

Universidade do Minho

Mestrado Integrado em Engenharia Informática

Unidade Curricular de

Sistemas de Representação de Conhecimento e Raciocínio

Ano Letivo de 2017/2018

**2.º Exercício de Grupo**

(Programação em Lógica Estendida e Conhecimento Imperfeito)

Diogo Emanuel da Silva Nogueira (a78957)

Fábio Quintas Gonçalves (a78793)

Sarah Tifany da Silva (a76867)

**Grupo 8**

Abril, 2018

**Resumo**

O presente relatório elaborado no âmbito da unidade curricular Sistemas de Representação de Conhecimento e Raciocínio visa a resolução do exercício proposto com base no tema Programação em lógica Estendida e Conhecimento Imperfeito.

Neste, iremos utilizar o sistema de representação de conhecimento e raciocínio e a base de conhecimento que desenvolvemos no trabalho anterior relativo ao universo de caracterização de cuidados de saúde (prestador, cuidados de saúde, utente. Como tal, grande parte das funcionalidades implementadas serão reaproveitados, sendo, contudo, necessárias modificações que permitam cumprir os requisitos estabelecidos.

Assim, ao longo deste relatório apresentaremos todo o procedimento que levou à resolução deste exercício, justificando e apresentado todos os cálculos intermédios implementados e cada decisão que foi tomada.

**Índice**

[1. Introdução 4](#_Toc509161824)

[2. Preliminares 5](#_Toc509161825)

[3. Descrição do Trabalho e Análise dos Resultados 7](#_Toc509161826)

[3.1. Base de Conhecimento Inicial 7](#_Toc509161827)

[3.2. Predicados de evolução e retrocesso de conhecimento 9](#_Toc509161828)

[3.3. Invariantes 10](#_Toc509161829)

[3.4. Predicados de registo e remoção de conhecimento 12](#_Toc509161830)

[3.5. Predicados que listam conhecimento 14](#_Toc509161831)

[3.6. Predicados Extra 22](#_Toc509161832)

[3.7. Predicados Auxiliares 24](#_Toc509161833)

[4. Conclusão e Sugestões 26](#_Toc509161834)

[5. Anexos 27](#_Toc509161835)

# Introdução

O objetivo principal deste trabalho incide, como já foi referido anteriormente, a aplicação do conhecimento adquirido relativo à Programação em Lógica Estendida e Conhecimento Imperfeito.

Deste modo, como este exercício se trata de uma continuação do trabalho elaborado anteriormente iremos continuar a utilizar a linguagem de programação em lógica – PROLOG.

Assim, para além de ser requerido o desenvolvimento de um Sistema de Representação de Conhecimento e Raciocínio que seja capaz de caracterizar todo um universo centralizado na área de prestação de cuidados de saúde foi necessário lidar com restrições de conhecimento, recorrendo à utilização de valores nulos, que no seu conjunto dizem respeito ao Conhecimento Imperfeito.

Desta forma, colocaremos em prática todo o conhecimento adquirido, explicando e demonstrando cada fase e justificando, devidamente, todas as decisões que foram tomadas.

# Preliminares

Este trabalho prático exige dois parâmetros fundamentais para a sua realização: o sistema de representação de conhecimento e raciocínio anteriormente desenvolvidos e capacidade caracterizar conhecimento imperfeito.

Desta forma, o sistema de representação de conhecimento e raciocínio que foi desenvolvido e explicado tinha 3 bases de conhecimento:

• *utente: (#IDU, Nome, Idade, Cidade) -> {V,F}*

• *prestador: (#IDP, Nome, Instituicao) -> {V,F}*

• *cuidado: (Data, #IDU, #IDP, Custo) -> {V,F}*

Com ele, foi possível desenvolver capacidades no que diz respeito à utilização de invariantes para operações como a remoção ou a inserção de conhecimento, os quais nos ajudaram a manter a integridade da informação dentro do sistema que criamos.

