

EDIFICIO DE OCKHAM



UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA

EDIFICIO FRAY PEDRO SIMÓN



Acreditación Institucional
DE ALTA CALIDAD
VÁLIDA POR CUATRO (4) AÑOS
RESOLUCIÓN 10706 DEL 25 DE MAYO DE 2017



UNIVERSIDAD DE
SAN BUENAVENTURA

Análisis y Diseño de Algoritmos

Logica



Motivación

Los sistemas de hardware y software son cada vez más grandes y complejos.

- ▶ El número de transistores el año 1979 en procesador 8088 era de 29,000 a 3 micrones.
- ▶ En Pentium-4 del año 2000 era de 42 millones a 0.18 micrones.
- ▶ En procesador Dual-core del año 2005 es de 290 millones a 0.065 micrones.

Además, dependemos de nuestros sistemas computacionales más que nunca antes.

Motivación

Por tanto, es cada vez más fácil que se produzcan fallas en las aplicaciones, y estas fallas por su parte se vuelven cada vez más difíciles de detectar.

Problema! En ciertas aplicaciones no pueden tolerarse las fallas:

- ▶ Diagnóstico y aparataje médico, misiones espaciales, etc.

Además, en ciertas aplicaciones mientras antes se detecte una falla más barato es para el productor.

- ▶ Por ejemplo, a Intel el problema de punto-flotante en procesador Pentium le costó 500 millones de dólares.

Motivación

- En la actualidad, la industria del software se ha convertido en un factor dominante en las economías del mundo industrializado. La misma se ve cada vez más involucrada en operaciones que son responsables del bienestar **de seres humanos** .
- Existen industrias donde la corrección del software es crucial, ya que hasta el más **pequeño error puede ser el causante de una gran catástrofe**

Motivación

- Desafortunadamente, el 4 de Junio de 1996, luego de haber transcurrido 39 segundos desde su lanzamiento, el software de navegación de la nave ordenó un giro brusco de 90 grados haciendo que ella se saliera de su trayectoria. Dicha orden activó un mecanismo de autodestrucción que esparció sus escombros prendidos fuego por los manglares de la Guayana francesa. La investigación concluyó que se trató de un error de software que intentó guardar un número de 64-bit en un registro de 16-bit



Ariane 5 Flight 501

Fuente:

J. Gleick, «A Bug and a Crash,» 1996. [En línea]. Available: <https://around.com/ariane.html>. [Último acceso: 3 Nov 2015].

Motivación

- En 2015 el fabricante de autos Nissan tuvo que retirar unos 4 millones de automóviles del mercado debido a problemas de software



AP, «Nissan Recalls Nearly 4 Million Cars With Air Bag Problems,» Bloomberg, 30 Abril 2016. [En línea]. Available: <http://www.bloomberg.com/news/articles/2016-04-30/nissan-recalls-nearly-4-million-cars-with-air-bag-problems>. [Último acceso: 28 Jun 2016].

Motivación

- Estos incidentes son solo dos elementos de una larga lista de accidentes que han costado, en los peores casos, vidas de personas y son una clara prueba de la importancia de escribir software correcto. Los ingenieros de software, al igual que los ingenieros civiles, deberían poder demostrar metódicamente que su trabajo realmente cumple con el propósito para el cual fue concebido y que es, por consiguiente, confiable.



SOLUCION

Verificación y desarrollo de software

QUE ES VERIFICACION Y DESRROLLO DE SOFTWARE?

- Las técnicas de verificación de programas no persiguen aumentar la fiabilidad del código, sino demostrar que no contiene errores.
- El área de Verificación formal **estudia los fundamentos teóricos** y la **implementación de técnicas de verificación de sistemas computacionales**.
 - Ocupa **técnicas matemáticas** para asegurar la validez de un sistema con respecto a una especificación.
 - Es uno de los ejemplos más exitosos de razonamiento automático aplicado a la computación (gano el Premio Kanellakis de la ACM en 1998 por tal razón).
 - Estas técnicas son cada vez más aplicadas en la industria: **IBM, Lucent, AT&T, Motorola**, etc.

QUE ES VERIFICACION Y DESRROLLO DE SOFTWARE?

