



UNIDADE CURRICULAR: Raciocínio e Representação do Conhecimento

CÓDIGO: 21097

DOCENTE(s): Joaquim Neto

ANO LETIVO: 2025/2026

Notas Prévias:

A entrega do relatório com respostas detalhadas às questões deve ser feita no recurso e-fólio A da sua turma.

Descontos: Detecção de fraude (total ou parcial): 100%

Normas a respeitar:

Deve ser entregue um relatório em formato PDF, usando como base o documento “Folha de resolução” disponibilizado. Na folha de resolução deve constar o enunciado de cada pergunta, todos os cálculos devidamente fundamentados e todas as opções adotadas na sua resolução.

A resposta a cada questão deve respeitar o tipo de resolução solicitada no respetivo enunciado, sendo avaliadas também: a compreensão do enunciado; a clareza das respostas; e a apresentação e formatação do documento.

Não são aceites entregas fora da plataforma Moodle.

Cotação: A cotação do e-fólio é a seguinte:

1. Pergunta 1 (1,9v)

- a. 0,2v
- b. 0,3v
- c. 0,4v
- d. 0,4v
- e. 0,4v
- f. 0,2v

2. Pergunta 2 (0,3v)

3. Pergunta 3 (1,8v)

- a. 0,4v
- b. 0,3v
- c. 0,4v
- d. 0,3v
- e. 0,4v

TRABALHO / ENUNCIADO:

Pergunta 1

Um hospital utiliza um **sistema especialista baseado em lógica proposicional** para apoiar o diagnóstico médico. O sistema utiliza regras médicas para inferir conclusões a partir de sintomas e resultados de exames.

Considere o seguinte **caso clínico**.

Um paciente chega ao hospital apresentando **(F)ebre** e sinais de **(I)nfeção**. O sistema especialista possui o seguinte conhecimento médico:

- Quando um paciente apresenta **(F)ebre** e **(I)nfeção**, o organismo ativa uma **(R)eação imunitária**.
- Quando existe **(R)eação imunitária**, um **(E)xame de sangue positivo** indica a presença de **(L)inflamação**.
- Pacientes com **(I)nfeção** tendem a apresentar **(E)xame de sangue positivo**.
- A presença de **(L)inflamação** indica que existe **(D)oença ativa** e que o paciente necessita de **(T)ratamento**.
- Sempre que existe **(D)oença ativa**, o paciente necessita de **(T)ratamento**.
- Quando um paciente necessita de **(T)ratamento**, deve iniciar **(M)edicação**.

Sabe-se ainda que, neste caso, o paciente apresenta **(F)ebre** e **(I)nfeção**.

Responda às seguintes questões

a) Definição das proposições (0,2v)

Escolha símbolos proposicionais adequados para representar as afirmações relevantes do problema. Pode utilizar as iniciais sugeridas no enunciado (por exemplo **(F)ebre**, **(I)nfeção**, etc.).

Apresente uma tabela com os símbolos proposicionais e seus significados.

Resolução

Símbolo	Significado
F	O paciente tem febre
I	O paciente tem infeção
R	O paciente apresenta reação imunitária
E	O exame de sangue é positivo
L	O paciente apresenta inflamação
D	O paciente tem doença ativa
T	O paciente necessita de tratamento
M	O paciente deve iniciar medicação

b) Formalização da Base de Conhecimento (0,4v)

Utilizando os símbolos definidos na alínea anterior, escreva em **lógica proposicional**:

- todas as **regras médicas do sistema especialista**
- os **factos observados no paciente**

Resolução

Regra (texto)	Símbolo lógico
Se há febre e infeção, então há reação imunitária	$(F \wedge I) \Rightarrow R$
Se há reação imunitária, então exame positivo implica inflamação	$R \Rightarrow (E \Rightarrow L)$ ou $(R \wedge E) \Rightarrow L$
Se há infeção, então exame positivo	$I \Rightarrow E$
Se há inflamação, então há doença ativa e tratamento+	$L \Rightarrow (D \wedge T)$
Se há doença ativa, então há tratamento	$D \Rightarrow T$
Se há tratamento, então há medicação	$T \Rightarrow M$
Factos	Símbolo lógico
O paciente tem febre	F
O paciente tem infeção	I

c) Inferência utilizando apenas as regras de inferência Modus Ponens e AND-elimination. (0,4v)

Demonstre que o sistema especialista conclui que o paciente deve **iniciar medicação**.

Apresente **todos os passos da prova**.

Resolução

	KB	Justificação
1	$F \wedge I \Rightarrow R$	
2	$R \Rightarrow (E \Rightarrow L)$	
3	$I \Rightarrow E$	
4	$L \Rightarrow (D \wedge T)$	
5	$D \Rightarrow T$	
6	$T \Rightarrow M$	
	Factos	
7	F	
8	I	
	Inferência	
9	R	Modus Ponens (7,8 e 1)
10	$E \Rightarrow L$	Modus Ponens (9 e 2)
11	E	Modus Ponens (8 e 3)
12	L	Modus Ponens (10 e 11)
13	$D \wedge T$	Modus Ponens (12 e 4)
14	T	And Elimination (13)
15	M	Modus Ponens (14 e 6)
Logo, o paciente deve iniciar medicação		

d) Prova utilizando a regra de inferência Resolução (0,4v)

Converta para **Forma Normal Conjuntiva (CNF)** as fórmulas da base de conhecimento (**regras médicas do sistema especialista e os factos observados no paciente**)

Utilize a **regra de inferência Resolução** para demonstrar que o sistema especialista que o paciente deve **iniciar medicação**.

Apresente **todas as cláusulas geradas durante o processo**.