Por outro lado, visto que para o exercício anterior o nosso sistema funcionava num mundo fechado e, com isto, as respostas às questões só poderiam ser de dois tipos: verdadeiro ou falso, caso existisse ou não informação no sistema de conhecimento que provasse a veracidade de tais informações. Nesta etapa, a respostas às questões já podem ter 3 tipos: verdadeiro, falso ou desconhecido, sendo que o desconhecido ocorre quando não existem provas de que uma afirmação seja verdadeira ou falsa.

# Descrição do Trabalho e Análise dos Resultados

Nesta secção irá ser discutida e devidamente fundamentada a resolução do segundo exercício de grupo. Vamos explicitar toda a construção, etapa por etapa, deste caso prático, usando para efeito o excerto dos vários predicados, no sentido de se produzir uma análise de resultados atenta e explícita.

Para uma maior perceção de como todo este caso foi desenvolvido, fez-se uma repartição desta secção principal em subseções, que nada mais são que as várias etapas que desde início foram pensadas e moldadas para irem de encontro com este relatório.

De forma resumida, nesta secção iremos abordar os temas como a

* Representação de conhecimento positivo e negativo;
* Representação de casos de conhecimento imperfeito, recorrendo à utilização de valores nulos de todos os tipos estudados;
* Manipulação de invariantes que designam restrições à inserção e à remoção de conhecimento do sistema;
* Estudar a problemática da evolução do conhecimento, criando os procedimentos adequados;
* Desenvolvimento de um sistema de inferência capaz de implementar mecanismos de raciocínio inerentes a estes.

## Base de Conhecimento Inicial

A base de conhecimento inicial corresponde essencialmente à que se desenvolveu no exercício anterior, havendo apenas umas pequenas modificações.

Com o objetivo de representar informação incompleta, o domínio de soluções foi alterado passando a incluir o Desconhecido. Este representa um valor que não pode ser definido de imediato, surgindo assim o conceito de programação em lógica estendida capaz de solucionar este problema. Através deste tipo de programação, seremos capazes de representar situações de conhecimento desconhecido ou incompleto.

Logo, daqui para a frente passamos a considerar 3 diferentes tipos de conclusões para uma questão:

* Verdadeiro – quando é possível provar uma questão(Q) na base de conhecimento;
* Falso – quando é possível provar a falsidade de uma questão (-Q) na base de conhecimento;
* Desconhecido – quando não é possível provar a questão(Q) nem a negar (-Q) na base de conhecimento.

Assim, as definições das fontes de conhecimento representadas passam a ter o seguinte domínio:

* utente: (IDU , Nome ,Idade ,Cidade) -> {V, F, D};
* prestador:(IDP, Nome, Especialidade, Instituicao) -> {V, F, D};
* cuidado : (Data, IDU, IDP, Custo) -> {V, F, D}

*% Base de Conhecimento Utente (IDU,Nome,Idade,Cidade).*

utente(6472,'Diogo Nogueira',20,'Fafe').

utente(1211,'Diogo Nogueira',21,'Porto')

utente(8374,'Tifany Silva',24,'Porto').

utente(3463,'Fabio Fontes',19,'Braga').

utente(2321,'Mariana Lino',20,'Guimaraes').

*% Base de Conhecimento Prestador (IDP,Nome,Instituicao).*

prestador(4343,'Navarro Silva','Dermatologia','Hospital Privado de Guimaraes').

prestador(3947,'Margarida Antunes','Dentista','Hospital Privado de Guimaraes').

prestador(3643,'Nuno Costa','Nutricao','Classaude Porto').

prestador(7364,'Ana Maria','Hidroterapia','Clinica Fisiatrica de Fafe').

prestador(3642,'Tomas Casimiro','Clínica Geral','Classaude Porto').

*% Base de Conhecimento Cuidado de Saúde (Data,IDU,IDP,Custo).*

cuidado(date(2018,11,12),6472,4343,'Carie',12).

cuidado(date(2017,10,25),8374,7324,'Consulta de rotina aparelho',20).

cuidado(date(2016,09,15),3463,7864,'Queimadura na cara',15).

cuidado(date(2018,11,12),6472,3742,'Consulta',50).

cuidado(date(2015,01,25),9232,8675,'Consulta agendada/rotina',55).