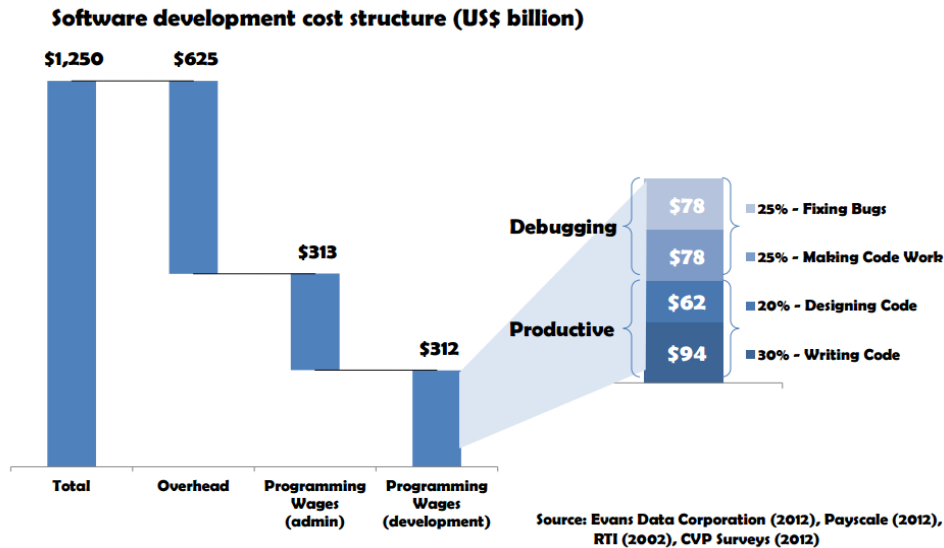
- La verificación formal consta de tres etapas:
 - **Modelación**: Se construye un modelo matemático de los posibles comportamientos del sistema.
 - **Especificación**: Se especifica en un lenguaje formal los comportamientos deseables del sistema.
 - **Verificación**: Se chequea si el modelo satisface la especificación.
- Es **formal** porque el modelo y la especificación son objetos matemáticos. Es **verificación** porque el análisis responde con certeza si la especificación se cumple o no (otros tipos de
- verificación incluyen testeo, simulación, etc., que no son exhaustivos).

Problemas paradigma actual de desarrollo de software



- No se puede asegurar que el software cumple con las especificaciones. En primer lugar, la especificación se tiende a hacer en lenguaje natural usando términos sólo vagamente definidos y por ende podría contener ambigüedades.
- Programadores poco experimentados diseñan sus algoritmos a base de prueba y error. Esto conlleva a que tengan un vago entendimiento de su funcionamiento y no puedan predecir su comportamiento

Problemas paradigma actual de desarrollo de software



- Los desarrolladores se quedan satisfechos cuando sus pruebas se ejecutan correctamente y aseguran que el programa es correcto, a pesar de que no hay pruebas suficientes para hacer tal afirmación .
- Se estima que utilizando el paradigma descrito en la sección anterior, **los desarrolladores utilizan un 49.9% del tiempo del proyecto depurando sus propios errores e insumen unos 156 mil millones de dólares anualmente a nivel mundial**

Solución al paradigma actual de desarrollo de software

- Pese a que se utilizan numerosas herramientas y se dedica un gran número de recursos para escribir software correcto, **el paradigma actual carece de rigor lógico/matemático**. Esto lo hace **poco apto para aplicaciones en donde el software desempeña un rol crítico y/o el bienestar de seres humanos o bienes comerciales dependan de éste** (por ejemplo: sistemas de tiempo real, fly by wire, aplicaciones médicas, etc.).
- Una posible **solución a esta problemática es utilizar un método formal de desarrollo**. El modelo de métodos formales agrupa actividades que llevan a la especificación lógica/matemática formal del software y a demostrar su corrección con respecto a la misma

Fundamentación lógico matemática

Que es la lógica matemática



- La lógica matemática o lógica simbólica es un lenguaje matemático que abarca las herramientas necesarias por medio de las cuales se puede afirmar o negar un razonamiento matemático.
- Es bien conocido que en matemáticas no hay ambigüedades. Dado un argumento matemático, este es válido o simplemente no lo es. No puede ser falso y verdadero al mismo tiempo.
- Así pues, la lógica es la disciplina de la matemática que se encarga de estudiar los razonamientos y demostraciones matemáticas, y de proporcionar las herramientas para ser capaces de inferir una conclusión correcta a partir de unas afirmaciones o proposiciones previas.

Tipos de lógica matemática

1. **Lógica formal** o aristotélica (lógica antigua).
2. **Lógica proposicional**: se encarga del estudio de todo lo referente a la validez de argumentos y proposiciones usando un lenguaje formal y también simbólico.
3. **Lógica simbólica**: enfocada en el estudio de los conjuntos y sus propiedades, también con un lenguaje formal y simbólico, y está profundamente vinculada con la lógica proposicional.
4. **Lógica combinatoria**: una de las desarrolladas más recientemente, envuelve resultados que pueden ser desarrollados mediante algoritmos.
5. **Programación lógica**: usada en los diversos paquetes y lenguajes de programación.

Agenda

- Lógica
- Razonamiento lógico
- Lógica formal
- Lógica proposicional

LOGICA

La lógica

Es una ciencia que estudia métodos o procedimientos que aplican definiciones y leyes o reglas con el propósito de determinar la validez o invalidez de las proposiciones. La lógica matemática es una variedad de la lógica filosófica.

Se puede decir también, que la Lógica es el estudio de la inferencia: Inferir es extraer la conclusión a partir de sus premisas.