Resolução

Conversão para CNF

	KB		
1	$F \wedge I \Rightarrow R$		
2	$R \Rightarrow (E \Rightarrow L)$		
3	$I \Rightarrow E$		
4	$L \Rightarrow (D \wedge T)$		
5	$D \Rightarrow T$		
6	$T \Rightarrow M$		
	Factos		
7	F		
8	I		
	CNF		
	Cláusulas	Justificação	Regras aplicadas
9	$(\neg F \vee \neg I \vee R)$	De 1: $(F \wedge I) \Rightarrow R \Leftrightarrow \neg(F \wedge I) \vee R$ $\Leftrightarrow \neg F \vee \neg I \vee R$	Eliminação de implicação e De Morgan
10	$(\neg R \vee \neg E \vee L)$	De 2: $\neg R \vee (E \Rightarrow L) \Leftrightarrow \neg R \vee (\neg E \vee L)$	Eliminação da implicação
11	$(\neg I \vee E)$	De 3: $\neg I \vee E$	Eliminação da implicação
12	$(\neg L \vee D)$	De 4: $\neg L \vee (D \wedge T) \Leftrightarrow (\neg L \vee D) \wedge (\neg L \vee T)$	Eliminação da implicação; distributiva
13	$(\neg L \vee T)$		
14	$(\neg D \vee T)$	De 5: $\neg D \vee T$	Eliminação da implicação
15	$(\neg T \vee M)$	De 6: $\neg T \vee M$	Eliminação da implicação
16	F		
17	I		
	Aplicação de Regra de Inferência Resolução		
18	$\neg M$	Refutação	Deve acrescentar-se à KB a negação do que se quer provar
19	$\neg T$	Resolução (18, 15)	$\neg M$ com $(\neg T \vee M)$, resolve p/ M
20	$\neg L$	Resolução (19, 13)	$\neg T$ com $(\neg L \vee T)$, resolve p/ $\neg L$
21	$(\neg R \vee \neg E)$	Resolução (20, 10)	$\neg L$ com $(\neg R \vee \neg E \vee L)$, resolve p/ $(\neg R \vee \neg E)$
22	$(\neg I \vee R)$	Resolução (16, 9)	F com $(\neg F \vee \neg I \vee R)$, resolve p/ $(\neg I \vee R)$
23	R	Resolução (22, 17)	$(\neg I \vee R)$ com I, resolve p/ R
24	$\neg E$	Resolução (23, 21)	R com $(\neg R \vee \neg E)$, resolve p/ $\neg E$
25	E	Resolução (17, 11)	I com $(\neg I \vee E)$, resolve p/ E
26	{ }	Resolução (24, 25)	$\neg E$ com E, resolve p/ { }
Como obtivemos a cláusula vazia conclui-se que M é uma consequência lógica da base de conhecimento, i.e que o sistema especialista permite inferir que o paciente deve iniciar medicação			

e) Verificação de satisfatibilidade com DPLL (0,4v)

Considere o conjunto de **cláusulas em Forma Normal Conjuntiva (CNF)**, referente apenas à **base de conhecimento sistema médico (regras médicas do sistema especialista)**, obtido na alínea anterior.

Utilize o **algoritmo DPLL** para determinar se a **base de conhecimento do sistema médico é satisfazível** e

Resolução

Vamos considerar a correspondência:

D	E	F	I	L	M	R	T
1	2	3	4	5	6	7	8

Como se pretende verificar se o sistema márico é satisfazível, não se consideram os factos.

Cláusulas	
$(\neg F \vee \neg I \vee R)$	{-3, -4, 7}
$(\neg R \vee \neg E \vee L)$	{-7, -2, 5}
$(\neg I \vee E)$	{-4, 2}
$(\neg L \vee D)$	{-5, 1}
$(\neg L \vee T)$	{-5, 8}
$(\neg D \vee T)$	{-1, 8}
$(\neg T \vee M)$	{-8, 6}

$CNF = \{-3, -4, 7\}, \{-7, -2, 5\}, \{-4, 2\}, \{-5, 1\}, \{-5, 8\}, \{-1, 8\}, \{-8, 6\}$

Passo	Justificação	T	CNF
1		$T = \{\}$	$CNF = \{-3, -4, 7\}, \{-7, -2, 5\}, \{-4, 2\}, \{-5, 1\}, \{-5, 8\}, \{-1, 8\}, \{-8, 6\}$
2	LiteralP(-4)	$T = \{-4\}$	$CNF = \{-7, -2, 5\}, \{-5, 1\}, \{-5, 8\}, \{-1, 8\}, \{-8, 6\}$
3	LiteralP(-7)	$T = \{-4, -7\}$	$CNF = \{-5, 1\}, \{-5, 8\}, \{-1, 8\}, \{-8, 6\}$
4	LiteralP(6)	$T = \{-4, -7, 6\}$	$CNF = \{-5, 1\}, \{-5, 8\}, \{-1, 8\}$
5	LiteralP(-5)	$T = \{-4, -7, 6, -5\}$	$CNF = \{-1, 8\}$
6	LiteralP(8)	$T = \{-4, -7, 6, -5, 8\}$	$CNF = \{\}$
7			SAT

Notas:

1. Em cada passo foram removidas as cláusulas que contêm o literal puro.
2. Sublinhado a amarelo os literais puros em cada passo.

O Conjunto de cláusulas é satisfazível, com as seguintes atribuições aos literais:

D	E	F	I	L	M	R	T
1	2	3	4	5	6	7	8
True or False	True or False	True or False	False	False	True	False	True

Assim, a **base de conhecimento do sistema médico é satisfazível**.

f) Explique as **limitações do sistema especialista** baseado em lógica proposicional. (0,2v)

Resolução

Um sistema especialista baseado em lógica proposicional apresenta várias limitações significativas, sobretudo quando aplicado a domínios complexos como o diagnóstico médico. Em primeiro lugar, a lógica proposicional é pouco expressiva, pois não permite representar relações entre objetos nem utilizar quantificadores, o que dificulta a modelação de conhecimento mais geral e estruturado. Cada facto tem de ser representado de forma isolada, tornando a base de conhecimento menos flexível e mais difícil de escalar.

Além disso, este tipo de sistema não consegue lidar com incerteza, uma vez que trabalha apenas com valores de verdade binários (verdadeiro ou falso). No contexto médico, onde os diagnósticos são frequentemente probabilísticos e baseados em evidência incompleta, esta limitação torna-se particularmente relevante. O sistema também depende fortemente da disponibilidade de factos completos; na ausência de informação suficiente, pode não conseguir inferir qualquer conclusão, mesmo quando essa conclusão seria plausível na prática.

Outra limitação importante prende-se com a eficiência computacional. À medida que o número de variáveis e regras aumenta, o espaço de procura cresce exponencialmente, podendo tornar algoritmos como o DPLL menos eficientes. Para além disso, a manutenção da base de conhecimento é complexa, pois a introdução de novas regras pode gerar inconsistências difíceis de detetar.

Por fim, a lógica proposicional não distingue entre correlação e causalidade e não possui qualquer mecanismo de aprendizagem, dependendo inteiramente de regras previamente definidas por especialistas. Assim, embora seja útil para problemas simples e bem definidos, revela-se insuficiente para aplicações reais mais exigentes, onde são necessárias representações mais ricas e métodos capazes de lidar com incerteza e aprendizagem.

Pergunta 2: (calcule o unificador mais geral)

Suponha que tem que unificar as seguintes expressões:

- $Q(f(v, g(x, y)), h(z, k(y, x)), m(p(x, z), y))$
- $Q(f(A, g(w, u)), h(v, k(u, w)), m(p(w, t), B))$

Calcule o unificador mais geral.

