b>	<b>Local</b>	<b>Data de Oferta</b>	<b>Vencimento</b>
Programador	XXX	Lisboa	1999	100
Operador	YYY	Coimbra	2001	200
Doméstica	ZZZ	Bragança	2001	50
Professor	WWW	Vila Real	2000	300

e uma outra com o perfil dos desempregados:

<b>Nome</b>	<b>Especialização</b>	<b>Residência</b>	<b>Ano Inscrição</b>	<b>Experiência Profissional</b>
António	Jornalista	Braga	1999	2
Luis	Indiferenciado	Coimbra	1989	5
Maria	Doméstica	Bragança	2001	6
Joana	Operador	Lisboa	2000	10

Utilize uma abordagem orientada ao padrão para resolver este problema tendo em conta um desempregado é candidato a um emprego sse:

- se os valores nos campos cargo e especialização coincidirem; ou
- se no campo especialização contiver o valor Indiferenciado e possuir uma experiência profissional superior a 4 anos; e
- se a residência coincidir com o local da empresa.

Indique:

- e) Uma forma de representar os empregos e os desempregados.
- f) Os módulos orientados ao padrão que permitem implementar o processo de resposta e ao mesmo tempo remover as ofertas de emprego preenchidas e os desempregados que a vão preencher.
- g) O sistema de inferência.
- h) Uma forma de remover automaticamente as ofertas de emprego que não forem preenchidas no espaço de um ano.

### II

Um dos problemas do Ministério da Saúde relaciona-se com a melhor colocação dos 25 enfermeiros nos 5 hospitais de uma determinada região por forma a maximizar o benefício dos utentes e minimizar os custos. Para efectivar estes cálculos considere-se que o custo de um enfermeiro em cada hospital é dado pela tabela:

Hospital	Custo
1	100
2	200
3	150
4	50
5	300

O benefício que um enfermeiro representa em cada hospital é dado pela tabela:

Hospital	Benefício
1	30
2	20
3	10
4	80
5	50

Perante este problema pretende-se utilizar uma abordagem genética para se atingir uma solução óptima.

- a) Indique uma forma de codificar os cromossomas (soluções);
- b) Dê o exemplo de 4 soluções distintas;
- c) Formule uma função de avaliação;
- d) Apresente as alterações a introduzir nos operadores genéticos por forma a adaptá-los a este problema.

### III

Um operador de comunicações móveis pretende efectuar um estudo de *Churn* com base na informação que possui sobre os clientes que se desactivaram no último mês:

Idade	Zona Geográfica	Sexo	Habilitações
<30	N	M	LIC
>=30	S	F	NÃO LIC
<30	S	M	LIC
<30	N	M	LIC
>=30	S	M	LIC

Com base nesta informação:

- c) Aplicando a técnica estudada que mais se adegue ao problema, pretende-se descobrir um padrão que permita classificar os clientes segundo o seu perfil. Indique o padrão e todo o processo de cálculo.
- d) Indique qual a validade do padrão induzido na alínea anterior, utilizando o seguinte conjunto de teste:

Idade	Zona Geográfica	Sexo	Habilitações
>30	S	M	LIC
<30	N	F	NÃO LIC
>=30	N	M	LIC

<b>Informática de Gestão</b>	<b>Inteligência Artificial 4º Ano</b>	<b>Teste de Avaliação</b>	<b>Época de Fevereiro</b>	<b>Duração 2.30 h</b>	<b>4 Fev 2002</b>
------------------------------	---------------------------------------	---------------------------	---------------------------	-----------------------	-------------------

## REGULAMENTO

1. Se pretender desistir, deverá indicá-lo na folha do teste.
2. Só poderá abandonar a sala 30 min após o início da prova.
3. Não serão tiradas dúvidas durante a prova.
4. Não serão permitidas saídas momentâneas da sala (casa de banho, fumar etc.).
5. Deverá responder aos vários grupos em folhas separadas.
6. Não é permitida consulta. Só deverá ter na secretária o material mínimo necessário: identificação, folhas de teste (distribuídas pelo docente vigilante), lápis/caneta e calculadora.

### I

Através de um inquérito, realizado por uma imobiliária, conseguiu-se reunir a seguinte informação acerca da forma como as pessoas escolhem as suas casas:

<b>Idade</b>	<b>Região</b>	<b>Remuneração €</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Valor €</b>	<b>Frequência</b>
20-30	Minho	300 – 400	T1	100000	90 %
25-30	Douro	250 – 750	T2	150000	85 %
28-40	Algarve	500 – 1500	T4	300000	20 %
36-62	Alentejo	400 – 800	T3	200000	35 %
50-70	Alto-Minho	300 - 540	T0	80000	70 %

A frequência refere-se ao número de casos nos quais se verificaram os valores indicados para a tipologia e valor, em relação ao número total de casos em que se verificaram os valores indicados para a idade, região e remuneração (i.e., o grau de confiança). Os restantes atributos são auto explicativos.

Perante este problema:

- d) Construa uma base de conhecimento que permita descrever o processo de selecção de uma casa.
- e) Desenvolva um método de inferência/raciocínio que permita aconselhar um possível comprador indicando qual a tipologia e valor mais adequados ao seu perfil e qual o grau de confiança associado.
- f) Para diminuir o número de visitas a imóveis que os clientes acabam por não adquirir, indique quais as alterações de que deveria ser alvo o sistema de inferência da alínea anterior de forma a apresentar apenas aconselhamentos com grau de confiança superior a 80%.

### II

Um cobrador de uma empresa de distribuição de energia, percorre, durante um dia, uma série de utentes em relação aos quais deverá regularizar o saldo com a companhia. Uns utentes são devedores e portanto terão que liquidar a sua dívida, outros são credores (porque já entregaram dinheiro a mais) e a estes o cobrador terá que restituir dinheiro. Admite-se, neste problema, que todas as transacções são realizadas em dinheiro (notas e moedas) e que ao longo de um dia o cobrador recebe um valor igual ou superior àquele que tem que restituir.

Para auxiliar o cobrador, é necessário desenvolver um sistema baseado em conhecimento, que elabore um plano diário de visitas para que este possua sempre dinheiro suficiente para restituir aos

utentes e ao mesmo tempo nunca possuir na sua carteira mais do que 200 € (na eventualidade de ser assaltado não terá muito prejuízo).

Para melhor compreensão do problema em causa considere que, durante um dia, o cobrador deverá visitar 5 utentes e a cada um deverá cobrar (valores positivos) e restituir (valores negativos) as seguintes verbas:

1. 100 €;
2. -180 €;
3. 50 €;
4. 60 €;
5. 40 €.

Um plano possível para as visitas deste dia corresponde a (entre parêntesis é indicado o valor da carteira do cobrador): 1 (100 €), 3 (150 €), 5 (190 €), 2 (10 €), 4 (70 €).

Desta forma, o cobrador trouxe uma quantia igual a 70 € tendo conseguido receber e restituir todas as importâncias sem nunca ter ultrapassado o valor máximo permitido na sua carteira.

Utilizando o modelo de resolução de problemas preconizado pela procura num espaço de estados, indique:

- a) Uma forma de representar os estados associados ao problema;
- b) As transições possíveis entre estados;
- c) O sistema de inferência que permita elaborar um plano de visitas diárias;
- d) Um forma de animar o processo de resolução para o exemplo apresentado.

### III

Uma empresa de tele-trabalho aceita trabalhos de processamento de texto em vários domínios de especialidade (medicina, informática, administração e governamental).

Cada solicitação é caracterizada pelos atributos: código identificador, nome do solicitador, domínio de especialidade, data do pedido.

Por seu turno os interessados em receber trabalhos via Internet, designados por tele-trabalhadores, são caracterizados por: um código de identificação, os domínios de especialidade e o URL.

Utilizando uma abordagem orientada aos padrões, pretende-se desenvolver um sistema de conhecimento que possibilite:

- Manter uma base de dados com informação acerca das solicitações e os tele-trabalhadores disponíveis;
- Associar as solicitações aos tele-trabalhadores;
- Permitir registar os trabalhos acabados.

Para tal fim:

- a) Indique uma forma de representar os padrões na base de dados;
- b) Construa os módulos orientados ao padrão que permitam implementar os requisitos funcionais acima enumerados.

<b>Informática de Gestão</b>	<b>Inteligência Artificial 4º Ano</b>	<b>Teste de Avaliação</b>	<b>Época Normal</b>	<b>Duração 2/2.5 h</b>	<b>22 Jun 2002 1º Chamada</b>
------------------------------	---------------------------------------	---------------------------	---------------------	------------------------	-------------------------------

## REGULAMENTO

### Exame parcial

Devem ser resolvidos os grupos II e III, tem 2 horas para a realização da prova.