Ejemplo

“Si Cipriano quiere a Eloisa entonces le escribiré una carta. No le escribí la carta; por tanto, Cipriano, no quiere a Eloisa”

Objetivos de la lógica

Los **objetivos principales** de la lógica son esencialmente:

1. Eliminar las ambigüedades propias del lenguaje ordinario.
2. Dar rigor a aquello que se está estudiando.

En la Lógica existen dos **procesos fundamentales**:

1. **Conceptualización**: consiste en definir los objetos matemáticos que se van a definir
2. **Demostración**: consiste en demostrar rigurosamente aquellas propiedades, proposiciones o teoremas que se estén estudiando

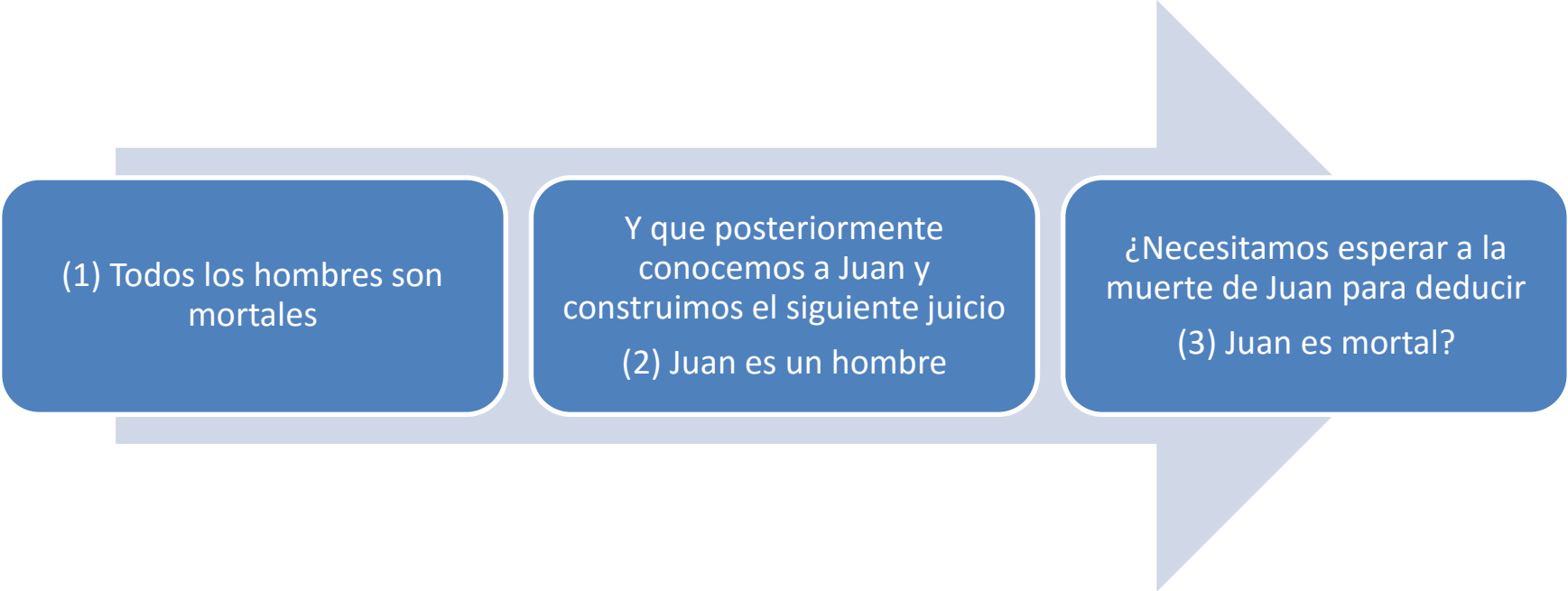
Pensar

- Eso significa que construimos secuencias temporalizadas de imágenes o conceptos que representan simbólicamente cosas o eventos y que podemos poner en movimiento para producir -simbólicamente- lo que aún no ha acontecido.

Razonar

- Razonar consiste en producir juicios. Un juicio tiene la forma de una proposición, es decir, de una oración.

Ejemplo



(1) Todos los hombres son mortales

Y que posteriormente
conocemos a Juan y
construimos el siguiente juicio
(2) Juan es un hombre

¿Necesitamos esperar a la
muerte de Juan para deducir
(3) Juan es mortal?

Razonando, es decir, encadenando juicios conocidos podemos llegar a obtener nuevos conocimientos, prever situaciones, tomar decisiones, etc. Pues bien, esa es la idea de Razón

Dedución: Fundamentalmente este tema trata de la deducción, por ahora, podemos decir que deducir es obtener consecuencias no conocidas a partir de algo general conocido. Lo inverso es la **Inducción**, que naturalmente consiste en obtener algo no conocido de tipo general a partir de la consideración de muchos casos singulares conocidos.