Resolução:

Pilha 1	Pilha 2	Substituição	
$Q(f(v, g(x, y)), h(z, k(y, x)), m(p(x, z), y))$	$Q(f(A, g(w, u)), h(v, k(u, w)), m(p(w, t), B))$	$\{\}$	Q tem 3 parâmetros
$f(v, g(x, y)), h(z, k(y, x)), m(p(x, z), y)$	$f(A, g(w, u)), h(v, k(u, w)), m(p(w, t), B)$	$\{\}$	Começa-se pelo 1º parâmetro função f
$v, g(x, y), h(z, k(y, x)), m(p(x, z), y)$	$A, g(w, u), h(v, k(u, w)), m(p(w, t), B)$	$\{v/A\}$	Substitui-se v por A e propaga-se Seleciona-se a função g para o passo seguinte
$x, y, h(z, k(y, x)), m(p(x, z), y)$	$w, u, h(A, k(u, w)), m(p(w, t), B)$	$\{v/A, x/w, y/u\}$	Substitui-se x por w, y por u e propaga-se. Seleciona-se a função h para o passo seguinte
$z, k(u, w), m(p(w, z), u)$	$A, k(u, w), m(p(w, t), B)$	$\{v/A, x/w, y/u, z/A\}$	Substitui-se z por A e propaga-se. A função k já é igual em ambas. Seleciona-se a função m para o passo seguinte
$p(w, A), u$	$p(w, t), B$	$\{v/A, x/w, y/u, z/A, t/A, u/B\}$	Substitui-se t por A, u por B
		$\{v/A, x/w, y/B, z/A, t/A, u/B\}$	Como $y \rightarrow u$ e $u \rightarrow B$ então $y \rightarrow B$

O MGU é: $\{v/A, x/w, y/B, z/A, t/A, u/B\}$

Pergunta 3: (Consiste nas 5 tarefas referidas abaixo)

Suponha que tem a seguinte base de conhecimento

- Todo médico que trabalha num hospital pode atender pacientes nesse hospital.
- Se um paciente está num hospital, então existe um médico nesse hospital que pode atendê-lo.
- Se um médico pode atender um paciente num hospital e esse paciente se encontra nesse hospital, então o médico atende o paciente nesse hospital.
- Se um médico atende um paciente, então o paciente recebe cuidados médicos.
- Se um paciente recebe cuidados médicos, então pode recuperar da doença.
- Se um médico é especialista numa área médica, então pode tratar doenças dessa área.
- Se um paciente tem uma doença e existe um médico especialista na área dessa doença, então esse paciente pode receber tratamento adequado.
- Se um paciente recebe tratamento adequado, então pode recuperar da doença.
- Para cada paciente, existe um hospital e existe um médico que o atende.

Considere ainda os seguintes factos:

1. O médico Carlos trabalha no hospital Central.
2. O médico Carlos é especialista em cardiologia.
3. A Ana é paciente.
4. A Ana está internada no hospital Central.
5. A Ana tem uma doença cardíaca.
6. A Doença cardíaca pertence à área de cardiologia.

Questões

1. Existe um médico que pode atender a Ana?
2. A Ana recebe cuidados médicos?

Considere os seguintes predicados:

7. Médico(x) – x é um médico
8. Paciente(x) – x é um paciente
9. Hospital(h) – h é um hospital
10. MedicoNoHospital(x,h) - o médico x trabalha no hospital h
11. NoHospital(x,h)– o paciente x está internado/presente no hospital h
12. Atende(x,y,h) – o médico x atende o paciente y no hospital h
13. PodeAtender(x,y,h) - médico x pode atender o paciente y no hospital h
14. RecebeCuidados(x) – o paciente x recebe cuidados médicos
15. Recupera(x) – o paciente x pode recuperar da doença
16. Especialista(x,a) – o médico x é especialista na área médica a
17. Doenca(x,d) – o paciente x tem a doença d
18. AreaMédica(d,a) – a doença d pertence à área médica a
19. Trata(x,y,d) - o médico x trata o paciente y da doença d
20. TratamentoAdequado(x) – o paciente x recebe tratamento adequado

Tarefas a desenvolver:

1. Converta esta informação para Lógica de 1ª Ordem;
2. Remova os quantificadores;
3. Deduza as respostas às questões, utilizando a regra de inferência Modus Ponens generalizada;
4. Converta o conhecimento para CNF;
5. Apresente as provas das duas questões, utilizando a regra de inferência Resolução.

a) Converta a base de conhecimento, os factos e as questões para Lógica de 1ª Ordem.

Resolução

Base de Conhecimento	
1	<p>Todo médico que trabalha num hospital pode atender pacientes nesse hospital</p> <p>$\forall x \forall h \forall y ((\text{MedicoNoHospital}(x,h) \wedge \text{Paciente}(y)) \rightarrow \text{PodeAtender}(x,y,h))$</p>
2	<p>Se um paciente está num hospital, então existe um médico nesse hospital que pode atendê-lo</p> <p>$\forall x \forall h ((\text{Paciente}(x) \wedge \text{NoHospital}(x,h)) \rightarrow \exists y (\text{MedicoNoHospital}(y,h) \wedge \text{PodeAtender}(y,x,h)))$</p>
3	<p>Se um médico pode atender um paciente num hospital e esse paciente se encontra nesse hospital, então o médico atende o paciente nesse hospital.</p> <p>$\forall x \forall y \forall h ((\text{Medico}(x) \wedge \text{Paciente}(y) \wedge \text{PodeAtender}(x,y,h) \wedge \text{NoHospital}(y,h)) \rightarrow \text{Atende}(x,y,h))$</p>
4	<p>Se um médico atende um p aciente, então o paciente recebe cuidados médicos</p> <p>$\forall x \forall y \forall h (\text{Médico}(x) \wedge \text{Paciente}(y) \wedge \text{Hospital}(h) \wedge \text{Atende}(x,y,h) \rightarrow \text{RecebeCuidados}(y))$</p>
5	<p>Se um paciente recebe cuidados médicos, então pode recuperar da doença</p> <p>$\forall x ((\text{Paciente}(x) \wedge \text{RecebeCuidados}(x)) \rightarrow \text{Recupera}(x))$</p>
6	<p>Se um médico é especialista numa área médica, então pode tratar doenças dessa área</p> <p>$\forall x \forall a \forall d \forall y ((\text{Medico}(x) \wedge \text{Especialista}(x,a) \wedge \text{AreaMedica}(d,a) \wedge \text{Doenca}(y,d)) \rightarrow \text{Trata}(x,y,d))$</p>
7	<p>Se um paciente tem uma doença e existe um médico especialista na área dessa doença, então esse paciente recebe tratamento adequado</p> <p>$\forall x \forall d ((\text{Paciente}(x) \wedge \text{Doenca}(x,d) \wedge \exists y \exists a (\text{Medico}(y) \wedge \text{Especialista}(y,a) \wedge \text{AreaMedica}(d,a))) \rightarrow \text{TratamentoAdequado}(x))$</p>
8	<p>Se um paciente recebe tratamento adequado, então pode recuperar da doença</p> <p>$\forall x ((\text{Paciente}(x) \wedge \text{TratamentoAdequado}(x)) \rightarrow \text{Recupera}(x))$</p>
9	<p>Para cada paciente, existe um hospital e existe um médico que o atende</p> <p>$\forall x (\text{Paciente}(x) \rightarrow \exists h \exists y (\text{Hospital}(h) \wedge \text{Medico}(y) \wedge \text{Atende}(y,x,h)))$</p>
Factos	
F1	<p>O médico Carlos trabalha no hospital Central</p> <p>$\text{Medico}(\text{Carlos})$ $\text{Hospital}(\text{Central})$ $\text{MedicoNoHospital}(\text{Carlos}, \text{Central})$</p>
F2	<p>O médico Carlos é especialista em cardiologia</p> <p>$\text{Especialista}(\text{Carlos}, \text{Cardiologia})$</p>
F3	<p>A Ana é paciente</p> <p>$\text{Paciente}(\text{Ana})$</p>
F4	<p>A Ana está no hospital Central</p> <p>$\text{NoHospital}(\text{Ana}, \text{Central})$</p>
F5	<p>A Ana tem uma doença cardíaca</p> <p>$\text{Doenca}(\text{Ana}, \text{Cardiaca})$</p>
F6	<p>A Doença cardíaca pertence à área de cardiologia</p> <p>$\text{AreaMedica}(\text{Cardiaca}, \text{Cardiologia})$</p>
Questões	
Q 1	<p>Existe um médico que pode atender a Ana?</p> <p>$\exists x \exists h (\text{Medico}(x) \wedge \text{PodeAtender}(x, \text{Ana}, h))$</p>
Q 2	<p>A Ana recebe cuidados médicos?</p> <p>$\text{RecebeCuidados}(\text{Ana})$</p>