### Exame completo

Devem ser resolvidos todos os grupos, tem 2.5 horas para a realização da prova. Neste caso é desconsiderada a nota obtida à primeira parte no teste.

### Regras

1. Deverá indicar na folha de teste se opta por exame parcial ou completo.
2. Se pretender desistir, deverá indicá-lo na folha do teste.
3. Só poderá abandonar a sala 30 min após o início da prova.
4. Não serão tiradas dúvidas durante a prova.
5. Não serão permitidas saídas momentâneas da sala (casa de banho, fumar etc.).
6. Deverá responder aos vários grupos em folhas separadas.
7. Não é permitida consulta. Só deverá ter na secretária o material mínimo necessário: identificação, folhas de teste (distribuídas pelo docente vigilante), lápis/caneta e calculadora.

## I

O sistema orgânico associado ao Ministério da Saúde (MS) pode ser descrito na forma de uma estrutura arboriscente na qual existe um nodo raiz correspondente a MS e no nível abaixo desse uma série de nodos correspondentes às Administrações Regionais de Saúde (ARS) do Norte, Centro e Sul. Cada ARS tem na sua dependência uma série de unidades hospitalares conforme se ilustra a seguir:

ARS Norte	ARS Centro	ARS Sul
Hospital de Braga	Hospital de Coimbra	Hospital de Lisboa
Hospital de Viana	Hospital de Viseu	Hospital de Portimão
Hospital de Guimarães	Hospital da Guarda	Hospital de Faro

Cada unidade hospitalar, por sua vez, incorpora um conjunto de departamentos e, estes por sua vez incorporam uma série de serviços como se descreve na seguinte tabela:

Departamento de Medicina	Departamento de Urgência	Departamento de Cirurgia
Medicina 1	Urgência 1	Cirurgia 1
Medicina 2	Urgência 2	Cirurgia 2

O pessoal médico e de enfermagem que trabalha nas unidades hospitalares está associado aos serviços. Existem outros funcionários do foro administrativo que podem trabalhar na ARS ou até no MS. Como exemplo considere a caracterização, em termos de propriedades, de seis funcionários deste sistema:

	Maria	José	António	Luis	Joana	Costa
Local de Trabalho	Medicina 1 Hospital de Lisboa	Urgência 2 Hospital Viana	Cirurgia 1 Hospital de Viseu	Medicina 1 Hospital de Braga	ARS Norte	MS
Férias	Agosto	-	Outubro	-	-	-
Categoria	Médico	Enfermeiro	-	-	Presidente	-
Vencimento	2000 €	-	2500 €	-	4000 €	-
Hora extra	20 €	-	5 €	-	100 €	200 €

Considere ainda as seguintes propriedade relativamente aos restantes objectos:

	Unidade Hospitalar	Departamento	Serviço	ARS	MS
Duração do contrato	2 anos	-	-	1 ano	4 anos
Férias	Fevereiro	Junho	-	Agosto	Agosto
Vencimento	-	500 €	-	3000 €	2500 €
Hora extra	10 €	-	-	20 €	90 €

Perante este problema, pretende-se que:

- a) Represente todo o conhecimento descrito (em termos dos objectos, suas propriedades e suas relações) identificando e utilizando uma forma de representação adequada;
- b) Construa uma sistema de inferência que permita, através de mecanismos de herança, conhecer o valor de uma propriedade inerente a um objecto;
- c) Utilize o sistema da alínea anterior e indique como colocar as seguintes questões (indique também as respostas):
  - 1) Qual é o vencimento do Luis?
  - 2) Quando são as férias do José?
  - 3) Qual é a duração do contrato da Maria?
  - 4) Onde trabalha o António?
  - 5) Qual é o valor que o José ganha por hora extra?
  - 6) Qual é a categoria do Luis?
  - 7) Existem dois funcionários com férias no mesmo mês? Quais?

## II

Um entregador de pizzas tem de efectuar 10 entregas durante o seu turno. Designando cada local de entrega por  $L_i$ ,  $i=1\dots 10$ , as distâncias (em km) entre cada local de entrega podem dispor-se na seguinte matriz:

Locais	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2	5									
3	3	6								
4	2	9	6							
5	7	4	2	5						
6	3	1	7	3	23					
7	8	5	10	3	1	6				
8	2	1	2	4	8	5	9			
9	9	8	9	7	12	1	8	18		
10	6	7	5	10	1	21	2	4	3	

Considere que cada km percorrido custa 0,1 €. Em cada um dos locais de entrega o entregador recebe uma gorjeta  $G_{jk}$ ,  $j=1\dots 10$ ,  $k=1\dots 10$ , conforme a ordem de chegada, de acordo com a tabela (em €):

Local	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Ordem</b>										
1º	1.2	2	0	2.3	0.5	5	0.2	1.5	2	1.8
2º	1	0.3	0.2	1.2	0.2	1	0.2	0	1	1.2
3º	0.5	1	2	0	2	0	1	2	3	4
4º	0.2	0.2	2	1	0.3	1.2	1.2	0.5	4	0.5
5º	2	0	0	4	0.2	2	1	2	3	3
6º	0.5	3	1.2	1.2	0.8	0.8	0.5	0.2	0.8	0.2
7º	0.8	0.8	0.8	0.2	0.8	0	1.2	0.8	1.2	4
8º	0.5	0.5	0.8	0.8	0.2	0.8	0.2	1.2	1	1.2
9º	0.8	0.8	0.8	0.5	0.8	0.8	0	0.8	1	0
10º	0	0.8	1.2	0.8	1.2	0.8	1.2	0.2	0	0.2

Por forma a maximizar o seu proveito o entregador pretende planear um caminho que lhe permita percorrer todos os locais de entrega gastando o menos possível em deslocações e recebendo o mais



- 2) Defina o modelo associado a essa técnica;
- 3) Induza um padrão a partir da técnica definida, apresentando todos os passos do treino.
- 4) Transforme o padrão em duas regras que caracterizem respectivamente uma cara triste e uma cara contente.

<b>Informática de Gestão</b>	<b>Inteligência Artificial 4º Ano</b>	<b>Teste de Avaliação</b>	<b>Época Normal</b>	<b>Duração 2/3 h</b>	<b>1 Jul 2002 2º Chamada</b>
------------------------------	---------------------------------------	---------------------------	---------------------	----------------------	------------------------------

## REGULAMENTO

### Exame parcial

Devem ser resolvidos os grupos II e III, tem 2 horas para a realização da prova.

### Exame completo

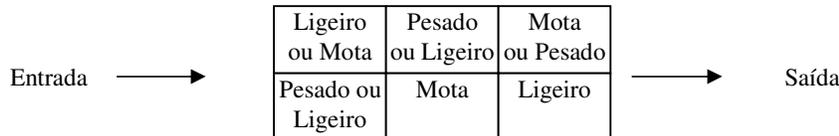
Devem ser resolvidos todos os grupos, tem 3 horas para a realização da prova. Neste caso é desconsiderada a nota obtida à primeira parte no teste.

### Regras

1. Deverá indicar na folha de teste se opta por exame parcial ou completo.
2. Se pretender desistir, deverá indicá-lo na folha do teste.
3. Só poderá abandonar a sala 30 min após o início da prova.
4. Não serão tiradas dúvidas durante a prova.
5. Não serão permitidas saídas momentâneas da sala (casa de banho, fumar etc.).
6. Deverá responder aos vários grupos em folhas separadas.
7. Não é permitida consulta. Só deverá ter na secretária o material mínimo necessário: identificação, folhas de teste (distribuídas pelo docente vigilante), lápis/caneta e calculadora.

## I

Um ferry-boat pode transportar no seu tabuleiro de carga 6 veículos de tipos distintos conforme é ilustrado na figura seguinte:



Perante este problema pretende-se desenvolver um Sistema Baseado em Conhecimento que possibilite, perante um conjunto de 6 veículos, indicar qual a sequência de entrada no barco por forma a que todos possam ser transportados (respeitando os tipos de veículos permitidos em cada lugar). Nesse sentido:

- a) De entre as formas de representar conhecimento estudadas, indique aquela que considera mais adequada ao problema;
- b) Represente o conhecimento envolvido neste problema;
- c) Desenvolva um sistema de inferência que permita resolver o problema para qualquer sequência de 6 veículos;
- d) Diga como colocar a questão ao sistema para o seguinte conjunto de veículos:

1 Ligeiro;  
2 Pesados;  
3 Motas.

## II

O bloco de apontamentos de um detective continha as seguintes declarações acerca de um caso:

*O Sr. Silva era gordo estava casado com a D. Maria, tinha um negócio desonesto e tinha estado no local do crime uma vez pelo que concluo que é suspeito;*

*A menina Filomena era magra, solteira e não tinha estado no local do crime pelo que concluo que não é suspeita;*

*O Eng. Lopes era magro, casado, honesto e esteve no local do crime três vezes pelo que concluo que não é suspeito;*

*A D. Carlota, uma outra suspeita, era casada, gorda, e tinha tendências desonestas, tinha estado duas vezes no local do crime;*

*O menino Jorge não era suspeito, era um alcoólico, honesto, tinha uma figura elegante e nunca tinha conseguido casar.*

A partir destas anotações pretende-se induzir um padrão que permita, de uma forma automática, reconhecer um suspeito a partir do valor de alguns atributos.

