

# **INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE LA LÓGICA DIFUSA**

**Prof. Alberto J. Hurtado B.  
IIES-GEIN**

**Seminario Teoría de la Incertidumbre  
A-2011**

---

## **1. Principio del Tercio Excluido (Aristóteles, s. IV A.C.)**

---

Una proposición puede ser falsa o verdadera pero nunca falsa y verdadera a la vez

¿La tierra es esférica?

¿Juan es alto?

¿Eliana es pobre?

¿Venezuela es un país subdesarrollado?

## **2. Principio de la Simultaneidad Gradual**

Un hecho puede ser verdad o mentira a la vez, siempre y cuando se le asigne un grado a la verdad y un grado a la mentira

## Ejemplo: Evaluación del tamaño de un grupo de alumnos

---

- |                     |           |
|---------------------|-----------|
| • 2 metros          | Alto      |
| • 1 metro con 30 cm | Bajo      |
| • 1 metro con 80 cm | Casi Alto |
| • 1 metro con 50 cm | Casi Bajo |

### Ventajas:

- ✓ Termite ahondar en las posibilidades que existen entre lo alto y lo bajo
- ✓ Toma en cuenta la información vaga, subjetiva y difícil de tratar por los modelos tradicionales
- ✓ Da espacio a opiniones, expresiones y características sobre un hecho científico

### 3. Teoría de la Lógica Difusa

---

Disciplina que permite trasladar el lenguaje común, subjetivo, impreciso y en muchos casos no cuantificable, a un lenguaje matemático formal a partir de considerar que la certeza de una proposición es una cuestión de grados

*Grados de Pertenencia*

- Verdadero y Falso
- Alto y Bajo
- Negro y Blanco
- Eficiente e Ineficiente
- Pobre y No Pobre



## Escala semántica o endecadaria

---

- 0: Falso
- .1: Prácticamente falso
- .2: Casi falso
- .3: Cercano a falso
- .4: Más falso que verdadero
- .5: Tan falso como verdadero
- .6: Más verdadero que falso
- .7: Cercano a verdadero
- .8: Casi verdadero
- .9: Prácticamente Verdadero
- 1: Verdadero

## 4. Conjunto Borroso

---

Conjunto para el cual la pertenencia de un elemento está definida de forma difusa o borrosa

- Noción de pertenecía

a.  $\in$  o  $\notin$

Conjunto de Frutas

b. Función característica

b.1  $x \rightarrow \{0, 1\}$

b.2 Restricción Difusa:

$x \rightarrow [0, 1]$

Grados de pertenencia: valores que varían entre 0 (no pertenencia en absoluto) y 1 (pertenencia total)

## 5. Subconjunto Borroso

Colección de objetos bien especificados y bien distintos que pertenecen al conjunto borroso referencial

## 6. Números Borrosos

Es un subconjunto borroso,  $A$ , normal, convexo y cuyo conjunto referencial son los números reales. Instrumento de la lógica difusa para representar cuantías estimadas u observadas de forma difusa