b) Remova os quantificadores

Resolução

Vamos usar o Standardize apart (O AIMA refere *Standardize Variables (pág 319)*) na *eliminação dos quantificadores*, para evitar colisões durante a unificação e garantir independência entre cláusulas e evitar erros na inferência. Assim, para cada expressão FOL a variável passa a ter o índice do número da expressão (PVP3), i.e. $x_1, y_1 \dots$

Base de Conhecimento	
1	$\forall x \forall h \forall y ((\text{MedicoNoHospital}(x, h) \wedge \text{Paciente}(y)) \rightarrow \text{PodeAtender}(x, y, h))$ $(\text{MedicoNoHospital}(x_1, h_1) \wedge \text{Paciente}(y_1)) \rightarrow \text{PodeAtender}(x_1, y_1, h_1)$
2	$\forall x \forall h ((\text{Paciente}(x) \wedge \text{NoHospital}(x, h)) \rightarrow \exists y (\text{MedicoNoHospital}(y, h) \wedge \text{PodeAtender}(y, x, h)))$ $(\text{Paciente}(x_2) \wedge \text{NoHospital}(x_2, h_2)) \rightarrow (\text{MedicoNoHospital}(sk_2(x_2, h_2), h_2) \wedge \text{PodeAtender}(sk_2(x_2, h_2), x_2, h_2))$
3	$\forall x \forall y \forall h (\text{Medico}(x) \wedge \text{Paciente}(y) \wedge \text{PodeAtender}(x, y, h) \wedge \text{NoHospital}(y, h) \rightarrow \text{Atende}(x, y, h))$ $(\text{Medico}(x) \wedge \text{Paciente}(y) \wedge \text{PodeAtender}(x_3, y_3, h_3) \wedge \text{NoHospital}(y_3, h_3)) \rightarrow \text{Atende}(x_3, y_3, h_3)$
4	$\forall x \forall y \forall h (\text{Médico}(x) \wedge \text{Paciente}(y) \wedge \text{Hospital}(h) \wedge \text{Atende}(x, y, h) \rightarrow \text{RecebeCuidados}(y))$ $(\text{Médico}(x) \wedge \text{Paciente}(y) \wedge \text{Hospital}(h) \wedge \text{Atende}(x_4, y_4, h_4)) \rightarrow \text{RecebeCuidados}(y_4)$
5	$\forall x ((\text{Paciente}(x) \wedge \text{RecebeCuidados}(x)) \rightarrow \text{Recupera}(x))$ $(\text{Paciente}(x_5) \wedge \text{RecebeCuidados}(x_5)) \rightarrow \text{Recupera}(x_5)$
6	$\forall x \forall a \forall d \forall y ((\text{Medico}(x) \wedge \text{Especialista}(x, a) \wedge \text{AreaMedica}(d, a) \wedge \text{Doenca}(y, d)) \rightarrow \text{Trata}(x, y, d))$ $(\text{Medico}(x_6) \wedge \text{Especialista}(x_6, a_6) \wedge \text{AreaMedica}(d_6, a_6) \wedge \text{Doenca}(y_6, d_6)) \rightarrow \text{Trata}(x_6, y_6, d_6)$
7	<p>$\forall x \forall d ((\text{Paciente}(x) \wedge \text{Doenca}(x, d) \wedge \exists y \exists a (\text{Medico}(y) \wedge \text{Especialista}(y, a) \wedge \text{AreaMedica}(d, a))) \rightarrow \text{TratamentoAdequado}(x))$</p> <p>Como os quantificadores existências estão no antecedente não podem ser eliminados por skolemização direta. Os quantificadores existenciais são eliminados através da negação (dualidade), não sendo necessário introduzir funções de Skolem. Neste caso, procede-se do seguinte modo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Eliminar implicação $\forall x \forall d (\neg (\text{Paciente}(x) \wedge \text{Doenca}(x, d) \wedge \exists y \exists a (\text{Medico}(y) \wedge \text{Especialista}(y, a) \wedge \text{AreaMedica}(d, a)) \vee \text{TratamentoAdequado}(x))$ 2. Aplicar De Morgan $\forall x \forall d (\neg \text{Paciente}(x) \vee \neg \text{Doenca}(x, d) \vee \neg \exists y \exists a (\text{Medico}(y) \wedge \text{Especialista}(y, a) \wedge \text{AreaMedica}(d, a)) \vee \text{TratamentoAdequado}(x))$ 3. Eliminar existenciais (dualidade lógica) Usar a Regra $\neg \exists y \exists a (\Phi) \equiv \forall y \forall a (\neg \Phi)$ (exprime a dualidade entre quantificadores e negação na lógica de primeira ordem. Dizer “não existe nenhum y e nenhum a tais que Φ” significa exatamente o mesmo que dizer “para todo y e para todo a, Φ é falso”. Isto segue diretamente do significado semântico dos quantificadores: a negação de uma afirmação existencial (“há pelo menos um caso em que Φ é verdadeira”) é uma afirmação universal de negação (“em todos os casos, Φ é falsa”), e quando há quantificadores existenciais encadeados, a negação propaga-se trocando cada \exists por \forall e negando o predicado interno. Esta equivalência é um caso particular das leis de De Morgan para quantificadores e é fundamental para mover negações para dentro das fórmulas e eliminar existenciais em contextos como o antecedente de implicações.) $\forall x \forall d \forall y \forall a (\neg \text{Paciente}(x) \vee \neg \text{Doenca}(x, d) \vee \neg \text{Medico}(y) \vee \neg \text{Especialista}(y, a) \vee \neg \text{AreaMedica}(d, a) \vee \text{TratamentoAdequado}(x))$ <ol style="list-style-type: none"> 4. Voltar à implicação $\forall x \forall d \forall y \forall a ((\text{Paciente}(x) \wedge \text{Doenca}(x, d) \wedge \text{Medico}(y) \wedge \text{Especialista}(y, a) \wedge \text{AreaMedica}(d, a)) \rightarrow \text{TratamentoAdequado}(x))$ 5. Eliminar quantificadores universais $(\text{Paciente}(x_7) \wedge \text{Doenca}(x_7, d_7) \wedge \text{Medico}(y_7) \wedge \text{Especialista}(y_7, a_7) \wedge \text{ÁreaMédica}(d_7, a_7)) \rightarrow \text{TratamentoAdequado}(x_7)$
8	$\forall x ((\text{Paciente}(x) \wedge \text{TratamentoAdequado}(x)) \rightarrow \text{Recupera}(x))$ $(\text{Paciente}(x_8) \wedge \text{TratamentoAdequado}(x_8)) \rightarrow \text{Recupera}(x_8)$
9	$\forall x (\text{Paciente}(x) \rightarrow \exists h \exists y (\text{Hospital}(h) \wedge \text{Medico}(y) \wedge \text{Atende}(y, x, h)))$ $\text{Paciente}(x_9) \rightarrow (\text{Hospital}(skh_9(x_9)) \wedge \text{Medico}(sky_9(x_9)) \wedge \text{Atende}(sky_9(x_9), x_9, skh_8(x_9)))$
Factos	

