E-fólio A | Folha de resolução para E-fólio

UNIDADE CURRICULAR: Raciocínio e Representação do Conhecimento

CÓDIGO: 21097

DOCENTE: Joaquim Neto

ANO LETIVO: 2025/2026

A preencher pelo estudante

NOME: Luís Carlos Crispim Pereira

N.º DE ESTUDANTE: 230013

CURSO: LEI – Licenciatura em Engenharia Informática

DATA DE ENTREGA: 15/04/26

TRABALHO / RESOLUÇÃO:

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:

Para representar o problema em lógica proposicional, associei a cada conceito relevante do enunciado um símbolo proposicional, usando as iniciais sugeridas. A tabela seguinte resume essa correspondência:

Símbolo	Significado
F	O paciente tem febre
I	O paciente tem infeção
R	O organismo ativa uma reação imunitária
E	O exame de sangue do paciente é positivo
L	Existe inflamação no paciente
D	Existe doença ativa no paciente
T	O paciente necessita de tratamento
M	O paciente deve iniciar medicação

b) Formalização da Base de Conhecimento (0,3v)

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

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

Resolução:

Analisei cada afirmação do enunciado e converti-a para lógica proposicional com a estrutura condicional "se … então …". As regras ficam:

Regras médicas:

- $(F \land I) \rightarrow R$ [Febre e Infeção implicam Reação imunitária]
- $(R \land E) \rightarrow L$ [Reação imunitária com Exame positivo implica Inflamação]
- $I \rightarrow E$ [Infeção implica Exame de sangue positivo]
- $L \rightarrow (D \land T)$ [Inflamação implica Doença ativa e necessidade de Tratamento]
- $D \rightarrow T$ [Doença ativa implica necessidade de Tratamento]
- $T \rightarrow M$ [Tratamento implica início de Medicação]

Factos observados:

- F [O paciente tem febre]
- I [O paciente tem infeção]

Ou, de forma composta: $F \land I$

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. Deve apresentar todos os passos da prova.

Resolução:

Parto dos factos e das regras formalizadas em b) e aplico Modus Ponens (MP) e AND-Elimination (AE) de forma encadeada até derivar M. Sempre que precisei de construir uma conjunção para aplicar uma regra com antecedente composto, usei AND-Introduction, que é a operação inversa ao AE e igualmente básica.

#	Fórmula	Justificação
1	$(F \land I) \rightarrow R$	Regra 1 (premissa)
2	$(R \land E) \rightarrow L$	Regra 2 (premissa)
3	$I \rightarrow E$	Regra 3 (premissa)
4	$L \rightarrow (D \land T)$	Regra 4 (premissa)
5	$D \rightarrow T$	Regra 5 (premissa)
6	$T \rightarrow M$	Regra 6 (premissa)
7	F	Facto observado
8	I	Facto observado
9	$F \land I$	AND-Introduction de 7 e 8
10	R	MP: regra 1 com $F \land I$ (9)
11	E	MP: regra 3 com I (8)
12	$R \land E$	AND-Introduction de 10 e 11
13	L	MP: regra 2 com $R \land E$ (12)
14	$D \land T$	MP: regra 4 com L (13)
15	T	AND-Elimination de 14

16	**M ✓**	MP: regra 6 com T (15)

O sistema especialista conclui portanto que M é verdadeiro, ou seja, 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:

Elimino as implicações com a equivalência $A \rightarrow B \equiv \neg A \lor B$ e distribuo as negações usando De Morgan:

Regra 1: $(F \land I) \rightarrow R \equiv \neg F \lor \neg I \lor R$

Regra 2: $(R \land E) \rightarrow L \equiv \neg R \lor \neg E \lor L$

Regra 3: $I \rightarrow E \equiv \neg I \lor E$

Regra 4: $L \rightarrow (D \land T) \equiv (\neg L \lor D) \land (\neg L \lor T)$ [distribuição]

Regra 5: $D \rightarrow T \equiv \neg D \lor T$

Regra 6: $T \rightarrow M \equiv \neg T \vee M$

Cláusulas CNF (C1–C8) e factos:

C1: $\neg F \vee \neg I \vee R$ C2: $\neg R \vee \neg E \vee L$ C3: $\neg I \vee E$

C4: $\neg L \vee D$ C5: $\neg L \vee T$ C6: $\neg D \vee T$

C7: $\neg T \vee M$ C8: F (facto) C9: I (facto)