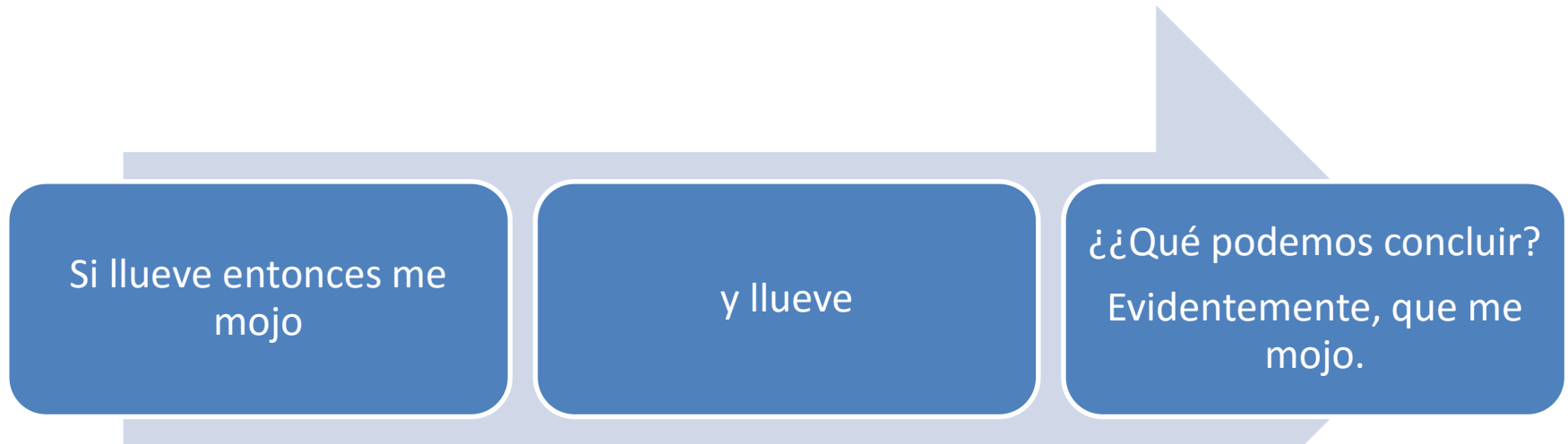
IDEA

Pues bien, en lo que sigue nos vamos a ocupar del **razonamiento lógico**, de cómo relacionar juicios de tal manera que si fueran verdaderos los juicios de los que partimos, no nos podríamos equivocar nunca en los nuevos juicios que obtuviéramos. Pues la propia estructura de los juicios y de la relación que establecemos entre ellos asegura la **validez y la evidencia**.

RAZONAMIENTO LOGICO

conjunto de juicios que mantienen entre sí . El razonamiento lógico relaciones lógicas de tal forma que partiendo de algunos juicios dados a los que denominados *premisas* podemos llegar *deductivamente* a un juicio que no teníamos y que denominamos *conclusión*. La obtención de la conclusión, si procedemos lógicamente, asegura la *validez* de la misma por la propia estructura lógica de los juicios que componen las premisas.

Ejemplo razonamiento lógico



Esto es una **inferencia** o razonamiento **deductivo**, en el cual si las premisas fueran **verdaderas**, la conclusión también lo sería.

La ciencia que estudia qué tipos de esquemas de inferencia aseguran la validez de las conclusiones es la **Lógica**

Lógica formal

- La lógica podemos definirla como *la ciencia de los principios de la validez formal de la inferencia*

(1)

Si llueve entonces se me seca la ropa y llueve.

Luego, se me seca la ropa

(2)

Si llueve entonces me mojo|

y me mojo.

Luego, llueve.

Experiencia

Validez o verdad
formal

ejemplo

(1)

sea p : *llueve*

sea q : *se me seca la ropa*

y simbolicemos la relación condicional *si...entonces* mediante el signo \rightarrow ,
que usaremos de forma infija

Entonces:

$$\frac{p \rightarrow q}{p}$$

q

(2)