	<p style="text-align: center;"> Medico(Carlos) Hospital(Central) MedicoNoHospital(Carlos, Central) Especialista(Carlos, Cardiologia) Paciente(Ana) NoHospital(Ana, Central) Doenca(Ana, Cardiaca) AreaMedica(Cardiaca, Cardiologia) </p>
	Questões
Q1	<p style="text-align: center;"> $\exists x \exists h (\text{Medico}(x) \wedge \text{PodeAtender}(x, \text{Ana}, h))$ $(\text{Medico}(\text{Skx9}) \wedge \text{PodeAtender}(\text{Skx9}, \text{Ana}, \text{Skh9}))$ </p>
Q2	<p style="text-align: center;"> RecebeCuidados(Ana) RecebeCuidados(Ana) </p>

c) Deduza as respostas às duas questões, utilizando a regra de inferência Modus Ponens generalizada.

RESOLUÇÃO

Questão 1: Existe um médico que pode atender a Ana?

Base de Conhecimento e Factos		
1		$(MedicoNoHospital(x1, h1) \wedge Paciente(y1)) \rightarrow PodeAtender(x1, y1, h1)$
2		$(Paciente(x2) \wedge NoHospital(x2, h2)) \rightarrow MedicoNoHospital(Sk2(x2, h2), h2) \wedge PodeAtender(sk2(x2, h2), x2, h2)$
3		$(Medico(x3) \wedge Paciente(y3) \wedge PodeAtender(x3, y3, h3) \wedge NoHospital(y3, h3)) \rightarrow Atende(x3, y3, h3)$
4		$(Médico(x4) \wedge Paciente(y4) \wedge Atende(x4, y4, h4)) \rightarrow RecebeCuidados(y4)$
5		$(Paciente(x5) \wedge RecebeCuidados(x5)) \rightarrow Recupera(x5)$
6		$(Medico(x6) \wedge Especialista(x6, a6) \wedge AreaMedica(d6, a6) \wedge Doenca(y6, d6)) \rightarrow Trata(x6, y6, d6)$
7		$((Paciente(x7) \wedge Doenca(x7, d7) \wedge Medico(y7) \wedge Especialista(y7, a7) \wedge ÁreaMédica(d7, a7)) \rightarrow TratamentoAdequado(x7)$
8		$(Paciente(x8) \wedge TratamentoAdequado(x8)) \rightarrow Recupera(x8)$
9		$Paciente(x9) \rightarrow (Hospital(skh9(x9)) \wedge Medico(sky9(x9)) \wedge Atende(sky9(x9), x9, skh9(x9)))$
Factos		
10		$Medico(Carlos)$
11		$Hospital(Central)$
12		$MedicoNoHospital(Carlos, Central)$
13		$Especialista(Carlos, Cardiologia)$
14		$Paciente(Ana)$
15		$NoHospital(Ana, Central)$
16		$Doenca(Ana, Cardiaca)$
17		$AreaMedica(Cardiaca, Cardiologia)$
Q1		$(Medico(Skx9) \wedge PodeAtender(Skx9, Ana, Skh9))$
Resolução da Questão 1		
18	De 1, 11 e 13 Substituindo {x1/Carlo, h1/Central, y1/Ana} E aplicando Modus Ponens (1, 11, 13)	$(MedicoNoHospital(x1, h1) \wedge Paciente(y1)) \rightarrow PodeAtender(x1, y1, h1)$ $(MedicoNoHospital(Carlos, Central) \wedge Paciente(Ana)) \rightarrow PodeAtender(Carlos, Ana, Central)$ 11 e 13 são factos, pelo que, aplicando Modus Ponens, obtém-se $PodeAtender(Carlos, Ana, Central),$
19	De Q1 Substituindo: {Skx9/Carlos; Skh9/Central} Então de 9 e 17	$(Medico(Carlos) \wedge PodeAtender(Carlos, Ana, Central))$ Como Médico(Carlos) é um facto E $PodeAtender(Carlos, Ana, Central)$ foi deduzida em 17 Conclui-se que a resposta à questão 1 é sim, Existe um médico que pode atender a Ana

RESOLUÇÃO

Questão 2: A Ana recebe cuidados médicos?