Perante este problema:

- a) Identifique os atributos que considera terem implicações com o facto de alguém ser ou não suspeito;
- b) Com base nesses atributos construa uma tabela onde deverá representar os exemplos supracitados, não dê relevo aos casos de superlativação e quantificarão;
- c) Uma das formas de induzir o padrão pretendido é utilizando um Sistema de Classificação. Com esse objectivo:
  - 1) Indique uma forma de codificar os classificadores e codifique os exemplos apresentados em 5 classificadores distintos, atribua o valor 100 a cada um deles e calcule a sua especificidade. A este conjunto acrescente um classificador cuja especificidade seja igual a 0, o valor igual a 90 e a acção igual a 1;
  - 2) Indique qual seria a resposta do sistema (suspeito ou não suspeito) se à entrada for apresentada uma mensagem correspondente à seguinte questão:

*O Sr. X é gordo, casado, honesto e esteve 12 vezes no local do crime.*

- 3) Proceda à execução de um ciclo de vida do subsistema de distribuição de créditos;

### PARAMETROS DE CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO

Parâmetro	Valor
n – tamanho da população	6
k – tamanho da lista de mensagens	1
$\rho$ - recompensa do ambiente	10
$\beta$ - parte do valor para licitação	0.1
Tvida - taxa de sobrevivência	0.1
Tlanço - taxa de licitação	0.1
Tag - periodicidade do algoritmo genético	100
pm - probabilidade de mutação	0.03
pc - probabilidade de cruzamento	1
npurif - tamanho da população de purificação	4
fpurif - factor de purificação	3
$\sigma$ - desvio padrão para o noise	0.075

Valores de noise  $n(\sigma)$  para  $\sigma=0.075$ :

-0.085 -0.095 0.059 0.039 -0.022 0.105 -0.069 -0.200

Tabela de números aleatórios:

N		N		N		N		N		N		N		N		N		N	
1	0,1	11	0,1	21	0,8	31	0,8	41	0,5	51	0,6	61	0,8	71	0,1	81	0,5	91	0,1
2	0,7	12	0,5	22	0,1	32	0,6	42	0,1	52	0,4	62	0,7	72	0,9	82	0,8	92	0
3	0,3	13	0,3	23	0,1	33	0,3	43	0,6	53	0,5	63	0,4	73	0,3	83	0,3	93	0,5
4	0,8	14	0,9	24	0,6	34	0,6	44	0,7	54	0,4	64	0,9	74	0,1	84	0,5	94	0,3
5	0,4	15	0,6	25	0,1	35	0,7	45	0,5	55	0,7	65	0,9	75	0,3	85	0,4	95	0,9
6	0,5	16	0,1	26	0,5	36	0,7	46	0,9	56	0,4	66	0,2	76	0,4	86	0,3	96	0,7
7	0,2	17	0,6	27	0,1	37	0,6	47	0,7	57	0,9	67	0	77	0,2	87	0,6	97	0,3
8	0,1	18	0,5	28	0,6	38	0,2	48	0,1	58	0,4	68	0	78	0,6	88	0,7	98	0,5
9	0,4	19	0,3	29	0,2	39	0,6	49	0,5	59	0,6	69	0,1	79	0,1	89	0,6	99	0,1
10	0	20	0,1	30	0,1	40	0,6	50	0,2	60	0,8	70	0,4	80	0,8	90	0	100	0

### III

Relativamente ao problema do grupo II e como alternativa à aplicação de um Sistema de Classificação, considere uma Rede Neuronal baseada em *perceptrons* com os pesos  $W_{ij} = 0.1$  e um factor de aprendizagem  $\eta = 0.3$ .

- Desenhe e configure a rede;
- Efectue o treino da rede durante uma época apresentando todos os cálculos.
- Utilizando esta rede indique se o Sr. X é um suspeito:

*O Sr. X é gordo, casado, honesto e esteve 12 vezes no local do crime.*

## REGULAMENTO

**Regras**

1. Deverá indicar na folha de teste se opta por exame parcial ou completo.
2. Se pretender desistir, deverá indicá-lo na folha do teste.
3. Só poderá abandonar a sala 30 min após o início da prova.
4. Não serão tiradas dúvidas durante a prova.
5. Não serão permitidas saídas momentâneas da sala (casa de banho, fumar etc.).
6. Deverá responder aos vários grupos em folhas separadas.
7. Não é permitida consulta. Só deverá ter na secretária o material mínimo necessário: identificação, folhas de teste (distribuídas pelo docente vigilante), lápis/caneta e calculadora.

### I

O sistema de negociação de uma Bolsa de Valores baseia-se numa filosofia de oferta e procura de títulos (ou acções) onde os investidores podem, através de ordens, vender e comprar acções negociando um preço ou aceitando a cotação instantânea. Num determinado momento é possível encontrar a seguinte situação:

#### ORDENS BOLSISTAS

Ordem	Investidor	Transacção	Quantidade de Acções	Acções	Preço
1	X	Comprar	1000	A	Máximo 4 €
2	Y	Vender	500	A	Mínimo 3.8 €
3	Z	Comprar	200	B	Ao melhor
4	X	Vender	200	B	Ao melhor
5	Y	Comprar	500	A	Máximo 3.5 €

#### COTAÇÕES INSTANTÂNEAS

Acção	Preço
A	3.9 €
B	2 €

#### PROCESSAMENTO DAS ORDENS

Ordem	Transacção	Quantidade de Acções	Acções	Preço	Explicação
1	Compra	500	A	3.8 €	Neste momento a oferta (ordem 2) é de apenas 500 ao preço de 3.8 que não ultrapassa os 4 € fixados como máximo.
2	Venda	500	A	3.8 €	Este lote foi vendido para a ordem 1 uma vez que a quantidade era menor que o pedido e o preço inferior ao estipulado.
3	Compra	200	B	2 €	Satisfeita com a ordem 4
4	Venda	200	B	2 €	Satisfeita com a ordem 3
5					Não satisfeita

Após o processamento das ordens completa-se um ciclo da negociação e a situação das ordens bolsistas corresponde a:

#### ORDENS BOLSISTAS

Ordem	Investidor	Transacção	Quantidade de Acções	Acções	Preço
1	X	Comprar	500	A	Máximo 4 €
5	Y	Comprar	500	A	Máximo 3.5 €

Utilizando uma abordagem orientada aos padrões, pretende-se desenvolver um sistema de conhecimento que possibilite:

- Manter uma base de dados com informação acerca das ordens bolsistas e das cotações instantâneas das acções;
- Aceitar e inserir na base de dados novas ordens bolsistas;
- Processar as ordens bolsistas inseridas na base de dados.

Para tal fim:

- c) Indique uma forma de representar os padrões na base de dados;
- d) Construa os módulos orientados ao padrão que permitam implementar os requisitos funcionais acima enumerados.
- e) Construa os módulos orientados ao padrão que permitam detectar fraudes e especulações. Considera-se uma fraude sempre que existir um a ordem de venda de um título com um preço abaixo de metade da cotação instantânea desse mesmo título. Por outro lado considera-se especulação sempre que existir uma ordem de compra de compra com um preço definido superior em 20% da cotação instantânea do título.
- f) Proceda às alterações necessárias para incluir nas ordens bolsistas (compras e vendas) o período de validade (em dias) e construa os módulos orientados ao padrão que considere necessários para remover as ordens cujo prazo expirou.

## II

Uma cadeia de unidades hoteleiras pretende, no âmbito de uma política de CRM, levar a cabo uma campanha de marketing directo junto dos seus clientes habituais. Nesta campanha pretende promover um cartão de férias lançado recentemente e ao qual já aderiram bastantes dos seus clientes. Para esse efeito possui uma base de dados com informação sobre os clientes que aderiram ao cartão:

Licenciado	Remuneração	Nacionalidade
Sim	<1000 €	Portugal
Sim	>= 1000 €	Estrangeiro
Não	>= 1000 €	Portugal
Não	>= 1000 €	Estrangeiro

Utilizando a técnica de aprendizagem automática que considere mais adequada pretende-se que:

- a) Induza um padrão representativo do perfil dos clientes do cartão de férias;
- b) Avalie o padrão tendo em consideração o conjunto de teste:

Licenciado	Remuneração	Nacionalidade
Sim	>=1000 €	Portugal
Sim	< 1000 €	Estrangeiro
Sim	>= 1000 €	Estrangeiro
Não	< 1000 €	Estrangeiro

- c) Aplique o padrão aos seguintes clientes e indique quais os deles é que deverão ser contactados na campanha:

Cliente	Licenciado	Remuneração	Nacionalidade
12	Não	<1000 €	Portugal
1000	Não	>= 1000 €	Estrangeiro
560	Não	>= 1000 €	Portugal
700	Não	< 1000 €	Portugal

Nota: para aplicação da técnica de aprendizagem arbitre valores para os parâmetros associados.