Prova por refutação de ¬M:

Para provar M, acrescento a sua negação como hipótese e procuro derivar a cláusula vazia $\perp$:

C10: $\neg M$ [hipótese de refutação]

C11: $\neg T$ [Res. C7 e C10, sobre M]

C12: $\neg L$ [Res. C5 e C11, sobre T]

C13: $\neg R \vee \neg E$ [Res. C2 e C12, sobre L]

C14: $\neg R \vee \neg I$ [Res. C13 e C3, sobre E]

C15: $\neg R$ [Res. C14 e C9 (I), sobre I]

C16: $\neg F \vee \neg I$ [Res. C1 e C15, sobre R]

C17: $\neg F$ [Res. C16 e C9 (I), sobre I]

C18: $\perp$ [Res. C17 e C8 (F), sobre F — contradição!]

A contradição prova que ¬M é inconsistente com a base de conhecimento, logo M é verdadeiro.

e) Verificação de satisfabilidade 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.

Resolução:

Considero apenas as cláusulas da base de conhecimento (C1–C7), correspondentes às regras médicas já convertidas para Forma Normal Conjuntiva:

C1: {¬F, ¬I, R}

C2: {¬R, ¬E, L}

C3: {¬I, E}

C4: {¬L, D}

C5: {¬L, T}

C6: {¬D, T}

C7: {¬T, M}

Ou, em forma numérica:

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

Aplico o algoritmo DPLL, começando pela identificação de literais puros, ou seja, literais que aparecem sempre com o mesmo sinal em todas as cláusulas.

Observa-se que:

F apenas aparece como ¬F, sendo um literal puro negativo. Assim, atribuo F = falso, o que satisfaz a cláusula C1 e permite eliminá-la do conjunto.

I apenas aparece como ¬I, sendo também puro. Atribuo I = falso, eliminando a cláusula C3.

Após estas eliminações, o literal R passa a aparecer apenas como ¬R, tornando-se puro. Atribuo R = falso, eliminando C2.

O literal L aparece apenas como ¬L nas cláusulas C4 e C5. Atribuo L = falso, eliminando ambas.

O literal D aparece apenas como ¬D na cláusula C6. Atribuo D = falso, eliminando-a.

O literal T aparece apenas como ¬T na cláusula C7. Atribuo T = falso, eliminando-a.

Após estas simplificações, resta apenas a cláusula unitária {M}, o que implica diretamente M = verdadeiro.

Apresentando o processo no formato sequencial do algoritmo:

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

LP(-1), T={-1}, CNF={{-3,-4,5},{-2,4},{-5,6},{-5,7},{-6,7},{-7,8}}

LP(-2), T={-1,-2}, CNF={{-3,-4,5},{-5,6},{-5,7},{-6,7},{-7,8}}

LP(-3), T={-1,-2,-3}, CNF={{-5,6},{-5,7},{-6,7},{-7,8}}

LP(-5), T={-1,-2,-3,-5}, CNF={{-6,7},{-7,8}}

LP(-6), T={-1,-2,-3,-5,-6}, CNF={{-7,8}}

LP(-7), T={-1,-2,-3,-5,-6,-7}, CNF={{8}}

UnitC(8), T={-1,-2,-3,-5,-6,-7,8}, CNF={}

Como o conjunto de cláusulas se torna vazio (CNF = {}), conclui-se que todas as cláusulas foram satisfeitas. A base de conhecimento é satisfazível (SAT), existindo uma atribuição de valores de verdade que satisfaz simultaneamente todas as regras do sistema médico, não ocorrendo qualquer contradição.

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

Resolução:

A principal limitação da lógica proposicional neste contexto é a ausência de variáveis e quantificadores. Trabalho apenas com proposições atómicas como "há febre" sem poder especificar de quem ou em que circunstâncias. Isso torna impossível escrever uma regra geral como "todos os pacientes com infeção desenvolvem inflamação" — tenho de criar uma proposição distinta para cada paciente, o que faz o sistema crescer de forma incontrolável quando existem muitos doentes.

Além disso, a lógica proposicional não representa relações entre entidades. Não consigo exprimir, por exemplo, que um médico trata um paciente num determinado hospital — essa estrutura relacional requer predicados com argumentos, que só existem na lógica de 1.ª ordem.