		Base de Conhecimento e Factos
1		$(MedicoNoHospital(x1, h1) \wedge Paciente(y1)) \rightarrow PodeAtender(x1, y1, h1)$
2		$(Paciente(x2) \wedge NoHospital(x2, h2)) \rightarrow MedicoNoHospital(Sk2(x2, h2), h2) \wedge PodeAtender(sk2(x2, h2), x2, h2)$
3		$(Medico(x3) \wedge Paciente(y3) \wedge PodeAtender(x3, y3, h3) \wedge NoHospital(y3, h3)) \rightarrow Atende(x3, y3, h3)$
4		$(Médico(x4) \wedge Paciente(y4) \wedge Atende(x4, y4, h4)) \rightarrow RecebeCuidados(y4)$
5		$(Paciente(x5) \wedge RecebeCuidados(x5)) \rightarrow Recupera(x5)$
6		$(Medico(x6) \wedge Especialista(x6, a6) \wedge AreaMedica(d6, a6) \wedge Doenca(y6, d6)) \rightarrow Trata(x6, y6, d6)$
7		$((Paciente(x7) \wedge Doenca(x7, d7) \wedge Medico(y7) \wedge Especialista(y7, a7) \wedge ÁreaMedica(d7, a7)) \rightarrow TratamentoAdequado(x7)$
8		$(Paciente(x8) \wedge TratamentoAdequado(x8)) \rightarrow Recupera(x8)$
9		$Paciente(x9) \rightarrow (Hospital(sk9(x9)) \wedge Medico(sky9(x9)) \wedge Atende(sky9(x9), x9, sk9(x9)))$
		Factos
10		$Medico(Carlos)$
11		$Hospital(Central)$
12		$MedicoNoHospital(Carlos, Central)$
13		$Especialista(Carlos, Cardiologia)$
14		$Paciente(Ana)$
15		$NoHospital(Ana, Central)$
16		$Doenca(Ana, Cardíaca)$
17		$AreaMedica(Cardíaca, Cardiologia)$
Q2		$RecebeCuidados(Ana)$
		Resolução da Questão2
17	$\{y4/Ana, x4/Carlos, h4/Central\}$	<p>Considerando a regra 4</p> $(Médico(x4) \wedge Paciente(y4) \wedge Atende(x4, y4, h4)) \rightarrow RecebeCuidados(y4)$ Como Médico(Carlos) e Paciente(Ana) temos de provar que: $Atende(Carlos, Ana, Central)$
18	Substituição: $\{x1/Carlos, h1/Central, y1/Ana\}$	<p>De 1, substituindo</p> $(MedicoNoHospital(Carlos, Central) \wedge Paciente(Ana)) \rightarrow PodeAtender(Carlos, Ana, Central)$
19	Modus Ponens (18,12,14)	<p>Os antecedentes são factos (12 e 14) Então por Modus Ponens Generalizado:</p>

		<i>PodeAtender(Carlos,Ana,Central)</i>
20	<p>Substituição: {x3/Carlos, y3/Ana, h3/Central}</p> <p>Modus Ponens (10,14, 3,19,15)</p>	<p><i>De 3, substituindo:</i> <i>(Medico(Carlos) \wedge Paciente (Ana) \wedge</i> <i>PodeAtender(Carlos,Ana,Central)\wedgeNoHospital(Ana,Central))\rightarrowAtende(Carlos,Ana,Central)</i></p> <p>O 1º e 2º antecedente são factos e o 3º antecedente foi deduzido em 19; o segundo antecedente é um facto (15)</p> <p>Então: <i>Então por Modus Ponens Generalizado, infere-se:</i> <i>Atende(Carlos,Ana,Central)</i></p>
18	<p>Substituindo: {x4/Carlos; y4/ana, h4/central}</p> <p>Modus Ponens (10,14,4,20)</p>	<p><i>Assim, de 4:</i> <i>Substituindo:</i> <i>(Médico(Carlos) \wedge Paciente (Ana) \wedge</i> <i>Atende(Carlos,Ana,Central))\rightarrowRecebeCuidados(Ana)</i></p> <p>O 3º antecedente foi deduzido em 20, os dois primeiros são factos.</p> <p>Então por Modus Ponens Generalizado, infere-se:</p> <p><i>RecebeCuidados(Ana)</i> <i>Conclui-se que a resposta à questão 2 é sim, A Ana recebe cuidados médicos.</i></p>

d) Converta a base de conhecimento, factos e questões para CNF.

	Justificação	Base de Conhecimento e Factos
1	Eliminação da implicação De Morgan	$(MedicoNoHospital(x1, h1) \wedge Paciente(y1)) \rightarrow PodeAtender(x1, y1, h1)$ $\neg (MedicoNoHospital(x1, h1) \wedge Paciente(y1)) \vee PodeAtender(x1, y1, h1)$ $\neg MedicoNoHospital(x1, h1) \vee \neg Paciente(y1) \vee PodeAtender(x1, y1, h1)$
2	Eliminação implicação De Morgan Distributiva Deu origem a duas cláusulas	$(Paciente(x2) \wedge NoHospital(x2, h2)) \rightarrow MedicoNoHospital(Sk2(x2, h2), h2) \wedge PodeAtender(sk2(x2, h2), x2, h2)$ $\neg (Paciente(x2) \wedge NoHospital(x2, h2)) \vee (MedicoNoHospital(Sk2(x2, h2), h2) \wedge PodeAtender(sk2(x2, h2), x2, h2))$ $(\neg Paciente(x2) \vee \neg NoHospital(x2, h2)) \vee (MedicoNoHospital(Sk2(x2, h2), h2) \wedge PodeAtender(sk2(x2, h2), x2, h2))$ $(\neg Paciente(x2) \vee \neg NoHospital(x2, h2) \vee MedicoNoHospital(Sk2(x2, h2), h2))$ \wedge $(\neg Paciente(x2) \vee \neg NoHospital(x2, h2) \vee PodeAtender(sk2(x2, h2), x2, h2))$
3	Eliminar Implicação De Morgan	$(Medico(x3) \wedge Paciente(y3) \wedge PodeAtender(x3, y3, h3) \wedge NoHospital(y3, h3)) \rightarrow Atende(x3, y3, h3)$ $\neg (Medico(x3) \wedge Paciente(y3) \wedge PodeAtender(x3, y3, h3) \wedge NoHospital(y3, h3)) \vee Atende(x3, y3, h3)$ $\neg Medico(x3) \vee \neg Paciente(y3) \vee \neg PodeAtender(x3, y3, h3) \vee \neg NoHospital(y3, h3) \vee Atende(x3, y3, h3)$
4	Eliminação da implicação De Morgan	$Medico(x3) \wedge Paciente(y3) \wedge Atende(x4, y4, h4) \rightarrow RecebeCuidados(y4)$ $\neg Medico(x3) \vee \neg Paciente(y3) \vee \neg Atende(x4, y4, h4) \vee RecebeCuidados(y4)$
5	Eliminação da implicação De Morgan	$(Paciente(x5) \wedge RecebeCuidados(x5)) \rightarrow Recupera(x5)$ $\neg (Paciente(x5) \wedge RecebeCuidados(x5)) \vee Recupera(x5)$ $\neg Paciente(x5) \vee \neg RecebeCuidados(x5) \vee Recupera(x5)$
6	Eliminação da implicação De Morgan	$(Medico(x6) \wedge Especialista(x6, a6) \wedge AreaMedica(d6, a6) \wedge Doenca(y6, d6)) \rightarrow Trata(x6, y6, d6)$ $\neg (Medico(x6) \wedge Especialista(x6, a6) \wedge AreaMedica(d6, a6) \wedge Doenca(y6, d6)) \vee Trata(x6, y6, d6)$ $\neg Medico(x6) \vee \neg Especialista(x6, a6) \vee \neg AreaMedica(d6, a6) \vee \neg Doenca(y6, d6) \vee Trata(x6, y6, d6)$
7	Eliminação da implicação De Morgan	$((Paciente(x7) \wedge Doenca(x7, d7) \wedge Medico(y7) \wedge Especialista(y7, a7) \wedge AreaMedica(d7, a7)) \rightarrow TratamentoAdequado(x7)$ $\neg ((Paciente(x7) \wedge Doenca(x7, d7) \wedge Medico(y7) \wedge Especialista(y7, a7) \wedge AreaMedica(d7, a7)) \vee TratamentoAdequado(x7)$ $\neg Paciente(x7) \vee \neg Doenca(x7, d7) \vee \neg Medico(y7) \vee \neg Especialista(y7, a7) \vee \neg AreaMedica(d7, a7) \vee TratamentoAdequado(x7)$
8	Eliminação da implicação De Morgan	$(Paciente(x8) \wedge TratamentoAdequado(x8)) \rightarrow Recupera(x8)$ $\neg (Paciente(x8) \wedge TratamentoAdequado(x8)) \vee Recupera(x8)$ $\neg Paciente(x8) \vee \neg TratamentoAdequado(x8) \vee Recupera(x8)$

