Razonamiento y Planificación Automática

César Augusto Guzmán Álvarez

Doctor en Inteligencia Artificial

Tema 3: Lógica y pensamiento humano

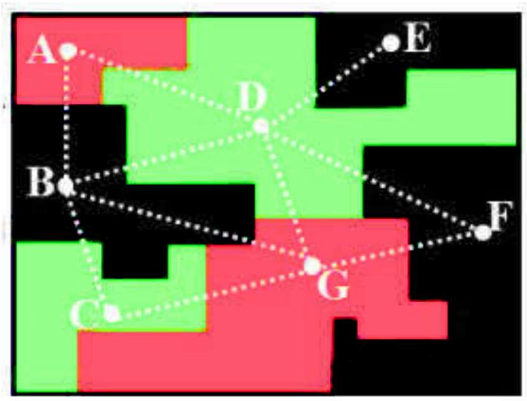
unir LA UNIVERSIDAD EN INTERNET

Universidad Internacional de La Rioja

Resumen – Tema anterior

Tema 2: Representación de la información

- Técnicas de representación
- Clases de conocimiento
- Modelos de memoria
- Modelos lógicos



Estructura del examen final

- PREGUNTAS DE DESARROLLO (10 puntos)
  - Pregunta – 6 puntos 75 minutos
  - Pregunta – 4 puntos 45 minutos

Ninguna pregunta mala resta

Índice

Tipos de lógica

Definición de lógica:

lógico, ca.

Del lat. tardío *logĭcus*, y este del gr. λογικός *logikós*; la forma f., del b. lat. *logica*, y este del gr. λογική *logikḗ*.

1. adj. Perteneciente o relativo a la **lógica.**

2. adj. Conforme a las reglas de la **lógica.**

3. adj. Dicho de una persona: Que estudia y sabe **lógica.** U. t. c. s.

4. adj. Dicho de una consecuencia: Natural y legítima.

5. adj. Dicho de un suceso: Que tiene antecedentes que lo justifican.

- 6. f. Ciencia que expone las leyes, modos y formas de las proposiciones en relación con su verdad o falsedad.

Fuente: https://dle.rae.es/?w=lógica

Tipos de lógica

- **Lógica natural**
- Lógica científica
- Lógica material
- Lógica formal
    - Lógica deductiva
    - Lógica inductiva
- Lógica de primer orden
- Lógica simbólica o matemática
- Lógica de clases
- Lógica informal
- Lógica moderna
- Lógica modal
- Lógica computacional

acierto-error o basada en la experiencia

Tipos de lógica

- Lógica natural
- **Lógica científica**
- Lógica material
- Lógica formal
  - Lógica deductiva
  - Lógica inductiva
- Lógica de primer orden
- Lógica simbólica o matemática
- Lógica de clases
- Lógica informal
- Lógica moderna
- Lógica modal
- Lógica computacional

acierto-error o basada en la experiencia

+

razón

Ejemplos:

- Estudio científico.

- Teorema matemático.

Tipos de lógica

- Lógica natural
- Lógica científica
- Lógica material
- Lógica formal
    - **Lógica deductiva**
    - Lógica inductiva
- Lógica de primer orden
- Lógica simbólica o matemática
- Lógica de clases
- Lógica informal
- Lógica moderna
- Lógica modal
- Lógica computacional

Inferencias a partir de teorías existentes

Ejemplos:

• Todos los cítricos tienen vitamina C. Si la naranja es un cítrico, entonces …

• Toda figura de 4 lados es un cuadrilátero. Si un rectángulo tiene 4 lados, entonces …

• Todo metal conduce el calor. El hierro es un metal, entonces ...

Tipos de lógica

- Lógica natural
- Lógica científica
- Lógica material
- Lógica formal
  - Lógica deductiva
  - **Lógica inductiva**
- Lógica de primer orden
- Lógica simbólica o matemática
- Lógica de clases
- Lógica informal
- Lógica moderna
- Lógica modal
- Lógica computacional

Conceptos generales a partir de específicos

Ejemplos:

- El gato es un mamífero y de 4 patas
- El perro es un mamífero y de 4 patas

Por lo tanto...