### III

Com o objectivo de estudar em pormenor os clientes da cadeia referida no grupo II, os gestores pretendem desenvolver um projecto de *data mining* com o objectivo de segmentar os clientes que aderiram ao cartão em três grupos distintos. Para esse efeito:

- a) Indique a técnica de aprendizagem automática mais indicada, apresente o modelo associado e defina valores para os seus parâmetros;
- b) Aplique a técnica indicada na alínea anterior e obtenha um padrão;
- c) Proceda à segmentação dos clientes utilizando o padrão obtido na alínea anterior.

## REGULAMENTO

### Regras

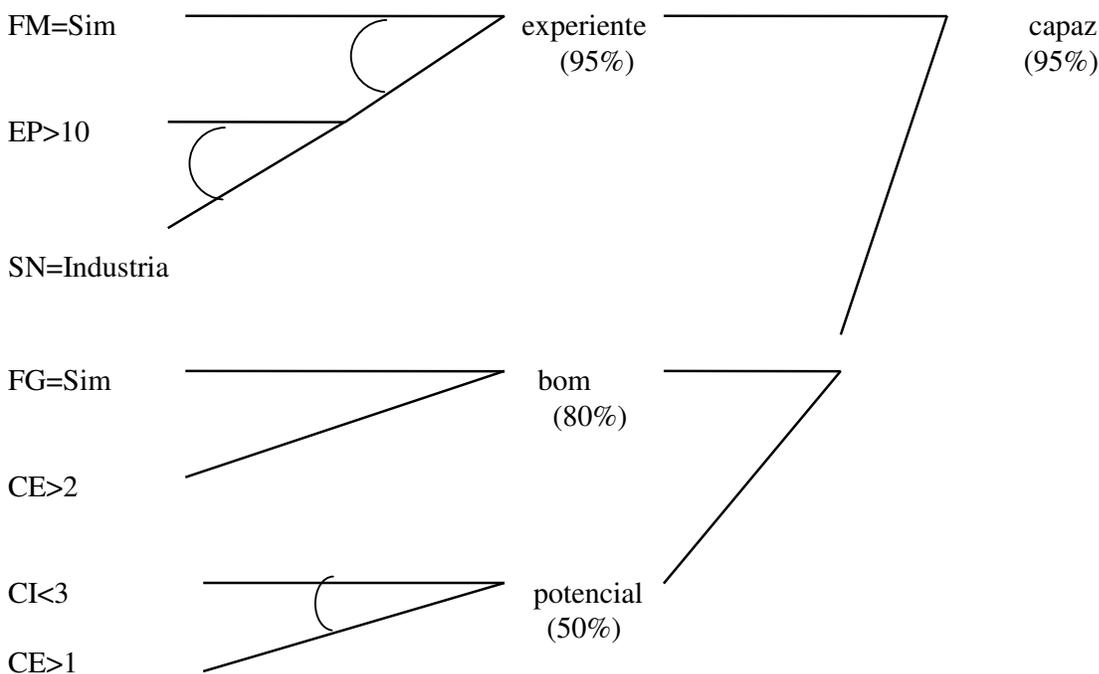
1. Deverá indicar na folha de teste se opta por exame parcial ou completo.
2. Se pretender desistir, deverá indicá-lo na folha do teste.
3. Só poderá abandonar a sala 30 min após o início da prova.
4. Não serão tiradas dúvidas durante a prova.
5. Não serão permitidas saídas momentâneas da sala (casa de banho, fumar etc.).
6. Deverá responder aos vários grupos em folhas separadas.
7. Não é permitida consulta. Só deverá ter na secretária o material mínimo necessário: identificação, folhas de teste (distribuídas pelo docente vigilante), lápis/caneta e calculadora.

### I

Numa empresa de empregos, cada candidato a um cargo administrativo é analisado à luz de um conjunto de regras que ditam a sua capacidade para esse cargo. Para formalização do pedido de candidatura são necessárias, entre outras, as seguintes informações:

- Formação em Matemática FM
- Formação em Gestão FG
- Sector de Negócios SN
- Experiência Profissional EP
- Coeficiente Inteligência CI
- Coeficiente Emocional CE

O processo de decisão pode ser descrito através da seguinte rede de inferência:



Onde os valores entre parêntesis correspondem ao grau de confiança associado à conclusão.

- e) Represente o conhecimento inerente ao processo de decisão acerca da capacidade profissional.
- f) Desenvolva um sistema de inferência que permita a partir dos dados de um candidato, indicar se este terá capacidade para um cargo de gestão e com que grau de confiança. Este sistema deverá justificar as respostas apresentadas.

## II

Pretende-se mimetizar o comportamento de um circuito electrónico composto por 5 entradas e 2 saídas, cujo funcionamento se desconhece. Para esse fim deverá utilizar um sistema de aprendizagem baseado na programação genética. Como conjunto de treino considere uma série de 5 testes nos quais se alimentou o circuito com várias correntes eléctricas e se mediu a saída correspondente, conforme ilustrado na seguinte tabela:

<i>Teste</i>	Entrada 1	Entrada 2	Entrada 3	Entrada 4	Entrada 5	Saída 1	Saída 2
1	0	1	1	0	0	1	0
2	1	0	1	0	0	1	1
3	0	1	0	1	1	0	0
4	1	0	1	0	0	0	1
5	0	1	1	0	0	1	0

- n) Indique uma forma de codificar os classificadores.
- o) Inicialize a população de classificadores. Atribua o valor 8 a cada um deles e calcule a sua especificidade.
- p) Proceda a um ciclo de vida completo do sistema (utilize os parâmetros e números aleatórios disponibilizados mais abaixo). Apresente todos os cálculos.

Parâmetro	Valor
n – tamanho da população	3
k – tamanho da lista de mensagens	1
$\rho$ - recompensa do ambiente	2
$\beta$ - parte do valor para licitação	0.1
Tvida - taxa de sobrevivência	0.1
Tlanço - taxa de licitação	0.1
Tag - periodicidade do algoritmo genético	10
pm - probabilidade de mutação	0.02
pc - probabilidade de cruzamento	1
npurif - tamanho da população de purificação	2
fpurif - factor de purificação	2
$\sigma$ - desvio padrão para o noise	0.075

Valores de noise  $n(\sigma)$  para  $\sigma=0.075$ :

-0.085 -0.095 0.059 0.039 -0.022 0.105 -0.069 -0.200

Tabela de números aleatórios:

N		N		N		N		N		N		N		N		N		N	
1	0,1	11	0,1	21	0,8	31	0,8	41	0,5	51	0,6	61	0,8	71	0,1	81	0,5	91	0,1
2	0,7	12	0,5	22	0,1	32	0,6	42	0,1	52	0,4	62	0,7	72	0,9	82	0,8	92	0
3	0,3	13	0,3	23	0,1	33	0,3	43	0,6	53	0,5	63	0,4	73	0,3	83	0,3	93	0,5
4	0,8	14	0,9	24	0,6	34	0,6	44	0,7	54	0,4	64	0,9	74	0,1	84	0,5	94	0,3
5	0,4	15	0,6	25	0,1	35	0,7	45	0,5	55	0,7	65	0,9	75	0,3	85	0,4	95	0,9
6	0,5	16	0,1	26	0,5	36	0,7	46	0,9	56	0,4	66	0,2	76	0,4	86	0,3	96	0,7
7	0,2	17	0,6	27	0,1	37	0,6	47	0,7	57	0,9	67	0	77	0,2	87	0,6	97	0,3
8	0,1	18	0,5	28	0,6	38	0,2	48	0,1	58	0,4	68	0	78	0,6	88	0,7	98	0,5
9	0,4	19	0,3	29	0,2	39	0,6	49	0,5	59	0,6	69	0,1	79	0,1	89	0,6	99	0,1
10	0	20	0,1	30	0,1	40	0,6	50	0,2	60	0,8	70	0,4	80	0,8	90	0	100	0

### III

Considere a caracterização de um conjunto de clientes de um banco que contraíram empréstimo para aquisição de carro:

Débito	Mensalidade	Idade	Remuneração	Segmento (cluster)
<1000	>200	<30	>250	1
>1000 <5000	<200	>30	<250	2
>5000	>200	>30 < 50	<250	1
>1000 <5000	<200	>30 < 50	>250	2
>5000	>200	<30	<250	1
>1000 <5000	<200	>30 < 50	>250	2

Com o objectivo de classificar futuros clientes em segmentos (“clusters”) pretende-se que utilize a técnica de aprendizagem automática que lhe pareça mais adequada para induzir um padrão que permita, a partir dos dados sobre débito, mensalidade, idade e remuneração, prever qual será o seu segmento.