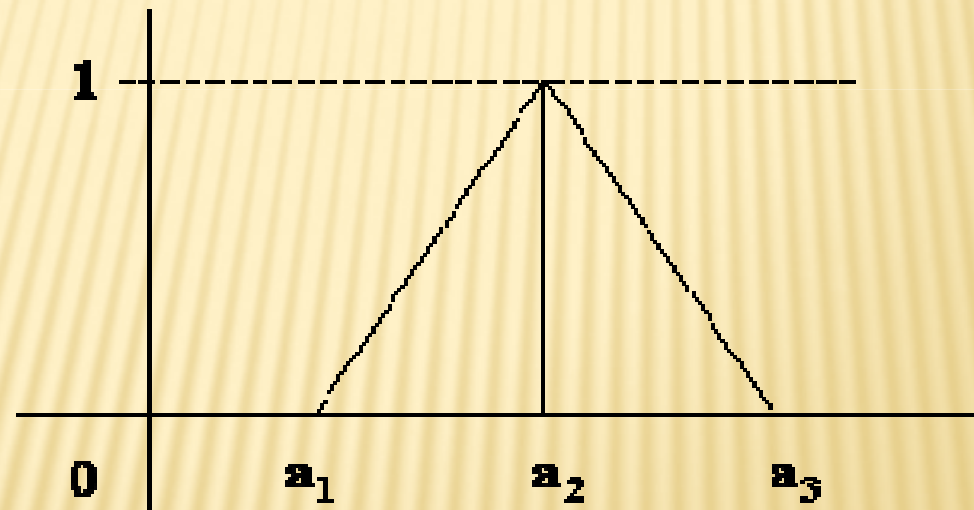
### 6.1. Tipos de Números Borrosos

a. Número borroso dupla:  $[a_1, a_2]$

Tipo de número que describe la existencia de un fenómeno a través de un umbral

b. Número borroso triangular:  $[a_1, a_2, a_3]$

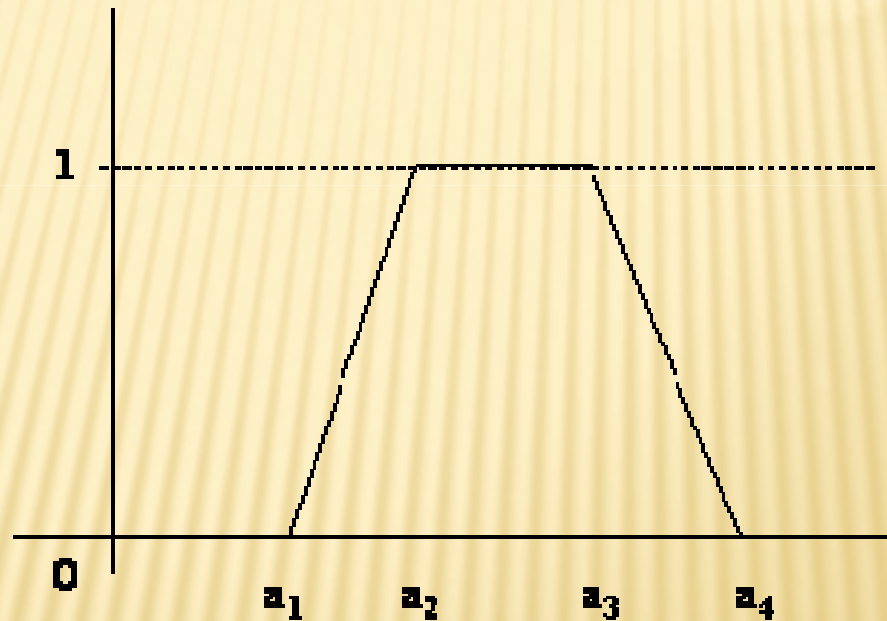
Número borroso que se estructura por un intervalo de confianza,  $[a_1, a_3]$ , al cual se le añade un máximo de presunción,  $[a_2]$ , que representa el valor más posible en que se dará el acontecimiento o hecho en estudio y por tanto alcanza el grado de presunción 1





c. Número borroso trapezoidal:  $[a_1, [a_2, a_3], a_4]$

Número borroso que se estructura por un intervalo de confianza,  $[a_1, a_4]$ , al cual se le añade un máximo de presunción expresado por un intervalo,  $[a_2, a_3]$



## 6.2. Operaciones con Números Borrosos

Teniendo dos subconjuntos borrosos:

$$\underline{A} = [3, 7] \text{ y } \underline{B} = [2, 6]$$

Se cuenta con las siguientes técnicas para el cálculo de números borrosos (Kaufmann y Aluja, 1992):

a. Suma:  $[a1, a2] (+) [b1, b2] = [a1 + b1, a2 + b2]$

La suma de subconjuntos borrosos es una operación lineal

b. Resta:  $[a1, a2] (-) [b1, b2] = [a1 - b2, a2 - b1]$

La resta de subconjuntos borrosos no es una operación lineal

c. Multiplicación:  $[a1, a2] (x) [b1, b2] = [a1 \times b1, a2 \times b2]$

La multiplicación de subconjuntos borrosos es una operación lineal

d. División:  $[a1, a2] (: ) [b1, b2] = [a1 : b2, a2 : b1]$

La división de subconjuntos borrosos no es una operación lineal

Estas operaciones son aplicables a cualquier tipo de número borroso

## 7. Áreas de Aplicación

---

Por reflejar en modelos formales entendibles y comprensibles a la razón humana toda información y conocimiento con un alto grado de incertidumbre, la lógica difusa se ha utilizado en:

- ✓ Medicina: Diagnósticos de acupuntura y análisis de ritmos cardiacos
- ✓ Administración: Identificación de alternativas durante la evaluación y formulación de proyectos de inversión
- ✓ Ingeniería: Sistemas de frenado y cambio de marcha automáticos en automóviles; sistema de frenado y funcionamiento de trenes, metros y ascensores
- ✓ Computación: Desarrollo de redes neuronales, teorías de grafos e inteligencia artificial
- ✓ Entre otras áreas del conocimiento



## 8. Asignación de Actividades

---

Análisis Crítico del artículo:

*Matemática borrosa: algunas aplicaciones.* Rico, M. y Tinto, J. (2008)

## 9. Conclusiones

## Clase N° 2

- Recapitulación
  - Principio de Tercio Excluido
  - Principio de simultaneidad gradual
  - Conjunto borroso
  - Subconjunto borroso
  - Números borrosos
  - Tipos de Números borrosos
  - Operaciones con números borrosos
  - Asignación de actividades
  - Conclusiones
-