- Mario es hombre y tiene ojos
- Carlos es hombre y tiene ojos

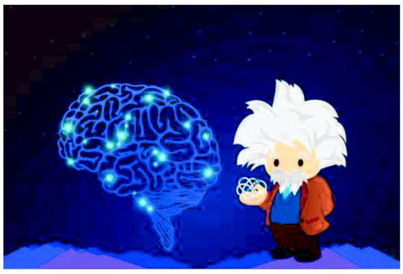
Si Luis es hombre, entonces…

Tipos de lógica

- Lógica natural
- Lógica científica
- Lógica material
- Lógica formal
  - Lógica deductiva
  - Lógica inductiva
- Lógica de primer orden
- Lógica simbólica o matemática
- Lógica de clases
- Lógica informal
- Lógica moderna
- Lógica modal
- Lógica computacional

Relacionadas con la Inteligencia Artificial:

- **Lógica matemática**
- Lógica de descripción
- Lógica de orden superior
- **Lógica multivaluada**
- **Lógica difusa**



Fuente imagen: https://www.salesforce.com/mx/blog/2017/4/Cuatro-maneras-en-que-la-inteligencia-artificial-cambiara-practicamente-todo.html

Lógica matemática

"Estudia la **inferencia** mediante la construcción de sistemas formales como la lógica proposicional. Estos sistemas capturan las características esenciales de las inferencias válidas en los lenguajes naturales, pero al ser estructuras formales susceptibles de análisis matemático, permiten realizar demostraciones rigurosas sobre ellas."

Fuentes: Enderton, Herbert (2001). *A mathematical introduction to logic* (2nd edición). Boston, MA: Academic Press. ISBN 978-0-12-238452-3.
Hamilton, A. G. (1988), *Logic for Mathematicians* (2nd edición), Cambridge: Cambridge University Press, ISBN 978-0-521-36865-0

inferencia es el proceso por el cual se derivan conclusiones a partir de ***premisas.***

$$\begin{array}{l} p \\ \underline{p \to q} \\ \therefore q \end{array}$$

modus ponens, una regla de inferencia fundamental de la lógica proposicional

"si *p* es verdad; y si *p* implica *q*; entonces *q* también es verdad."

premisas son cada una de las ***proposiciones*** anteriores a la conclusión del argumento.

proposición es toda afirmación o expresión que tiene significado y de la que podemos decir si es falsa (F/0) o verdadera (V/1).

se suelen representar con una letra minúscula: p, q, r.

Lógica matemática

Proposiciones:

Conectivos lógicos	Símbolo
y	^
o	v
si...entonces	→
si y solo si	↔
no	¬

Tablas de verdad

p	¬p
0	1
1	0

Negación

p	q	$p \wedge q$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Conjunción

p	q	$p \vee q$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Disyunción no exclusiva

p	q	$p \triangle q$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Disyunción exclusiva

p	q	p→q
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

Condicional

p	q	p↔q
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Bicondicional

Lógica matemática

Ejemplo 1: p = “El auto es rojo”, entonces ¬p = “El auto no es rojo”

Expresión**:** “el auto es rojo o el auto no es rojo”

p	¬p	p ∨ ¬p
1		
0		

Tabla de verdad para $p \lor \neg p$

Es Tautología !

Fuente ejemplo : https://www.ejemplosde.com/29-logica/1573-ejemplos_de_tautologia.html

p	¬p
0	1
1	0

Negación

p	q	$p \land q$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Conjunción

p	q	$p \lor q$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Disyunción no exclusiva

p	q	$p \triangle q$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Disyunción exclusiva

p	q	p→q
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

Condicional

p	q	p↔q
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Bicondicional

Lógica matemática

Ejemplo 2: p = voy al cine, q = voy a cenar, r = me quedo en casa
Expresión: "Si voy al cine **y** voy a cenar, **entonces** voy al cine **o no** me quedo en casa."

p	q	r	$\neg r$	$p \wedge q$	$p \vee \neg r$	$(p \wedge q) \rightarrow (p \vee \neg r)$
1	1	1				
1	1	0				
1	0	1				
1	0	0				
0	1	1				
0	1	0				
0	0	1				
0	0	0				

Es Tautología !