- e) Identifique e caracterize a técnica mais indicada;
- f) Induza um padrão e apresente-o;
- g) Aplique o padrão ao seguinte caso: Débito=3400, Mensalidade=140, Idade=22, Remuneração=180. Qual é o segmento indicado para este cliente?
- h) Proceda a um estudo sobre a validade do padrão induzido.

### REGULAMENTO

1. Se pretender desistir, deverá indicá-lo na folha do teste.
2. Só poderá abandonar a sala 30 min. após o início da prova.
3. Não serão tiradas dúvidas durante a prova.
4. Não serão permitidas saídas momentâneas da sala (casa de banho, fumar etc.).
5. Deverá responder aos vários grupos em folhas separadas.
6. Não é permitida consulta. Só deverá ter na secretária o material mínimo necessário: identificação, folhas de teste (distribuídas pelo docente vigilante), lápis/caneta e calculadora.

### I

Em países onde o número de partidos políticos que se apresentam a sufrágio é muito elevado (na ordem das dezenas), a tarefa dos eleitores torna-se bastante complexa. Para facilitar a selecção de partidos é possível construir um sistema pericial com base no conhecimento extraído de um inquérito realizado:

Tendência	Voto Anterior	Região	Habilitações	Profissão	Nº de Filhos	Religião	Partido a Propor
Socialista	B	Norte	Licenciatura	Empresário	0	X	A (90%)
Democrata	C	Sul	12º	F. Pública	2	Y	B (80%)
Marxista	A	Norte	Mínima	Empresário	1	Z	C (30%)
Nazi	D	Centro	Licenciatura	Ensino	0	X	D (20%)
Monarca	F	Sul	Mínima	Médico	2	Z	F (90%)

A partir da caracterização do perfil de um eleitor utilizando os campos da tabela anterior (Tendência, Voto Anterior, Região, Habilitações, Profissão, Nº de Filhos e Religião) pretende-se propor qual é o partido mais apropriado (A, ..., F) assim como o grau de validade da proposta (em percentagem).

Para viabilizar a construção deste sistema pericial:

- a) Represente o conhecimento apresentado na tabela, expresso em termos de um dos formalismos estudados;
- b) Desenvolva o sistema de inferência que permita orientar os eleitores assim como justificar a sua indicação;

## II

A legislação rodoviária a aplicar pelos agentes de segurança e fiscalização aos automobilistas e aos veículos, está associada às características destes. Neste contexto considere a existência das seguintes leis ou regras:

Tipo de Veículo	Regras
Ligeiro	Lotação máxima 5 passageiros Comprimento máximo 6 metros Periodicidade de vistoria 4 anos
Pesado	Carga máxima 1 tonelada Lotação máxima 3 passageiros Periodicidade de vistoria 2 anos
Motociclo	Velocidade máxima 80 Km/h
Todos	Velocidade máxima 102 Km/h Documentação legal composta por livrete e registo de propriedade Periodicidade de vistoria 3 anos

Relativamente aos condutores considere a seguinte legislação aplicável

Característica	Valores legais
Idade	Superior a 18
Documentação legal	Bilhete de Identidade e Carta de Condução

Como exemplo considere os seguintes casos:

- A Maria tem um Opel Corsa (Ligeiro) com 3,7 metros de comprimento e tem 30 anos de idade;
- O António tem um Fiat (Pesado) e tem 40 anos de idade;
- O José tem uma mota Honda e tem 17 anos de idade.

Com o objectivo de criar um Sistema de Conhecimento pretende-se que, de entre os formalismos de representação de conhecimento estudados, selecione aquele que entenda adequar-se melhor ao problema.

Nesse sentido:

- a) Indique o formalismo de representação seleccionado;
- b) Represente o conhecimento apresentado utilizando esse formalismo através de asserções da lógica de predicados;
- c) Desenvolva o sistema de inferência;
- d) Indique como colocar as questões:
  - 1) Qual a velocidade máxima a que pode transitar o José?
  - 2) Qual a lotação máxima do carro Maria?
  - 3) Qual o comprimento máximo de um Opel Corsa?
  - 4) Qual a carga máxima que o António pode transportar?
  - 5) Que carro possui a Maria?
  - 6) Qual o comprimento do carro do António?
  - 7) Qual a legislação a aplicar a um ligeiro?
  - 8) Qual a periodicidade de vistoria da mota Honda?

### III

As empresas de leilões de automóveis permitem escoar os automóveis usados que as *rent-a-car* e outras empresas possuem. O objectivo deste negócio é vender aos comerciantes de automóveis, pela melhor oferta, os veículos semi-novos pertencentes a frotas em renovação. Neste processo, cada carro é caracterizado por um número de código, pela identificação do vendedor e por um preço base de licitação. Os compradores licitam (oferecem) indicando a sua identificação, um valor e qual o código do carro que pretendem negociar. O carro é vendido ao comerciante que fizer a primeira oferta 20% acima do valor base.

Por forma a automatizar este sistema pretende-se que utilize uma abordagem orientada por padrões para:

- Manter uma base de dados com informação acerca dos automóveis a leiloar;
- Aceitar e inserir na base de dados licitações;
- Animar o leilão.

Para tal fim:

- g) Indique uma forma de representar os padrões na base de dados;
- h) Construa os módulos orientados ao padrão que permitam implementar os requisitos funcionais acima enumerados.
- i) Construa os módulos orientados ao padrão que permitam identificar carros para os quais foram feitas licitações mas que não foram vendidos (não surgiu nenhuma licitação 20% acima do valor base);
- j) Construa os módulos orientados ao padrão que permitam detectar situações fraudulentas em que o vendedor é o mesmo que o comprador.

## REGULAMENTO

**Exame parcial**

Devem ser resolvidos os grupos II e III, tem 2 horas para a realização da prova.

**Exame completo**

Devem ser resolvidos todos os grupos, tem 3 horas para a realização da prova. Neste caso é desconsiderada a nota obtida à primeira parte no teste.

**Regras**

1. Deverá indicar na folha de teste se opta por exame parcial ou completo.
2. Se pretender desistir, deverá indicá-lo na folha do teste.
3. Só poderá abandonar a sala 30 min após o início da prova.
4. Não serão tiradas dúvidas durante a prova.
5. Não serão permitidas saídas momentâneas da sala (casa de banho, fumar etc.).
6. Deverá responder aos vários grupos em folhas separadas.
7. Não é permitida consulta. Só deverá ter na secretária o material mínimo necessário: identificação, folhas de teste (distribuídas pelo docente vigilante), lápis/caneta e calculadora.

### I

A ideia subjacente a uma bolsa de energia eléctrica é idêntica à que está associada a uma bolsa de valores (por exemplo a bolsa de Lisboa). Neste tipo de bolsas os fornecedores de energia propõem a venda de uma determinada quantidade de energia e um preço mínimo por unidade de consumo. Por seu turno, os clientes licitam a compra de energia e oferecem um valor máximo que estão dispostos a pagar. No meio deste processo existem as entidades de transporte de energia que vendem serviço de transporte. Desta forma um cliente adquire energia eléctrica contratando simultaneamente com o vendedor de energia e com o transportador. Tome para exemplo os casos descritos nas Tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1 – Ofertas dos Vendedores de energia.

Vendedor	Energia Disponível	Preço por unidade de Consumo	Local de origem
V1	1500	10	Portugal
V2	4000	6	França
V3	2000	9	Alemanha

Tabela 2 – Ofertas dos Transportadores de energia.

Transportador	Origem	Destino	Preço por unidade de consumo
T1	Portugal	França	1
T2	Espanha	Alemanha	2
T3	Alemanha	Portugal	1

Tabela 3 – Ofertas dos Clientes de energia.

Cliente	Quantidade de energia pretendida	Preço máximo oferecido por unidade de consumo	País onde consome a energia
C1	300	10	Portugal
C2	200	3	Espanha

Neste exemplo o cliente C1 adquire a energia ao fornecedor V3 e contrata o transporte ao transportador T3. Após este contrato o fornecedor V3 passa a ter uma energia disponível de  $2000-300=1700$ .