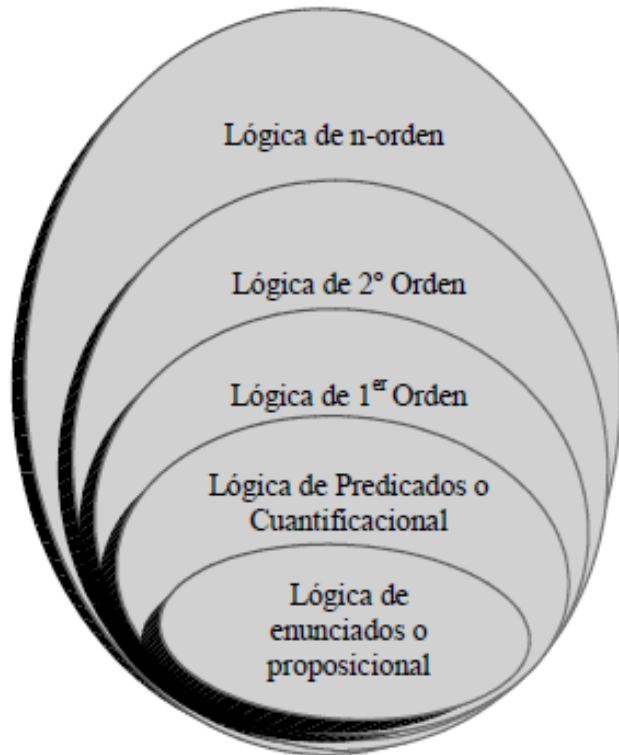
sea p : *llueve*

sea q : *me mojo*

Entonces la formalización quedaría

$$\frac{p \rightarrow q}{q}$$

TIPOS DE LOGICA clasica

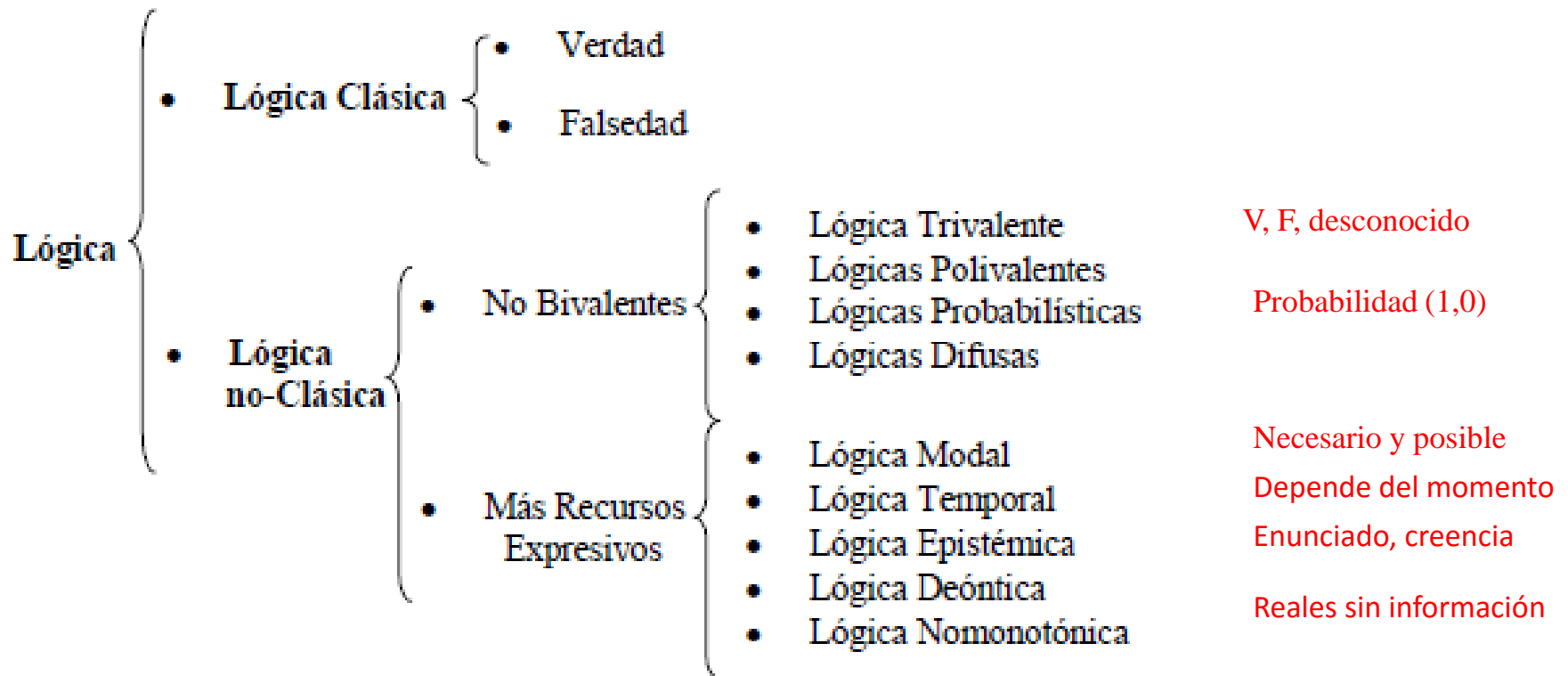


Este cálculo tienen la restricción de que sólo podemos utilizar los cuantificadores con elementos individuales. Es decir, no podemos hablar de todas o de algunas de las clases de algún tipo

analizar las oraciones en sus componentes, sujeto y predicado, y porque se puede cuantificar sobre individuos

Unidad mínima: son proposiciones, oraciones o enunciados sin analizar internamente

TIPOS DE LOGICA



NOCION DEL CALCULO

Algoritmo: Un algoritmo es un procedimiento mecánico y efectivo que asegura en una secuencia de pasos finitos llegar a un estado final del proceso. Las operaciones matemáticas son algoritmos.