9	<p>Eliminação da implicação</p> <p>Distributiva</p> <p>3 cláusulas</p>	$\text{Paciente}(x9) \rightarrow (\text{Hospital}(\text{skh9}(x9)) \wedge \text{Medico}(\text{sky9}(x9)) \wedge \text{Atende}(\text{sky9}(x9), x9, \text{skh9}(x9)))$ $\neg \text{Paciente}(x9) \vee (\text{Hospital}(\text{skh9}(x9)) \wedge \text{Medico}(\text{sky9}(x9)) \wedge \text{Atende}(\text{sky9}(x9), x9, \text{skh9}(x9)))$ $\neg \text{Paciente}(x9) \vee \text{Hospital}(\text{skh9}(x9))$ \wedge $\neg \text{Paciente}(x9) \vee \text{Medico}(\text{sky9}(x9))$ \wedge $\neg \text{Paciente}(x9) \vee \text{Atende}(\text{sky9}(x9), x9, \text{skh9}(x9))$
		Factos
10		$\text{Medico}(\text{Carlos})$
11		$\text{Hospital}(\text{Central})$
12		$\text{MedicoNoHospital}(\text{Carlos}, \text{Central})$
13		$\text{Especialista}(\text{Carlos}, \text{Cardiologia})$
14		$\text{Paciente}(\text{Ana})$
15		$\text{NoHospital}(\text{Ana}, \text{Central})$
16		$\text{Doenca}(\text{Ana}, \text{Cardiaca})$
17		$\text{AreaMedica}(\text{Cardiaca}, \text{Cardiologia})$
Q1		$(\text{Medico}(\text{Skx9}))$ \wedge $\text{PodeAtender}(\text{Skx9}, \text{Ana}, \text{Skh9})$
Q2		$\text{RecebeCuidados}(\text{Ana})$

Nota: a Amarelo estão todas as cláusulas

e) Apresente as provas das duas questões, utilizando a regra de inferência Resolução.

RESOLUÇÃO

		Base de Conhecimento e Factos
1		$\neg \text{MedicoNoHospital}(x1, h1) \vee \neg \text{Paciente}(y1) \vee \text{PodeAtender}(x1, y1, h1)$
2	2a	$(\neg \text{Paciente}(x2) \vee \neg \text{NoHospital}(x2, h2) \vee \text{MedicoNoHospital}(\text{Sk2}(x2, h2), h2))$
	2b	$(\neg \text{Paciente}(x2) \vee \neg \text{NoHospital}(x2, h2) \vee \text{PodeAtender}(\text{sk2}(x2, h2), x2, h2))$
3		$\neg \text{Medico}(x3) \vee \neg \text{Paciente}(y3) \vee \neg \text{PodeAtender}(x3, y3, h3) \vee \neg \text{NoHospital}(y3, h3) \vee \text{Atende}(x3, y3, h3)$
4		$\neg \text{Medico}(x4) \vee \neg \text{Paciente}(y4) \vee \neg \text{Atende}(x4, y4, h4) \vee \text{RecebeCuidados}(y4)$
5		$\neg \text{Paciente}(x5) \vee \neg \text{RecebeCuidados}(x5) \vee \text{Recupera}(x5)$
6		$\neg \text{Medico}(x6) \vee \neg \text{Especialista}(x6, a6) \vee \neg \text{AreaMedica}(d6, a6) \vee \neg \text{Doenca}(y6, d6) \vee \text{Trata}(x6, y6, d6)$
7		$\neg \text{Paciente}(x7) \vee \neg \text{Doenca}(x7, d7) \vee \neg \text{Medico}(y7) \vee \neg \text{Especialista}(y7, a7) \vee \neg \text{AreaMedica}(d7, a7) \vee \text{TratamentoAdequado}(x7)$
8		$\neg \text{Paciente}(x8) \vee \neg \text{TratamentoAdequado}(x8) \vee \text{Recupera}(x8)$
9	9a	$\neg \text{Paciente}(x9) \vee \text{Hospital}(\text{skh9}(x9))$
	9b	$\neg \text{Paciente}(x9) \vee \text{Medico}(\text{sky9}(x9))$
	9c	$\neg \text{Paciente}(x9) \vee \text{Atende}(\text{sky9}(x9), x9, \text{skh9}(x9))$
		Factos
10		$\text{Medico}(\text{Carlos})$
11		$\text{Hospital}(\text{Central})$
12		$\text{MedicoNoHospital}(\text{Carlos}, \text{Central})$
13		$\text{Especialista}(\text{Carlos}, \text{Cardiologia})$
14		$\text{Paciente}(\text{Ana})$
15		$\text{NoHospital}(\text{Ana}, \text{Central})$
16		$\text{Doenca}(\text{Ana}, \text{Cardiaca})$
17		$\text{AreaMedica}(\text{Cardiaca}, \text{Cardiologia})$