## Representação de conhecimento positivo e negativo

Como tem vindo a ser repetido ao longo deste relatório, no trabalho anterior a representação de conhecimento positivo já tinha sido realizada. Assim, a base de conhecimento inicial já preenchida é a seguinte.

No entanto, para a realização deste exercício foi necessário adicionar conhecimento negativo. Este pode ser representado de dois diferentes tipos:

* Negação por Falha – quando não existe prova, sendo representado pelo teorema não utilizado no primeiro trabalho;
* Negação Forte – quando se afirma que um determinado predicado é falso. Este é representado pelo teorema (-).

% Conhecimento Negativo - Negação Por Falha e Negação Forte:

-utente(IdU, Nome, Idade, Morada) :- nao(utente(IdU,Nome,Idade,Morada)),

                   nao(excecao(utente(IdU, Nome, Idade, Morada))).

-prestador(IDP,Nome,Especialidade,Instituicao) :- nao(prestador(IDP,Nome,Especialidade,Instituicao)),

                         nao (excecao(prestador(IDP,Nome,Especialidade,Instituicao))).

-cuidado(Data,IDU,IDP,Custo) :- nao(cuidado(Data,IDU,IDP,Custo)),

                nao(excecao(cuidado(Data,IDU,IDP,Custo))).

% Extensao do meta-predicado nao: Questao -> {V,F}

nao(Questao):- Questao, !, fail.

nao(Questao).

% Exemplos de conhecimento negativo:

utente(1000,'Joaquim Nogueira',30,'Fanalicao').

prestador(6666,'Joao Rodrigues','Agente','Hospital Privado de Guimaraes').

cuidado(date(2018,11,12),3333,5555,'Carie',12).

## Representação de casos de conhecimento imperfeito

Na problemática da representação de informação incompleta, os valores nulos surgem com o objetivo de separar 2 situações distintas, aquelas em que as respostas às questões são conhecidas – verdadeiro, falso – e aquelas, que são desconhecidas.

Assim, podemos dividir estes tipos de valores em três. O primeiro permite representar valores desconhecidos; o segundo, valores desconhecidos, mas de um determinado conjunto de valores; por fim, o terceiro representa valores não permitidos, definidos como interditos na base de conhecimento a considerar.

Resumidamente, existem três tipos de conhecimento imperfeito com base nestes valores: conhecimento incerto, conhecimento imperfeito e conhecimento interdito. Explicaremos de seguida em que consiste cada um.

## Conhecimento Incerto

Este tipo corresponde ao conhecimento para o qual não existe nenhuma prova que comprove que seja verdadeiro ou falso. Trata-se, portanto, de um valor nulo do tipo desconhecido e não necessariamente de um conjunto de valores.

%*--------------------------------------UTENTE-------------------------------*

% Desconhecimento da morada do utente.

utente(6000,'Rodrigo Pires',60,morada\_desconhecida).

% Excecao associada:

excecao(utente(IdU,Nome,Idade,Morada)) :- excecao(utente(IdU,Nome,Idade,morada\_desconhecida)).

%*---------------------------------------------------------------------------*

% Desconhecimento da idade do utente.

utente(6001,'Rodrigo Pires',idade\_desconhecida,'Braga').

% Excecao associada:

excecao(utente(IdU,Nome,Idade,Morada)) :- excecao(utente(IdU,Nome,idade\_desconhecida,Morada)).

%*--------------------------------------------------------------------------*

% Desconhecimento do Nome do utente.

utente(6002,nome\_desconhecido,30,'Braga').

% Excecao associada:

excecao(utente(IdU,Nome,Idade,Morada)) :- excecao(utente(IdU,nome\_desconhecido,Idade,Morada)).

%*---------------------------------------------------------------------------*

% Desconhecimento da idade do utente, mas sabendo que não é 50

utente(6000,"Allan Xavier",idade\_desconhecida,'Braga').

-utente(6000,"Allan Xavier", 50,'Braga').

## Conhecimento Impreciso

Tal como o conhecimento desconhecido, este tipo corresponde ao conhecimento para o qual não há provas que comprove que seja verdadeiro ou falso mas, no entanto, insere-se num conjunto de valores conhecidos, apenas não se pode provar a quais deles é que irá responder à questão.