Sumar dos números es un proceso que, aplicadas **las reglas de la suma** adecuadamente, finaliza **inevitablemente** con un resultado. También el programa de una lavadora es un algoritmo.

Lógica Proposicional

Que es una proposición?

Es una expresión lingüística, libre de ambigüedades ,que tiene la propiedad de ser verdadera o falsa pero nunca ambas simultáneamente.

Por ejemplo

SON PROPOSICIONES

- El 2 es un número primo.
- 25 es divisible entre 3 .
- $6 + 5 = 10$ ”.
- El aula A1-205 está en el 2do piso
- El sol es una estrella
- Manuel saco 20 en matemática
- Los problemas de matemática son fáciles

NO SON PROPOSICIONES

- Pare inmediatamente!
- ¿15 y 18 tienen la misma cantidad de divisores?.
- En realidad, ¿a qué se refiere?.
- Lávalo”.
- ¡ Qué hermosos son tus ojos !
- ¿lloverá mañana?
- Haz esto por favor

PROPOSICION

Las proposiciones constituyen los elementos de inferencia, es decir, son parte de todo proceso de razonamiento lógico, por eso es preciso estudiar todo lo concerniente a ellas. Consideremos en primer lugar, que a toda expresión u oración del lenguaje se le denomina enunciado. Así por ejemplo, consideremos los siguientes enunciados:

PROPOSICION, es todo enunciado al cual, con buen sentido, se le puede asignar uno y sólo uno de los llamados valores de verdad o valores veritativos: VERDADERO(1) o FALSO(0)

ejemplo

1. El rectángulo es cuadrilátero V
2. La suma de dos números impares es impar F
3. Fujimori fue presidente del Perú V
4. ¿Cuándo es el examen?
5. ¡Viva la matemática!
6. No ensucie la pared.



No son proposiciones
porque no se puede saber
si es "V" o "F"

¿Cuáles de los siguientes enunciados son proposiciones?

¿Cuáles de los siguientes enunciados son proposiciones?

(Explica por qué lo son o no lo son)

- 1) “ El trabajo en grupo es lo más fácil que existe”.
- 2) “ 2 es divisor de 15”.
- 3) “ ¿Fuiste a la manifestación del sábado?”.
- 4) “ El aula A1-205 de la Unimet tiene más de 50 mts. cuadrados”.
- 5) “ $x + 3$ es un entero positivo”.
- 6) “ Tranquilícese”.

Valor de verdad

Toda proposición se califica como verdadera (V) o falsa (F).

Ejemplos:

- La tierra es un satélite (F)
- El conjunto unitario tiene un solo elemento (V)
- 9 es cuadrado perfecto (V)
- 3 es múltiplo de 5 (F)

Variable Proposicional

Es la representación de las proposiciones por medio de letras minúsculas: **p, q, r, s**, etc.. Lo que simplifica las operaciones

p: El aula A1-204 está en el 2do piso

q: El aula A1-204 es iluminada

r: El 5 es un entero par”

s: La Tierra es el único planeta con vida en el universo

t: El aula A1-204 no está iluminada

u: Un decenio tiene 10 años

Enunciado abierto

Llamado también función proposicional, es toda expresión que se refiere a números; esta conformado por constantes y variables.

- Goza de la propiedad de transformarse en proposición al sustituir la variable o variables por constantes.

Ejemplos:

Enunciado abierto

Proposición para $2x + 5 = 3x + 1$ (V)

Enunciado abierto

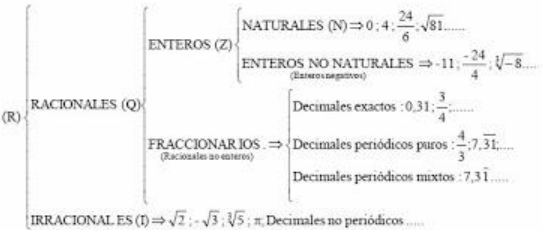
$$x = 4$$

Proposición para $5x + 12 = x + 16$ (F)

$$x = 2$$

Enunciado abi

ESQUEMA DE CLASIFICACIÓN DE LOS NÚMEROS



- Además todo enunciado abierto se transforma en una proposición anteponiéndole “**para todo**” \forall o “**Existe**” \exists ; que son llamados cuantificadores

Ejemplos:

Enunciado abierto	$P(x) = \{x \in N / x + 3 > 8\}$
Proposición	$P(x) = \{\exists x \in N / x + 3 > 8\}$
Enunciado abierto	$Q(x) = \{x \in Z / x + 7 < 2\}$
Proposición	$Q(x) = \{\forall x \in Z / x + 7 < 2\}$

Tipos de proposiciones

Clases de Proposiciones

Simples o atómicas

Carecen de conectores lógicos.

No pueden dividirse en más de dos proposiciones.