Perante este problema desenvolva:

- a) Uma forma de representar o conhecimento envolvido;
- b) Um sistema de inferência que permita dar resposta aos requisitos do problema, i.e., permita animar o processo de licitação e venda energia assim como de contratação de transporte;
- c) Uma forma de evitar que um cliente de um determinado país adquira energia nesse mesmo país;
- d) Uma forma de permitir a rescisão de contratos (reestabelecendo as condições existentes antes do contrato ao nível do fornecedor).

## II

**Uma empresa da área da segurança possui uma volumosa base de dados de clientes contendo informações diversas, assim como as ocorrências de assaltos (Tabela 1). Com base nestes casos pretende-se determinar a tendência ou padrão dos assaltos por forma a poder prever que clientes, daqueles que não foram assaltados, poderão vir a ser assaltados. Este procedimento poderá servir para reforçar a segurança destes clientes contribuindo assim para a diminuição da taxa de incidência de assaltos aos seus clientes.**

Tabela 1 – Clientes da Empresa.

Cliente	Local	Haveres	Modo de Vida	Assaltado
1	Urbano	Pouco valiosos	Irregular	Sim
2	Rural	Pouco valiosos	Regular	Não
3	Rural	Muito valiosos	Regular	Sim
4	Rural	Pouco valiosos	Irregular	Não
5	Urbano	Muito valiosos	Irregular	Sim
6	Urbano	Muito valiosos	Irregular	Sim
7	Urbano	Muito valiosos	Irregular	Não
8	Urbano	Muito valiosos	Irregular	Não

- a) Utilizando uma das técnicas de aprendizagem automática estudadas, induza um padrão que permita identificar os clientes que têm probabilidade de ser assaltados. Indique a técnica utilizada, todos os cálculos e a instanciação de parâmetros.
- b) Determine a validade do padrão descoberto na alínea anterior;
- c) Indique que clientes deverão ter a sua segurança reforçada.

### III

Um dos problemas associados ao Campeonato de Futebol a realizar em 2004 prende-se com o processo de distribuição das equipas pelas várias cidades envolvidas. Considerando que o evento se desenrola em 5 cidades designadas por  $C \in \{1, \dots, 5\}$ , e que existem 5 equipas identificados por  $E \in \{a, b, c, d, e\}$ , pretende-se otimizar a atribuição das equipas às cidades por forma a diminuir os custos de deslocação (Tabela 1) e estadia (Tabela 2).

Tabela 1 – Custos de deslocação (Unidades Monetárias).

	1	2	3	4	5
a	10	20	30	10	50
b	20	10	40	30	10
c	40	50	20	30	10
d	50	10	10	50	50
e	10	20	50	30	20

Tabela 2 – Custos de Estadia (Unidades Monetárias).

	1	2	3	4	5
a	40	10	30	10	50
b	10	40	20	30	50
c	30	10	40	20	30
d	10	50	10	40	20
e	20	30	40	10	40

Para resolver este problema aplique um programa evolutivo que tome como população inicial um conjunto de 4 soluções nas quais à cidade 1 faça corresponder a equipa a, à cidade 2 a equipa b, e assim sucessivamente, até à cidade 5 onde ficará a equipa e. Deverá utilizar o operador de cruzamento de ponto único (*one-point crossover*) e quanto ao operador da mutação deverá considerar a seguinte função:

$$mut(a_i) = \begin{cases} permuta(a_i, a_{i+1}) & se \ i < n \\ a_i & se \ i = n \end{cases}$$

onde  $a_i$  corresponde a um gene de um cromossoma na forma  $a_1 a_2 \dots a_n$ .  $permuta(a, b)$  corresponde à permuta entre o gene a e b. Considere ainda a seguinte tabela de números aleatórios:

N		N		N		N		N		N		N		N		N		N	
1	0,1	11	0,1	21	0,8	31	0,8	41	0,5	51	0,6	61	0,8	71	0,1	81	0,5	91	0,1
2	0,7	12	0,5	22	0,1	32	0,6	42	0,1	52	0,4	62	0,7	72	0,9	82	0,8	92	0
3	0,3	13	0,3	23	0,1	33	0,3	43	0,6	53	0,5	63	0,4	73	0,3	83	0,3	93	0,5
4	0,8	14	0,9	24	0,6	34	0,6	44	0,7	54	0,4	64	0,9	74	0,1	84	0,5	94	0,3
5	0,4	15	0,6	25	0,1	35	0,7	45	0,5	55	0,7	65	0,9	75	0,3	85	0,4	95	0,9
6	0,5	16	0,1	26	0,5	36	0,7	46	0,9	56	0,4	66	0,2	76	0,4	86	0,3	96	0,7
7	0,2	17	0,6	27	0,1	37	0,6	47	0,7	57	0,9	67	0	77	0,2	87	0,6	97	0,3
8	0,1	18	0,5	28	0,6	38	0,2	48	0,1	58	0,4	68	0	78	0,6	88	0,7	98	0,5
9	0,4	19	0,3	29	0,2	39	0,6	49	0,5	59	0,6	69	0,1	79	0,1	89	0,6	99	0,1
10	0	20	0,1	30	0,1	40	0,6	50	0,2	60	0,8	70	0,4	80	0,8	90	0	100	0

- Desenvolva uma função de avaliação que considere adequada para o problema;
- Execute uma iteração deste programa evolutivo, com uma probabilidade de mutação igual a 0.6 e uma probabilidade cruzamento igual a 1.

c) Indique qual a melhor solução encontrada. Justifique.

## REGULAMENTO

**Exame parcial**

Devem ser resolvidos os grupos II e III, tem 2 horas para a realização da prova.

**Exame completo**

Devem ser resolvidos todos os grupos, tem 3 horas para a realização da prova. Neste caso é desconsiderada a nota obtida à primeira parte no teste.

**Regras**

1. Deverá indicar na folha de teste se opta por exame parcial ou completo.
2. Se pretender desistir, deverá indicá-lo na folha do teste.
3. Só poderá abandonar a sala 30 min após o início da prova.
4. Não serão tiradas dúvidas durante a prova.
5. Não serão permitidas saídas momentâneas da sala (casa de banho, fumar etc.).
6. Deverá responder aos vários grupos em folhas separadas.
7. Não é permitida consulta. Só deverá ter na secretária o material mínimo necessário: identificação, folhas de teste (distribuídas pelo docente vigilante), lápis/caneta e calculadora.

### I

Um *market place* envolve um conjunto de entidades que se pode resumir a: clientes, fornecedores, produtos e transacções. Nesta perspectiva pretende-se criar um sistema de conhecimento que permita:

- armazenar todo o conhecimento acerca destas entidades e suas relações;
- inferir esse conhecimento por forma a conhecer uma dada propriedade correspondente a uma entidade (inclui o mecanismo de herança).

Por forma a criar esta estrutura indica-se a caracterização de cada uma das entidades:

Entidade	Propriedades	Tipo	Significado e valores
Cliente	Nome	String	Nome do cliente
	Localidade	String	Localidade da sede
	Volume de Compras	Real	Total de compras s/ IVA
	Modo Pagamento	String	Modo de pagamento (Por defeito é Pronto Pagamento)
Fornecedor	Nome	String	Nome do fornecedor
	Localidade	String	Local da sede
	Volume de Vendas	Real	Total de vendas s/ IVA
	Férias	String	Mês em fecha para férias (Por defeito é Setembro)
Produto	Designação	String	Designação comercial do produto
	Preço	Real	Preço s/ IVA
	Iva	Real	Taxa de IVA a que está sujeito (Por defeito é o Escalão inferior)
Transacção	Cliente	String	Nome do cliente
	Fornecedor	String	Nome do fornecedor
	Data	Data	Data da transacção
	Produto	String	Designação do produto
	Quantidade	Real	Quantidade transaccionada
	Preço	Real	Preço unitário s/ IVA

Considere os seguintes casos:

#### Clientes

Nome	Localidade	Volume Compras	Modo Pagamento
C1	Braga	10000 €	30 Dias
C2	Guimarães	15000 €	

#### Produtos

Designação	Preço	Iva
P1	50 €	Escalão Superior
P2	100 €	Escalão Médio
P3	200 €	

#### Fornecedores

Nome	Localidade	Volume Vendas	Férias
F1	Madrid	200000 €	Agosto
F2	Lisboa	300000 €	

#### Esclaões de Iva

Escalão	Valor
Superior	19 %
Médio	12 %
Inferior	5 %

### Transacções

Cliente	Fornecedor	Data	Produto	Quantidade	Preço
C1	F2	1 Jun 2003	P2	10	100 €
C1	F1	1 Mai 2003	P1	100	40 €
C2	F2	1 Jan 2003	P3	3	180 €

Pretende-se para este problema que:

- a) Identifique o formalismo mais adequado à representação do conhecimento envolvido;
- b) Represente os casos apresentados, utilizando asserções da lógica de predicados;
- c) Desenvolva o sistema de inferência que satisfaça os requisitos apresentados;
- d) Indique como colocar as seguintes questões ao sistema de inferência desenvolvido:
  1. Qual a designação do produto P1;
  2. Qual o volume de vendas do fornecedor F1;
  3. Qual a percentagem de IVA a que está sujeito o produto P3;
  4. O nome de um cliente que compra o produto P1;
  5. O nome de um fornecedor que vende o produto P2;
  6. Qual o mês de férias do fornecedor F2;
  7. Qual o modo de pagamento associado ao cliente C2.
- e) Introduza alterações por forma a permitir indicar o preço de um produto com IVA incluído;
- f) Introduza alterações por forma a calcular o valor total associado a uma transacção (preço \* quantidade).