Q1	Refutação Negar o que se quer provar De Morgan	$\neg(\text{Medico}(\text{Skx9}) \wedge \text{PodeAtender}(\text{Skx9}, \text{Ana}, \text{Skh9}))$ $\neg\text{Medico}(\text{Skx9}) \vee \neg\text{PodeAtender}(\text{Skx9}, \text{Ana}, \text{Skh9})$
		Resolução
18	De Q1 e 10 Com Unificação e Substituição {Skx9/Carlos, Skh9/Central}	$\neg\text{Medico}(\text{Carlos}) \vee \neg\text{PodeAtender}(\text{Carlos}, \text{Ana}, \text{Central})$ Com $\text{Medico}(\text{Carlos})$ Resolve para: $\neg\text{PodeAtender}(\text{Carlos}, \text{Ana}, \text{Central})$
19	De 1 e 18 C/ Unificação e Substituição {x1/Carlos, h1/Central, Y1/Ana}	$\neg\text{MedicoNoHospital}(\text{Carlos}, \text{Central}) \vee \neg\text{Paciente}(\text{Ana}) \vee$ $\text{PodeAtender}(\text{Carlos}, \text{Ana}, \text{Central})$ com $\neg\text{PodeAtender}(\text{Carlos}, \text{Ana}, \text{Central})$ Resolve para $\neg\text{MedicoNoHospital}(\text{Carlos}, \text{Central}) \vee \neg\text{Paciente}(\text{Ana})$
20	De 19 e 12	$\neg\text{MedicoNoHospital}(\text{Carlos}, \text{Central}) \vee \neg\text{Paciente}(\text{Ana})$ Com $\text{MedicoNoHospital}(\text{Carlos}, \text{Central})$ Resolve para $\neg\text{Paciente}(\text{Ana})$
21	De 20 e 14	$\neg\text{Paciente}(\text{Ana})$ $\text{Paciente}(\text{Ana})$ Resultando na cláusula vazia e consequente contradição, Pelo que é sim a resposta à pergunta

Questão 2: A Ana recebe cuidados médicos?

Base de Conhecimento e Factos		
1		$\neg \text{MedicoNoHospital}(x1, h1) \vee \neg \text{Paciente}(y1) \vee \text{PodeAtender}(x1, y1, h1)$
2	2a	$(\neg \text{Paciente}(x2) \vee \neg \text{NoHospital}(x2, h2) \vee \text{MedicoNoHospital}(\text{Sk2}(x2, h2), h2))$
	2b	$(\neg \text{Paciente}(x2) \vee \neg \text{NoHospital}(x2, h2) \vee \text{PodeAtender}(\text{sk2}(x2, h2), x2, h2))$
3		$\neg \text{Medico}(x3) \vee \neg \text{Paciente}(y3) \vee \neg \text{PodeAtender}(x3, y3, h3) \vee \neg \text{NoHospital}(y3, h3) \vee \text{Atende}(x3, y3, h3)$
4		$\neg \text{Medico}(x4) \vee \neg \text{Paciente}(y4) \vee \neg \text{Atende}(x4, y4, h4) \vee \text{RecebeCuidados}(y4)$
5		$\neg \text{Paciente}(x5) \vee \neg \text{RecebeCuidados}(x5) \vee \text{Recupera}(x5)$
6		$\neg \text{Medico}(x6) \vee \neg \text{Especialista}(x6, a6) \vee \neg \text{AreaMedica}(d6, a6) \vee \neg \text{Doenca}(y6, d6) \vee \text{Trata}(x6, y6, d6)$
7		$\neg \text{Paciente}(x7) \vee \neg \text{Doenca}(x7, d7) \vee \neg \text{Medico}(y7) \vee \neg \text{Especialista}(y7, a7) \vee \neg \text{AreaMedica}(d7, a7) \vee \text{TratamentoAdequado}(x7)$
8		$\neg \text{Paciente}(x8) \vee \neg \text{TratamentoAdequado}(x8) \vee \text{Recupera}(x8)$
9	9a	$\neg \text{Paciente}(x9) \vee \text{Hospital}(\text{skh9}(x9))$
	9b	$\neg \text{Paciente}(x9) \vee \text{Medico}(\text{sky9}(x9))$
	9c	$\neg \text{Paciente}(x9) \vee \text{Atende}(\text{sky9}(x9), x9, \text{skh9}(x9))$
Factos		
10		$\text{Medico}(\text{Carlos})$
11		$\text{Hospital}(\text{Central})$
12		$\text{MedicoNoHospital}(\text{Carlos}, \text{Central})$
13		$\text{Especialista}(\text{Carlos}, \text{Cardiologia})$
14		$\text{Paciente}(\text{Ana})$
15		$\text{NoHospital}(\text{Ana}, \text{Central})$

16		Doença(Ana,Cardiaca)
17		AreaMedica(Cardiac,Cardiologia)
Q2	Refutação Negar o que se quer provar	¬RecebeCuidados(Ana)
		Resolução
18	De Q2 e 4 Com Unificação e Substituição {x4/Carlos,y4/Ana, h4/Central}	<p>¬RecebeCuidados(Ana)</p> <p>Com:</p> <p>¬ Medico(Carlos) V ¬Paciente (Ana) V ¬Atende(Carlos,Ana,Central) V RecebeCuidados(Ana)</p> <p>Resolve para:</p> <p>¬ Medico(Carlos) V ¬Paciente (Ana) V ¬Atende(Carlos,Ana,Central)</p> <p>Com 10, resolve para ¬Paciente (Ana) V ¬Atende(Carlos,Ana,Central)</p> <p>Com 14, resolve para ¬Atende(Carlos,Ana,Central)</p>
19	De 18 e 3 Com Unificação e Substituição {x3/Carlos, y3/Ana, h3/Central}	<p>¬Atende(Carlos,Ana,Central)</p> <p>Com:</p> <p>¬ Medico(Carlos) V ¬Paciente (Ana) V ¬PodeAtender(Carlos,Ana,Central) V ¬NoHospital(Ana,Central) V Atende(Carlos,Ana,Central)</p> <p>Resolve para</p> <p>¬ Medico(Carlos) V ¬Paciente (Ana) V ¬PodeAtender(Carlos,Ana,Central) V ¬NoHospital(Ana,Central)</p> <p>Com 10, resolve para ¬Paciente (Ana) V ¬PodeAtender(Carlos,Ana,Central) V ¬NoHospital(Ana,Central)</p> <p>Com 14, resolve para ¬PodeAtender(Carlos,Ana,Central) V ¬NoHospital(Ana,Central)</p>
20	De 19 e 15	<p>¬PodeAtender(Carlos,Ana,Central) V ¬NoHospital(Ana,Central)</p> <p>Com:</p> <p>NoHospital(Ana,Central)</p> <p>Resolve para ¬PodeAtender(Carlos,Ana,Central)</p>
21	De 20 e 1 Com unificação e substituição {x1/Carlos, h1/Central, Y1/Ana}	<p>¬PodeAtender(Carlos,Ana,Central)</p> <p>Com:</p> <p>¬MedicoNoHospital(Carlos, Central) v ¬Paciente(Ana) v PodeAtender(Carlos,Ana,Central)</p> <p>Resolve para ¬MedicoNoHospital(Carlos, Central) v ¬Paciente(Ana)</p>

22	De 21 e 12	<p>\negMedicoNoHospital(Carlos, Central) v \negPaciente(Ana)</p> <p>Com</p> <p>MedicoNoHospital(Carlos, Central)</p> <p>Resolve para</p> <p>\negPaciente(Ana)</p>
23	De 22 e 14	<p>\negPaciente(Ana)</p> <p>Paciente(Ana)</p> <p>Resultando na cláusula vazia e consequente contradição, Pelo que é sim a resposta à pergunta</p>