Assim, qualquer que seja a resposta ao predicado que utilize um valor fora desse conjunto, o resultado será desconhecido, pois apenas se sabe que o valor está contido nesse conjunto.

% Sabe-se que Dr. Afonso Alves que se especializou em Nutricionismo, Ortopedia e Psicologia, no entanto nao se sabe ao certo qual desta é que irá exercer na clinica Classaude do Porto.

excecao(prestador(9001,'Afonso Alves','Nutricionismo','Classaude Porto'));

excecao(prestador(9001,'Afonso Alves','Ortopedia','Classaude Porto'));

excecao(prestador(9001,'Afonso Alves','Psicologia','Classaude Porto'));

% Relativo que o Utente Sara Costa foi ao Hospital Privado de Guimarães para uma consulta com o dentista João Araújo no dia 25 Janeiro de 2018. No entanto, devido a problemas informáticos não se sabe ao certo o custo do cuidado prestado, apenas se sabe que foi mais que 20€ e menos que 50€.

excecao(cuidado(date(2018,01,25),6252,3127,'Carie',Custo)) :- Custo > 30, Custo < 50.

% Em relação ao utente Mariana Noronha não se sabe ao certo a idade que ela tem, apenas se sabe que ela tem mais de 20 anos.

excecao(utente(5555,'Mariana Noronha',Idade,'Porto')) :- Idade > 20.

## Conhecimento Interdito

Este último para além de caracterizar um tipo de dados desconhecido, caracteriza também, um tipo de dados que não se admite que surja na base de conhecimentos.

Logo, nesta situação o valor nulo para além de identificar um valor desconhecido, representará um valor que não é permitido especificar ou conhecer e qualquer tentativa para a concretizar será rejeitada como sendo provocadora de inconsistência na informação presente na base de conhecimento.

# Conclusão e Sugestões

Após toda a contextualização e posterior resolução deste primeiro exercício de grupo é importante deixar claro todas as dúvidas e aprendizagens conseguidas com este trabalho prático. Sendo o primeiro exercício da Unidade Curricular, evidentemente que se gerou toda uma necessidade de tentar compreender como era suposto ir ao encontro daquilo que inicialmente foi proposto resolver.

Uma vez que o objetivo base deste exercício passou sempre por pôr em prática todo o conhecimento acerca da linguagem de programação em lógica PROLOG e o desenvolvimento de invariantes, a grande ajuda para se elaborar um relatório sólido e que fizesse jus ao esperado, esteve em aplicar os conhecimentos das aulas teóricas e práticas, seguindo o padrão da resolução de todos os exercícios realizados até ao momento.

Com toda esta ideia e planeamento definidos, o grupo foi capaz de, sem grandes dificuldades, não só resolver todo o exercício como ainda incluir alguns extras sempre com o intuito de instruir de maneira mais sólida e profunda o funcionamento da linguagem de programação lógica em questão e que problemas podem ser resolvidos e estudados com a mesma. A única dificuldade esteve apenas em tentar relacionar as várias bases de conhecimento aquando da necessidade de obtenção dos vários parâmetros pretendidos. Contudo, o feedback final acerca deste primeiro exercício de grupo é claramente positivo e motivador para a realização dos futuros exercícios práticos.

# Anexos

%-------------------- Base de Conhecimento Inicial --------------------%

*% Base de Conhecimento Utente (IDU,Nome,Idade,Cidade).*

utente(6472,'Diogo Nogueira',20,'Fafe').

utente(1211,'Diogo Nogueira',21,'Porto').

utente(8374,'Tifany Silva',24,'Porto').

utente(3463,'Fabio Fontes',19,'Braga').

utente(2321,'Mariana Lino',20,'Guimaraes').

utente(9232,'Francisco Silva',21,'Braga').

utente(2372,'Cristina Lopes',22,'Fafe').

utente(7363,'Tiago Nogueira',18,'Porto').

utente(6252,'Sara Costa',18,'Porto').

utente(2373,'Joana Maria',28,'Braga').

utente(2324,'Joao Miguel',21,'Guimaraes').