### II

Uma empresa de telecomunicações tenciona explorar o negócio de SMS a partir de telefones fixos. Para tal realizou um inquérito a um sub-conjunto dos seus clientes com o objectivo de induzir um padrão associado ao perfil de aderente ao serviço, com base os seguintes atributos:

Idade do Cliente  $\in \{<30, \geq 30\}$ ;  
 Estuda  $\in \{\text{Sim}, \text{Não}\}$ ;  
 Empregado  $\in \{\text{Sim}, \text{Não}\}$ .

O padrão assim obtido corresponde a uma rede neuronal artificial por retropropagação caracterizada da seguinte forma:

Topologia	4 unidades na camada de entrada 2 unidades na camada intermédia 1 unidade na camada de saída
Pesos associados aos ramos que conectam a camada de entrada à camada intermédia	W101=0.1 W111=-0.05 W121=0.02 W131=0.0 W141=0.03
Pesos associados aos ramos que conectam a camada intermédia à camada de saída	W211=-0.01 W221=0.03

Pretende-se perante estes resultados, que:

- a) Desenhe a rede;
- b) Aplique o padrão (materializado na rede) ao seguinte conjunto de clientes por forma a identificar aqueles que irão aderir ao SMS:

Código de Cliente	Idade	Estuda	Empregado
1	<30	Sim	Não
2	$\geq 30$	Sim	Sim

3	<30	Não	Não
4	≥30	Não	Sim

c) Calcule os erros cometidos na camada de saída para o cliente 4 da tabela anterior.

### III

Para o problema do grupo II é possível utilizar um Sistema de Classificação. Nesse sentido considere a seguinte população de classificadores:

Condição	Acção	Valor
010	1	10
#1#	0	14
111	0	5
000	1	7
10#	0	3
110	0	9
0#0	0	1
1##	1	2
101	1	10
##0	0	13

Aplice o Sistema de Classificação ao mesmo conjunto de clientes apresentado no grupo anterior, considerando os parâmetros abaixo apresentados, e indique que clientes são apontados pelo sistema como aderentes ao SMS fixo.

Parâmetro	Valor
n – tamanho da população	10
k – tamanho da lista de mensagens	1
$\rho$ - recompensa do ambiente	2
$\beta$ - parte do valor para licitação	0.1
Tvida - taxa de sobrevivência	0.1
Tlanço - taxa de licitação	0.1
Tag - periodicidade do algoritmo genético	3
pm - probabilidade de mutação	0.02
pc - probabilidade de cruzamento	0.8
npurif - tamanho da população de purificação	2
fpurif - factor de purificação	2
$\sigma$ - desvio padrão para o noise	0.075

Valores de noise  $n(\sigma)$  (utilizar por linha):

-0.085 -0.095 0.059 0.039 -0.022 0.105 -0.069 -0.200 -0.075 -0.085 0.049 0.029 -0.012  
-0.045 -0.055 0.089 0.029 -0.021 0.10 -0.062 -0.202 -0.072 -0.087 0.043 0.021 -0.002

N		N		N		N		N		N		N		N		N		N	
1	0,1	11	0,1	21	0,8	31	0,8	41	0,5	51	0,6	61	0,8	71	0,1	81	0,5	91	0,1
2	0,7	12	0,5	22	0,1	32	0,6	42	0,1	52	0,4	62	0,7	72	0,9	82	0,8	92	0
3	0,3	13	0,3	23	0,1	33	0,3	43	0,6	53	0,5	63	0,4	73	0,3	83	0,3	93	0,5
4	0,8	14	0,9	24	0,6	34	0,6	44	0,7	54	0,4	64	0,9	74	0,1	84	0,5	94	0,3
5	0,4	15	0,6	25	0,1	35	0,7	45	0,5	55	0,7	65	0,9	75	0,3	85	0,4	95	0,9
6	0,5	16	0,1	26	0,5	36	0,7	46	0,9	56	0,4	66	0,2	76	0,4	86	0,3	96	0,7
7	0,2	17	0,6	27	0,1	37	0,6	47	0,7	57	0,9	67	0	77	0,2	87	0,6	97	0,3
8	0,1	18	0,5	28	0,6	38	0,2	48	0,1	58	0,4	68	0	78	0,6	88	0,7	98	0,5
9	0,4	19	0,3	29	0,2	39	0,6	49	0,5	59	0,6	69	0,1	79	0,1	89	0,6	99	0,1

10	0	20	0,1	30	0,1	40	0,6	50	0,2	60	0,8	70	0,4	80	0,8	90	0	100	0
<b>Informática de Gestão</b>				<b>Inteligência Artificial 4º Ano</b>				<b>Teste de Avaliação</b>		<b>Época Recurso</b>		<b>Duração 2/2.5 h</b>		<b>23 Jul 2003</b>					

## REGULAMENTO

### Exame parcial

Devem ser resolvidos os grupos II e III, tem 2 horas para a realização da prova.

### Exame completo

Devem ser resolvidos todos os grupos, tem 2 horas e 30 minutos para a realização da prova. Neste caso é desconsiderada a nota obtida à primeira parte no teste.

### Regras

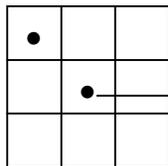
1. Deverá indicar na folha de teste se opta por exame parcial ou completo.
2. Se pretender desistir, deverá indicá-lo na folha do teste.
3. Só poderá abandonar a sala 30 min após o início da prova.
4. Não serão tiradas dúvidas durante a prova.
5. Não serão permitidas saídas momentâneas da sala (casa de banho, fumar etc.).
6. Deverá responder aos vários grupos em folhas separadas.
7. Não é permitida consulta. Só deverá ter na secretária o material mínimo necessário: identificação, folhas de teste (distribuídas pelo docente vigilante), lápis/caneta e calculadora.

## I

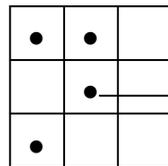
*VIDA* é um jogo individual que é jogado numa grelha de células quadradas. Num dado instante, uma célula pode estar no estado vivo ou morto. O padrão de comportamento das células é determinado pelas seguintes regras:

1. Se uma célula está viva, continuará viva se estiver rodeada por exactamente 2 ou 3 células vivas. Noutro caso passará ao estado morto.
2. Se uma célula está morta, passará ao estado vivo se estiver rodeada por exactamente 3 células vivas. Noutro caso permanecerá morta.

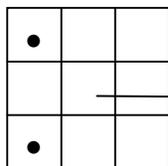
Considere os quatro exemplos seguintes com uma grelha de 3x3 células e como referência a célula na posição central (as células com • estão vivas, as restantes estão mortas):



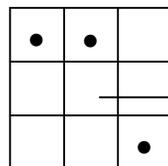
→ Passa para o estado morto



→ Permanece no estado vivo



→ Permanece no estado morto



→ Passa para o estado vivo

Represente o conhecimento que está associado ao jogo *VIDA*, ao nível:

- Do estado do jogo (considere a grelha 3x3).
- Das transições de estado possíveis, descritas pelas regras 1 e 2, utilizando uma abordagem orientada por padrões (tome como referência apenas a célula na posição central).
- Construa um padrão que termine o jogo quando detectar que todas as células se encontram no estado morto.

## II

Por aplicação do algoritmo ID3 foi induzida a árvore de decisão que se apresenta na Figura 1 e que permite classificar os clientes de um banco relativamente à sua adesão ao PPR. A partir desta estrutura pretende-se:

- Refazer a base de dados que lhe deu origem;
- Efectuar a poda.