Compuestas o moleculares

Están unidos por conectores lógicos.

Pueden ser separadas en más de una proposición simple.

PROPOSICIONES SIMPLES ATÓMICAS o elementales

- Es la proposición en su forma más elemental, consta de uno o varios sujetos y de un solo predicado que afirma algo en torno a dichos sujetos.
- son remplazadas, por una sola variable proposicional

Ejemplos:

El río Rímac es llamado “El Hablador” p

La tierra es un planeta del sistema solar q

Ejemplos:

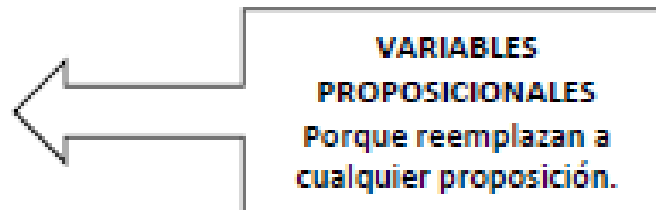
- a) 8 es un número par.
- b) Juan tiene más edad que Pedro.
- c) 7, 9, 11 son primos entre sí.
- d) Seré un buen profesional en mecánica automotriz(Aquí el sujeto está tácito y es "yo")

Notación: Las proposiciones simples o atómicas se simbolizan por letras:

p, q, r, s, t

p_1, p_2, p_3

P, Q, R, S, T



Así por ejemplo, la proposición "Hoy día hay clases de matemática", lo podemos representar por la variable p , de tal forma que resulta.

$P = \text{"Hoy día hay clases de matemática"}$

PROPOSICIÓN COMPUESTAS O MOLECULARES

- Es la proposición que está constituida por dos o más proposiciones simples o atómicas, o es una negación.

Ejemplos

- Las gallinas no tienen cuatro patas. No p
- Juan es médico y psicólogo q y r

"La matemática es divina"

"La lógica es interesante"

Con ellas se puede formar proposiciones compuestas tales como:

- a) La matemática es divina *y* la lógica es interesante.
- b) La matemática es divina *o* la lógica es interesante.
- c) Si la matemática es divina, *entonces* la lógica es interesante.
- d) La matemática *no* es divina.

Premisas

1. Mañana es miércoles o mañana es jueves.
 2. Mañana **no** es jueves.
 3. **Por lo tanto**, mañana es miércoles.
- Es un argumento válido. Quiere decir que es imposible que las **premisas** (1) y (2) sean verdaderas y la conclusión (3) falsa.

Validez

1. Hoy está soleado **o** está nublado.
 2. Hoy **no** está nublado.
 3. **Por lo tanto**, hoy está soleado.
- La **validez** de los dos argumentos anteriores depende del significado de las expresiones **«o»** y **«no»**.

Conectivas lógicas u operadores proposicionales

Llamados también “operadores”, “signos de enlace”, “conectores, etc. Son usados en las operaciones lógicas.

Los mas importantes son: la negación, conjunción, disyunción (fuerte débil) condicional y bicondicial.

1. **Ni** está soleado **ni** está nublado.

2. **No** está nublado.

3. **Por lo tanto**, está soleado.

1. **Ni** p **ni** q

2. **No** q

3. **Por lo tanto**, p

Conectiva	Expresión en el lenguaje natural	Ejemplo	Símbolo en este artículo	Símbolos alternativos
Negación	no	No está lloviendo.	\neg	\sim
Conjunción	y	Está lloviendo y está nublado.	\wedge	$\&$.
Disyunción	o	Está lloviendo o está soleado.	\vee	
Condicional material	si... entonces	Si está soleado, entonces es de día.	\rightarrow	\supset
Bicondicional	si y sólo si	Está nublado si y sólo si hay nubes visibles.	\leftrightarrow	\equiv
Disyunción opuesta	ni... ni	Ni está soleado ni está nublado.	\downarrow	
Disyunción exclusiva	o bien... o bien	O bien está soleado, o bien está nublado.	\leftrightarrow	\oplus, \neq, W

CONECTIVAS LOGICAS

Conectiva: Negación (\sim)

Puede afectar a una sola proposición o a un conjunto de ellas. Puede ser:

1.1 Simple : Usa la partícula: No, jamás, nunca, ni sub, infra, des, etc. Cambia el valor de verdad de una proposición simple.

Ejemplos:

El Rímac NO es llamado “El Hablador”

$\sim p$

La tierra NO es un planeta del sistema solar

$\sim q$

1.2 compuesta: Usa no es cierto que, no es el caso que, es falso que, no es verdad que, es

imposible que, no es que, etc. Niega al operador mas no a la variable proposicional.

➤ Es imposible que Juan ni estudie ni trabaje $\sim p$

➤ No es el caso que franco escriba o juegue $\sim q$

➤ El General de San Martin no nació en el Perú. $\sim p$

➤ No es cierto que la pizarra sea blanca y el plumón sea negro $\sim(p \text{ y } q)$

Ejemplo

Ejemplo

p : Nuestro salón está en el 2do piso.