Fuente ejemplo : https://www.ejemplosde.com/29-logica/1573-ejemplos_de_tautologia.html

p	$\neg p$
0	1
1	0

Negación

p	q	$p \wedge q$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Conjunción

p	q	$p \vee q$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Disyunción no exclusiva

p	q	$p \triangle q$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Disyunción exclusiva

p	q	$p \rightarrow q$
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

Condicional

p	q	$p \leftrightarrow q$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Bicondicional

Lógica matemática

Ejemplo 3: p = estudio en casa, q = estudio en la biblioteca

Expresión: “estudio en casa **o** estudio en la biblioteca **y** no estudio en casa **y** no estudio en la biblioteca”

p	q	¬p	¬q	p ∨ q	¬p ∧¬q	(p ∨ q) ∧ (¬p ∧¬q)
1	1					
1	0					
0	1					
0	0					

Es Contradicción !

p	¬p
0	1
1	0

Negación

p	q	$p \wedge q$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Conjunción

p	q	$p \vee q$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Disyunción no exclusiva

p	q	$p \triangle q$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Disyunción exclusiva

p	q	p→q
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

Condicional

p	q	p↔q
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Bicondicional

Lógica matemática

Ejemplo 4: p = estudio en casa, q = estudio en la biblioteca

Expresión: “estudio en casa **o** estudio en la biblioteca **y** no estudio en casa **o** no estudio en la biblioteca”

p	q	¬p	¬q	p ∨ q	¬p ∨ ¬q	(p ∨ q) ∧ (¬p ∨ ¬q)
1	1					
1	0					
0	1					
0	0					

Es Inconsistencia !

p	¬p
0	1
1	0

Negación

p	q	p ∧ q
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Conjunción

p	q	p ∨ q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Disyunción no exclusiva

p	q	p △ q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Disyunción exclusiva

p	q	p→q
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

Condicional

p	q	p↔q
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Bicondicional

Lógica matemática

Ejemplo de Examen: Un día mientras cuatro amigos jugaban póker, intentaban formar una escalera real de corazones y cada uno de ellos afirmó lo siguiente:

- Carlos afirmó: "si **no** tengo una carta de corazones, **entonces** nevará"
- Daniel afirmó: "si tengo una carta de corazones, **entonces no** nevará"
- Santiago afirmó: "si **no** tengo una carta de corazones, **entonces no** nevará"

Todos tienen la misma posibilidad de tener la carta de corazones para formar la escalera real y terminado el juego comience a nevar.

El último amigo que los escuchaba, David dijo: "uno de ustedes ha hecho una afirmación falsa".

¿Quién de los tres amigos mintió?

p = “tengo una carta de corazones”
q = “nevará”

Lógica matemática

- Carlos afirmó: "si **no** tengo una carta de corazones, **entonces** nevará"
- Daniel afirmó: "si tengo una carta de corazones, **entonces no** nevará"
- Santiago afirmó: "si **no** tengo una carta de corazones, **entonces no** nevará"

p = “tengo una carta de corazones” q = “nevará”

p	q	¬p	¬q	Carlos ¬p -> q	Daniel p -> ¬q	Santiago ¬p -> ¬q
1	1					
1	0					
0	1					
0	0					