Outra limitação importante é a incapacidade de lidar com incerteza. Na prática clínica, um sintoma aumenta a probabilidade de uma doença sem a confirmar; a lógica proposicional clássica só conhece verdadeiro e falso. Para raciocínio probabilístico seria necessário recorrer, por exemplo, a redes de Bayes.

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:

Para calcular o Unificador Mais Geral (UMG), comparo T1 e T2 argumento a argumento, acumulando as substituições necessárias para os tornar sintaticamente idênticos. Aplico cada substituição a todos os termos restantes antes de avançar (composição de substituições).

Passo 1 — 1.º argumento: f(v, g(x, y)) = f(A, g(w, u))

Os functores f coincidem, logo comparo sub-argumento a sub-argumento:

- v = A → {v ← A}
- g(x, y) = g(w, u): os functores g coincidem, logo x = w → {x ← w} e y = u → {y ← u}

Substituições acumuladas: σ_1 = {v ← A, x ← w, y ← u}

Passo 2 — 2.º argumento (após aplicar σ_1): h(z, k(y, x)) = h(v, k(u, w))

Aplico σ_1: $y \rightarrow u$, $x \rightarrow w$. O 1.º termo torna-se h(z, k(u, w)). No 2.º, $v \rightarrow A$, fica h(A, k(u, w)). Comparando:

- $z = A \rightarrow \{z \leftarrow A\}$
- k(u, w) = k(u, w) — idênticos, sem novas substituições.

Substituições acumuladas: $\sigma_2 = \{v \leftarrow A,\ x \leftarrow w,\ y \leftarrow u,\ z \leftarrow A\}$

Passo 3 — 3.º argumento (após aplicar σ_2): m(p(x, z), y) = m(p(w, t), B)

Aplico σ_2: $x \rightarrow w$, $z \rightarrow A$, $y \rightarrow u$. O 1.º termo torna-se m(p(w, A), u). Comparando com m(p(w, t), B):

- p(w, A) = p(w, t): w = w (ok); $A = t \rightarrow \{t \leftarrow A\}$
- $u = B \rightarrow \{u \leftarrow B\}$; como $y \leftarrow u$ e agora $u \leftarrow B$, por composição: $y \leftarrow B$

UMG final:

$\{v \leftarrow A,\ x \leftarrow w,\ y \leftarrow B,\ z \leftarrow A,\ t \leftarrow A,\ u \leftarrow B\}$

Verificação:

Aplicando o UMG a T1 e a T2 obtém-se em ambos os casos: Q(f(A, g(w, B)), h(A, k(B, w)), m(p(w, A), B))

Os dois termos tornam-se idênticos, confirmando a corretude do UMG.

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

Página 5 de 5

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:

a) Converta esta informação para Lógica de 1ª Ordem;

b) Remova os quantificadores;

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

d) Converta o conhecimento para a Forma Normal Conjuntiva (CNF);

e) 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. (0,4v)

Resolução:

Traduzi cada afirmação da base de conhecimento para lógica de 1.ª ordem, usando os predicados fornecidos no enunciado:

Regras:

R1: ∀x ∀h (Médico(x) ∧ MedicoNoHospital(x,h) → ∀y (Paciente(y) ∧ NoHospital(y,h) → PodeAtender(x,y,h)))

R2: ∀y ∀h (Paciente(y) ∧ NoHospital(y,h) → ∃x (Médico(x) ∧ MedicoNoHospital(x,h) ∧ PodeAtender(x,y,h)))

R3: ∀x ∀y ∀h (PodeAtender(x,y,h) ∧ NoHospital(y,h) → Atende(x,y,h))

R4: ∀x ∀y ∀h (Atende(x,y,h) → RecebeCuidados(y))

R5: ∀x (RecebeCuidados(x) → Recupera(x))

R6: ∀x ∀a ∀d (Especialista(x,a) ∧ AreaMédica(d,a) ∧ Paciente(y) ∧ Doenca(y,d) → Trata(x,y,d))

R7: $\forall x\ \forall d\ (Doenca(x,d) \land \exists y\ \exists a\ (Especialista(y,a) \land AreaMédica(d,a)) \rightarrow TratamentoAdequado(x))$

R8: $\forall x\ (TratamentoAdequado(x) \rightarrow Recupera(x))$

R9: $\forall x\ (Paciente(x) \rightarrow \exists h\ \exists y\ (Hospital(h) \land Médico(y) \land Atende(y,x,h)))$

Factos:

MedicoNoHospital(Carlos, Central) Especialista(Carlos, Cardiologia) Paciente(Ana)

NoHospital(Ana, Central) Doenca(Ana, DoencaCardiaca) AreaMédica(DoencaCardiaca, Cardiologia)

Nota: Médico(Carlos) é inferível de MedicoNoHospital(Carlos, Central) e do domínio.