$\neg p$: Nuestro salón **no** está en el 2do piso.

$\neg p$: **No es cierto que** nuestro salón esté en el 2do piso.

Si p es verdadera entonces $\neg p$ es falsa. En cambio, si p es falsa, $\neg p$ es verdadera.

La tabla de verdad

Ejercicio 1

- La proposición “Juan es un abogado y profesor”,
- se puede descomponer en las proposiciones. “***Juan es abogado***” y “***Juan es profesor***”, que son proposiciones en su forma más elemental, que constan de un sujeto: ***Juan*** y de un predicado: es abogado, en el primer caso, o es profesor en el segundo. Estas proposiciones reciben el nombre de proposiciones **simples o atómicas**. De ahí que, la proposición “Juan es un abogado y profesor”, no es simple, y se llama **compuesta o molecular**.

Ejercicio 2

- La proposición “Rosa y María son amigas”,
- no se puede descomponer en otras proposiciones simples, pues si las descompondríamos en “Rosa es amiga” y “María es amiga”, estas no son proposiciones porque no tiene sentido decir que son verdaderas o falsas. **Por lo tanto, esta proposición es simple**, y consta de dos sujetos y un predicado y equivale a decir “Rosa es amiga de María”.

Ejercicio 3

- La proposición “Un número no es positivo”,
- es la negación de la proposición “Un número es positivo”, que es una proposición simple o atómica, de tal manera que la negación de ésta, no constituye una proposición simple, sino molecular o compuesta.

tablas de verdad

Que son las Tablas de verdad

Una tabla de verdad, o tabla de valores de verdad, es una tabla que muestra el valor de verdad de una proposición compuesta, para cada combinación de verdad que se pueda asignar.

Fue desarrollada por Charles Sanders Peirce por los años 1880

1. negación

Negación: El valor de verdad de la negación es el contrario de la proposición negada

P	$\neg P$
1V	0F
0F	1V

2. Conjunción:

Conjunción: Solamente si las componentes de la conjunción son ciertas, la conjunción es cierta.

P	Q	$P \wedge Q$
1V	1V	1V
1V	0F	0F
0F	1V	0F
0F	0F	0F

3. Disyunción:

Disyunción: La disyunción solamente es falsa si lo son sus dos componentes.

P	Q	$P \vee Q$
1V	1V	1 V
1V	0F	1 V
0F	1V	1 V
0F	0F	0 F

4. condicional

Condicional: El condicional solamente es falso cuando el antecedente es verdadero y el consecuente es falso. De la verdad no se puede seguir la falsedad.

P	Q	$P \rightarrow Q$
1V	1V	1V
1V	0F	0F
0F	1V	1V
0F	0F	1V

5. Bicondicional:

Bicondicional: El bicondicional solamente es cierto si sus componentes tienen el mismo valor de verdad.

P	Q	$P \leftrightarrow Q$
1V	1V	1V
1V	0F	0F
0F	1V	0F
0F	0F	1V

Resumen

Negación

A	\neg	A
V		F
F		V

Conjunción

A	B	\wedge	B
V	V	V	
V	F	F	
F	V	F	
F	F	F	

Disyunción

A	B	\vee	B
V	V	V	
V	F	V	
F	V	V	
F	F	F	

Condicionalidad

A	B	\rightarrow	B
V	V	V	
V	F	F	
F	V	V	
F	F	V	

Bicondicionalidad

A	B	\leftrightarrow	B
V	V	V	
V	F	F	
F	V	F	
F	F	V	

Ejercicio 1

$(p$	\vee	$q)$	\leftrightarrow	$(q$	\vee	$p)$
1	1	1	1	1	1	1
1	1	0	1	0	1	1
0	1	1	1	1	1	0
0	0	0	1	0	0	0
1°		2°		1°		

Ejercicio 2

$(p$	\wedge	$q)$	\rightarrow	p
1	1	1	1	1
1	0	0	1	1
0	0	1	1	0
0	0	0	1	0
	1º		2º	

$(p$	\vee	$q)$	\rightarrow	q
1	1	1	1	1
1	1	0	0	0
0	1	1	1	1
0	0	0	1	0
	1º		2º	

Ejercicio 3

$[(p \rightarrow q) \wedge \neg q] \rightarrow \neg p$	p	q	$\neg q$	$(p \rightarrow q)$	$\neg p$	$(p \rightarrow q) \wedge \neg q$	$\neg p$
1	1	1	0	1	0	0	0
1	0	0	1	1	1	1	1
0	1	1	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0



UNIVERSIDAD DE
SAN BUENAVENTURA

Gracias



Acreditación Institucional
DE ALTA CALIDAD
VÁLIDA POR CUATRO (4) AÑOS
RESOLUCIÓN 10780 DEL 25 DE MAYO DE 2017