p	¬p
0	1
1	0

Negación

p	q	p→q
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

Condicional

Índice

Lógica multivaluada

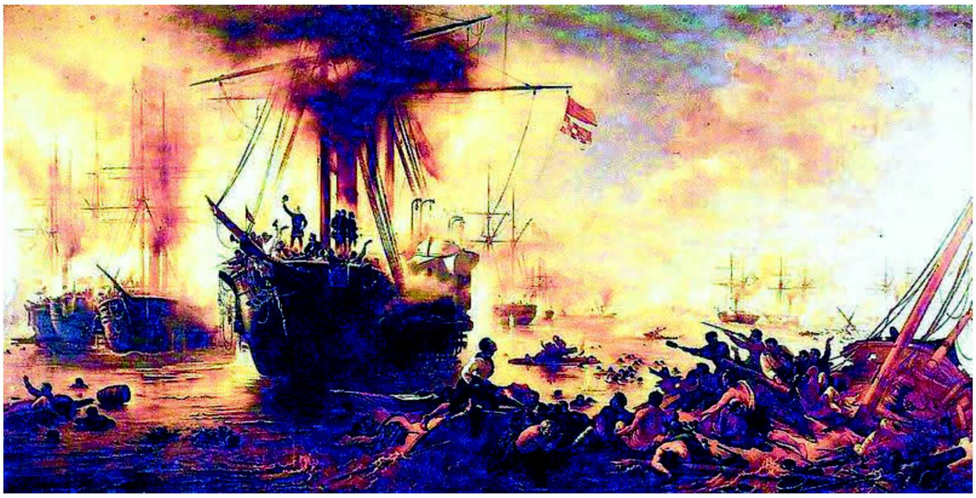
Proposición =

Para un tercer valor, se debe demostrar:

1. Cuál sería ese tercer valor
2. En qué sentido es un valor de verdad
3. A qué (tipo de) proposiciones se le aplicaría.
4. Cómo se comportarían lógicamente dichas proposiciones.

Lógica multivaluada

“Mañana habrá una batalla naval”, Aristóteles

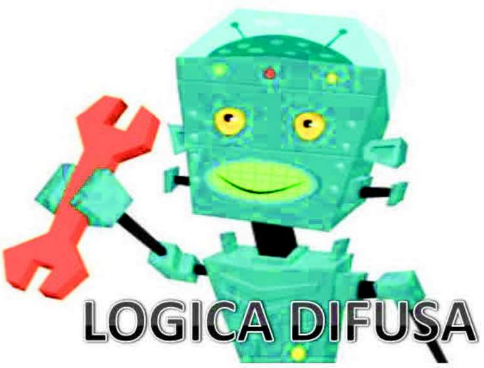


Battle of Riachuelo at the War of the Triple Alliance. Non-copyrighted image (more than 100 years old).

Lógica difusa

"Es un tipo de lógica multivaluada en la cual los valores de verdad de las variables pueden ser cualquier número real comprendido entre 0 y 1."

Fuente: Lootsma, F. A. (2013). *Fuzzy logic for planning and decision making* (Vol. 8). Springer Science & Business Media.



Ejemplo de Prolog

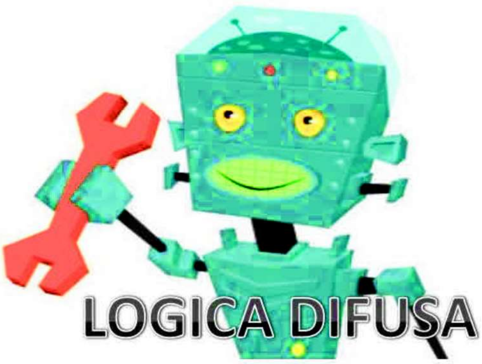
```
if trafico is reducido
and peatones is casi nulo
then tiempo-verde is reducido
```

trafico = 0.3
peatones = 0.02

Lógica difusa

"Es un tipo de lógica multivaluada en la cual los valores de verdad de las variables pueden ser cualquier número real comprendido entre 0 y 1."

Fuente: Lootsma, F. A. (2013). *Fuzzy logic for planning and decision making* (Vol. 8). Springer Science & Business Media.



Otros ejemplos:

•SI hace muchísimo frío. ENTONCES aumento drásticamente la temperatura.

• SI voy a llegar un poco tarde. ENTONCES aumento levemente la velocidad.

Gracias!