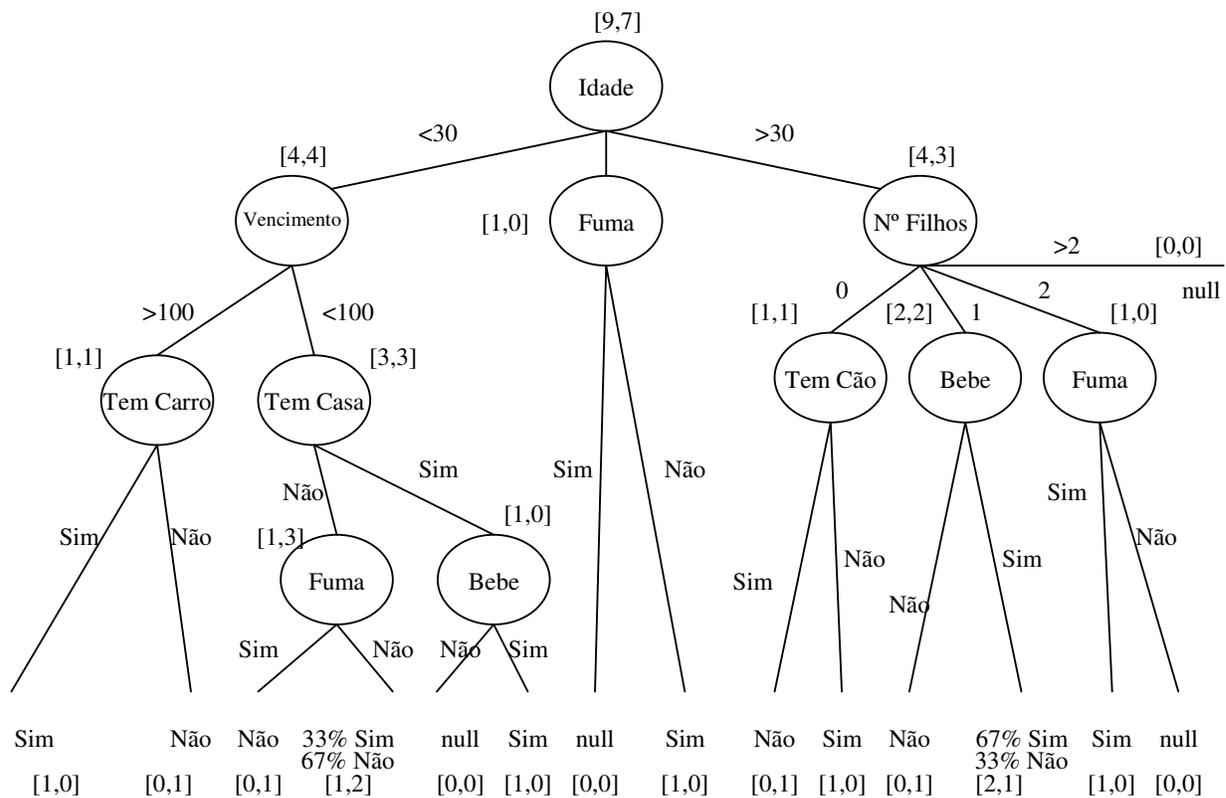


Figura 1 – Árvore de Decisão.

## III

Perante o problema enunciado no grupo II:

- Resolva-o recorrendo a uma Rede Neuronal Artificial do tipo *perceptron*.

- a) Desenhe a rede;
  - b) Treine a rede durante uma época;
- ii) Compare o desempenho da Rede Neuronal Artificial com aquele que é conseguido pela Árvore de Decisão (considere que o conjunto de treino coincide com o conjunto de teste).

## REGULAMENTO

### Regras

1. Deverá indicar na folha de teste se opta por exame parcial ou completo.
2. Se pretender desistir, deverá indicá-lo na folha do teste.
3. Só poderá abandonar a sala 30 min após o início da prova.
4. Não serão tiradas dúvidas durante a prova.
5. Não serão permitidas saídas momentâneas da sala (casa de banho, fumar etc.).
6. Deverá responder aos vários grupos em folhas separadas.
7. Não é permitida consulta. Só deverá ter na secretária o material mínimo necessário: identificação, folhas de teste (distribuídas pelo docente vigilante), lápis/caneta e calculadora.

### I

Considere um jogo baseado num tabuleiro de 3x3 células onde são colocados algarismos de 1 a 9 de uma forma aleatória. O objectivo do jogo é dispor os algarismos de uma forma ordenada crescente colocando o 1 na célula (1,1), o 3 na célula (1,3) e por adiante até o 9 na célula (3,3). Para movimentar os algarismos entre células deve obedecer-se à regra: só se podem permutar algarismos que estejam em células adjacentes e cuja diferença de valores seja inferior a 3.

Apresenta-se de seguida um exemplo de um estado inicial do jogo e do estado final:

Estado Inicial

1	9	4
3	7	8
6	5	2

Estado Final

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Perante este problema pretende-se que indique uma forma de:

- i) Representar os estados do jogo.
- j) Representar as transições possíveis entre os estados. Sumarie da melhor forma essas transições.
- k) Procurar um plano de transições que permitam evoluir de um estado inicial até qualquer estado final (sistema de inferência).
- l) Animar o processo para um jogo cujo estado inicial é o seguinte:

9	1	4
7	3	8
5	6	2

### II

Considere o problema de otimizar a distribuição de pontos de Multibanco numa cidade. Assumindo que a cidade está estruturada em bairros e que a cada um destes estão associados dois índices:

$SAT(q)$  - que mede a satisfação dos clientes no bairro  $q$ ;

$CUST(q)$  - que corresponde ao custo de manter o posto no bairro  $q$ .

Admita a existência de 5 bairros e de 3 postos Multibanco. Os valores associados aos índices apresentados são dados pela Tabela 1.

Quartirão ( $q$ )	$SAT(q) \in [0, 100]$	$CUST(q) \in [1, 10]$
1	20	3
2	50	5
3	90	10
4	30	8
5	80	2

Tabela 1 - valores de SAT e CUST.

Utilizando uma abordagem genética pretende-se resolver o problema de alocar os 3 postos de Multibanco. Para tal:

- i) indique como representar as soluções do problema (através de cromossomas e genes);
- ii) construa uma função de avaliação adequada ao problema;
- iii) itere o algoritmo genético por forma a encontrar a população de cromossomas  $P(1)$ , assumindo uma população  $P(0)$  de cardinalidade 4, uma probabilidade de cruzamento igual a 80%, uma probabilidade de mutação igual a 0.2 e os números aleatórios disponibilizados na Tabela 2;
- iv) faça a eleição e interpretação da melhor solução encontrada.

N		N		N		N		N		N		N		N		N		N	
1	0,1	11	0,1	21	0,8	31	0,8	41	0,5	51	0,6	61	0,8	71	0,1	81	0,5	91	0,1
2	0,7	12	0,5	22	0,1	32	0,6	42	0,1	52	0,4	62	0,7	72	0,9	82	0,8	92	0
3	0,3	13	0,3	23	0,1	33	0,3	43	0,6	53	0,5	63	0,4	73	0,3	83	0,3	93	0,5
4	0,8	14	0,9	24	0,6	34	0,6	44	0,7	54	0,4	64	0,9	74	0,1	84	0,5	94	0,3
5	0,4	15	0,6	25	0,1	35	0,7	45	0,5	55	0,7	65	0,9	75	0,3	85	0,4	95	0,9
6	0,5	16	0,1	26	0,5	36	0,7	46	0,9	56	0,4	66	0,2	76	0,4	86	0,3	96	0,7
7	0,2	17	0,6	27	0,1	37	0,6	47	0,7	57	0,9	67	0	77	0,2	87	0,6	97	0,3
8	0,1	18	0,5	28	0,6	38	0,2	48	0,1	58	0,4	68	0	78	0,6	88	0,7	98	0,5
9	0,4	19	0,3	29	0,2	39	0,6	49	0,5	59	0,6	69	0,1	79	0,1	89	0,6	99	0,1
10	0	20	0,1	30	0,1	40	0,6	50	0,2	60	0,8	70	0,4	80	0,8	90	0	100	0

Tabela 2 – Números aleatórios.

### III

Um investigador, interessado em descobrir uma expressão matemática que lhe permitisse calcular o peso a partir do qual uma barra metálica se partia, realizou uma série de experiências com barras de diferente espessura e comprimentos, conforme os dados da Tabela 3.

<b>Espessura (cm)</b> ∈ {1,2,3}	<b>Comprimento (cm)</b> ∈ {20, 50, 100}	<b>Peso de rotura (Kg)</b> ∈ {<50, =50, >50}
1	100	50
3	50	400
3	20	30
2	50	1500

Por forma a ajudar o investigador no seu objectivo pretende-se através de uma abordagem de descoberta de conhecimento em bases de dados que:

- i) Indique uma técnica de aprendizagem automática adequada;
- ii) Aplique a técnica por forma a obter um padrão;
- iii) Transforme o padrão obtido num conjunto de regras do tipo *se...então*.