*% Base de Conhecimento Prestador (IDP,Nome,Especialidade,Instituicao).*

prestador(4343,'Navarro Silva','Dermatologia','Hospital Privado de Guimaraes').

prestador(3947,'Margarida Antunes','Dentista','Hospital Privado de Guimaraes').

prestador(3643,'Nuno Costa','Nutricao','Classaude Porto').

prestador(7364,'Ana Maria','Hidroterapia','Clinica Fisiatrica de Fafe').

prestador(3642,'Tomas Casimiro','Clínica Geral','Classaude Porto').

prestador(8675,'Maria Joana','Psiquiatria','Clinica Praxis Porto').

prestador(3742,'Joana Silva','Psicologia','Clinica Praxis Porto').

prestador(7864,'Ana Luisa','Dermatologia','Clinica Fisiatrica de Fafe').

prestador(7324,'Mariana Costa','Dentista','Clinica Fisiatrica de Fafe').

prestador(3127,'Joao Araujo','Dentista','Hospital Privado de Guimaraes').

*% Base de Conhecimento Cuidado de Saúde (Data,IDU,IDP,Custo).*

cuidado(date(2018,11,12),6472,4343,'Carie',12).

cuidado(date(2017,10,25),8374,7324,'Consulta de rotina aparelho',20).

cuidado(date(2016,09,15),3463,7864,'Queimadura na cara',15).

cuidado(date(2018,11,12),6472,3742,'Consulta',50).

cuidado(date(2015,01,25),9232,8675,'Consulta agendada/rotina',55).

cuidado(date(2017,08,30),2372,3642,'Paciente com febre',15).

cuidado(date(2018,04,21),7363,7364,'Tratamento rotineiro',25).

cuidado(date(2016,06,08),6252,3643,'Consulta de iniciacao de tratamento dietetico',60).

cuidado(date(2017,12,24),2373,3947,'Remocao dos dentes do siso',55).

cuidado(date(2018,12,12),6472,4343,'Tratamento de eczema',60).

%----------------------- Predicados Auxiliares ------------------------%

*% Extensão do predicado custoTotal: L, R -> {V,F}*

somaLista([],0).

somaLista([H|T],R)  :- somaLista(T,X),

                     R is X+H.

*% Extensão do predicado concat: L1, L2, L3 -> {V,F}*

concat([],L,L).

concat([H|T],L2,[H|L]) :- concat(T,L2,L).

*% Extensão do predicado concatPares: L1, L2, L3 -> {V,F}*

concatPares([],[],[]).

concatPares([X|L1],[Y|L2],[(X,Y)|R]) :- concatPares(L1,L2,R).

*% Extensão do predicado comprimento : L, N ->{V,F}*

comprimento([],0).

comprimento([X|L],R) :- comprimento(L,N), R is 1+N.

*% Extensão do predicado removeDuplicados : L, L1 ->{V,F}*

removeDuplicados([],[]).

removeDuplicados([X|L],[H|R]) :- pertence(X,L), removeDuplicados(L,[H|R]).

removeDuplicados([X|L],[X|R]) :- n\_pertence(X,L),removeDuplicados(L,R).

*% Extensão do predicado pertence: L, X -> {V,F}*

pertence(X,[X|\_]).

pertence(X,[Y|T]) :- X\=Y, *%for backtracking purposes...*

         pertence(X,T).

n\_pertence(X,L):- \+ pertence(X,L). *% "\+" é o mesmo que "not"*

*% Extensão do predicado reverse: L1, R -> {V,F}*

reverse([],[]).

reverse([H|T],L) :- reverse(T,P), concat(P,[H],L).

*% Extensão do predicado reversePares: L1, R -> {V,F}*

reversePares([],[]).

reversePares([(X,Y)|T],L) :- reverse(T,P), concat(P,[(X,Y)],L).

*% Extensão do predicado reverse: L1, N, R -> {V,F}*

top(X,0,[]).

top([X|T],N,[X|R]) :- N1 is N - 1, top(T,N1,R).