Questões:

Q1: $\exists x\ \exists h\ PodeAtender(x, Ana, h)$

Q2: RecebeCuidados(Ana)

b) Remova os quantificadores (0,3v)

Resolução:

Para remover os quantificadores aplico skolemização: variáveis universalmente quantificadas ficam como variáveis livres (com índices para evitar ambiguidades), e variáveis existencialmente quantificadas são substituídas por funções de Skolem que dependem das variáveis universais que as precedem no âmbito.

S1: $Médico(x_1) \land MedicoNoHospital(x_1,h_1) \land Paciente(y_1) \land NoHospital(y_1,h_1) \rightarrow PodeAtender(x_1,y_1,h_1)$

S2: $Paciente(y_2) \land NoHospital(y_2,h_2) \rightarrow Médico(sk_1(y_2,h_2)) \land MedicoNoHospital(sk_1(y_2,h_2),h_2) \land PodeAtender(sk_1(y_2,h_2),y_2,h_2)$

S3: $PodeAtender(x_3,y_3,h_3) \land NoHospital(y_3,h_3) \rightarrow Atende(x_3,y_3,h_3)$

S4: $Atende(x_4,y_4,h_4) \rightarrow RecebeCuidados(y_4)$

S5: $RecebeCuidados(x_5) \rightarrow Recupera(x_5)$

S6: $Especialista(x_6,a_6) \land AreaMédica(d_6,a_6) \land Paciente(y_6) \land Doenca(y_6,d_6) \rightarrow Trata(x_6,y_6,d_6)$

S7: $Doenca(x_7,d_7) \land Especialista(sk_2(x_7,d_7),sk_3(x_7,d_7)) \land AreaMédica(d_7,sk_3(x_7,d_7)) \rightarrow TratamentoAdequado(x_7)$

S8: $TratamentoAdequado(x_8) \rightarrow Recupera(x_8)$

S9: $Paciente(x_9) \rightarrow Hospital(sk_4(x_9)) \land Médico(sk_5(x_9)) \land Atende(sk_5(x_9),x_9,sk_4(x_9))$

Os factos não têm quantificadores e mantêm-se inalterados. As questões serão negadas na prova por refutação (alínea e).

c) Deduza as respostas às duas questões, utilizando a regra de inferência Modus Ponens generalizada. (0,4v)

Resolução:

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

Parto dos factos Paciente(Ana) e NoHospital(Ana, Central) e aplico S2 com y_2 = Ana e h_2 = Central:

Premissas: Paciente(Ana) ∧ NoHospital(Ana, Central) [factos]

Por MP com S2: Médico(sk_1(Ana,Central)) ∧ MedicoNoHospital(sk_1(Ana,Central),Central) ∧ PodeAtender(sk_1(Ana,Central),Ana,Central)

Da base de conhecimento, MedicoNoHospital(Carlos,Central) é um facto. Unificando sk_1(Ana,Central) com Carlos:

Conclusão: PodeAtender(Carlos, Ana, Central)

Sim, o médico Carlos pode atender a Ana no hospital Central.

Questão 2 — A Ana recebe cuidados médicos?

Passo A: PodeAtender(Carlos,Ana,Central) ∧ NoHospital(Ana,Central) [resultado anterior + facto]

Aplicando S3 com x=Carlos, y=Ana, h=Central → Atende(Carlos,Ana,Central)

Passo B: Atende(Carlos,Ana,Central)

Aplicando S4 com x=Carlos, y=Ana, h=Central → RecebeCuidados(Ana)

Sim, a Ana recebe cuidados médicos.

d) Converta a base de conhecimento, os factos e as questões para CNF. (0,3v)

Resolução:

Parto das fórmulas S1–S9 e aplico: eliminação de implicações ($A \rightarrow B \equiv \neg A \vee B$), distribuição de negações (De Morgan) e separação de conjunções em cláusulas distintas.

D1: ¬Médico(x) ∨ ¬MedicoNoHospital(x,h) ∨ ¬Paciente(y) ∨ ¬NoHospital(y,h) ∨ PodeAtender(x,y,h)

D2: ¬Paciente(y) ∨ ¬NoHospital(y,h) ∨ Médico(sk_1(y,h))

D3: ¬Paciente(y) ∨ ¬NoHospital(y,h) ∨ MedicoNoHospital(sk_1(y,h),h)

D4: ¬Paciente(y) ∨ ¬NoHospital(y,h) ∨ PodeAtender(sk_1(y,h),y,h)

D5: ¬PodeAtender(x,y,h) ∨ ¬NoHospital(y,h) ∨ Atende(x,y,h)

D6: ¬Atende(x,y,h) ∨ RecebeCuidados(y)

D7: ¬RecebeCuidados(x) ∨ Recupera(x)

D8: ¬Especialista(x,a) ∨ ¬AreaMédica(d,a) ∨ ¬Paciente(y) ∨ ¬Doenca(y,d) ∨ Trata(x,y,d)

D9: ¬Doenca(x,d) ∨ ¬Especialista(sk_2(x,d),sk_3(x,d)) ∨ ¬AreaMédica(d,sk_3(x,d)) ∨ TratamentoAdequado(x)

D10: ¬TratamentoAdequado(x) ∨ Recupera(x)

D11: ¬Paciente(x) ∨ Hospital(sk_4(x))

D12: ¬Paciente(x) ∨ Médico(sk_5(x))

D13: ¬Paciente(x) ∨ Atende(sk_5(x),x,sk_4(x))

Factos (cláusulas unitárias):

MedicoNoHospital(Carlos,Central) Especialista(Carlos,Cardiologia) Paciente(Ana)

NoHospital(Ana,Central) Doenca(Ana,DoencaCardiaca) AreaMédica(DoencaCardiaca,Cardiologia)

Questões negadas (para refutação em e)):

NQ1: ¬PodeAtender(x, Ana, h) [negação de Q1]

NQ2: ¬RecebeCuidados(Ana) [negação de Q2]

e) Apresente as provas das duas questões, utilizando a regra de inferência Resolução (0,4v).

Resolução:

Prova de Q1 — Existe um médico que pode atender a Ana?

Método de refutação: acrescento a negação de Q1 ao conjunto de cláusulas e procuro derivar a cláusula vazia. A negação de ∃x∃h PodeAtender(x,Ana,h) é ¬PodeAtender(x,Ana,h) para qualquer x,h.

1. D4: ¬Paciente(y) ∨ ¬NoHospital(y,h) ∨ PodeAtender(sk_1(y,h),y,h)
2. Neg: ¬PodeAtender(x,Ana,h) [negação de Q1]
3. 1-2: ¬Paciente(y) ∨ ¬NoHospital(y,h) [resolução sobre PodeAtender, y=Ana]

4. 3-Paciente(Ana): ¬NoHospital(Ana,h) [resolução sobre Paciente(Ana), y=Ana]
5. 4-NoHospital(Ana,Central): {} [resolução sobre NoHospital, h=Central — contradição]

Contradição. Logo Q1 é verdadeiro: existe um médico (Carlos, ao identificar sk_1(Ana,Central) com o facto MedicoNoHospital(Carlos,Central)) que pode atender a Ana.

Prova de Q2 — A Ana recebe cuidados médicos?

Método de refutação: acrescento ¬RecebeCuidados(Ana) ao conjunto. Reutilizo PodeAtender(Carlos,Ana,Central) provado em Q1.

1. D5: ¬PodeAtender(x,y,h) ∨ ¬NoHospital(y,h) ∨ Atende(x,y,h)
2. D6: ¬Atende(x,y,h) ∨ RecebeCuidados(y)
3. Neg: ¬RecebeCuidados(Ana) [negação de Q2]
4. 2-3: ¬Atende(x,Ana,h) [resolução sobre RecebeCuidados, y=Ana]
5. 1-4: ¬PodeAtender(x,Ana,h) ∨ ¬NoHospital(Ana,h) [resolução sobre Atende, y=Ana]
6. 5-PodeAtender(Carlos,Ana,Central): ¬NoHospital(Ana,Central) [resolução sobre PodeAtender, x=Carlos, h=Central]
7. 6-NoHospital(Ana,Central): {} [resolução sobre NoHospital — contradição]

Contradição. Logo Q2 é verdadeiro: a Ana recebe cuidados médicos.