

# Sistemas basados en lógica difusa



Por  
Claudia Jiménez Ramírez, Ph.D

# Contenido

1. Aspectos generales.
2. Tipos de sistemas basados en lógica difusa.
3. Ejemplos.

# Antecedentes

Las matemáticas **discretas**, son fundamentales en la computación. Sin embargo, presentan limitaciones para poder representar la imprecisión o la gradualidad.

## Lógica booleana o bivaluada

Verdadero – Falso

Negro – Blanco

Día – Noche

Enfermo - Sano

La palabra Digital se emplea para referirnos a todos aquellos dispositivos que emplean el sistema binario para representar o almacenar información. El sistema binario es el lenguaje de las computadoras y está constituido únicamente por dos valores (por eso es binario) el número 1 y el número 0.



# Información Imprecisa

---

- Debida a una limitada gradación de los equipos o aparatos.
- Originada por una componente aleatoria inexplicable en los fenómenos.
- Vaguedad del lenguaje, modelos y tipos de datos usados (información cualitativa).

# Ejemplos de palabras vagas o imprecisas

Quiero la lista de hoteles  
“cercanos” al centro o  
“económicos” en Madrid.

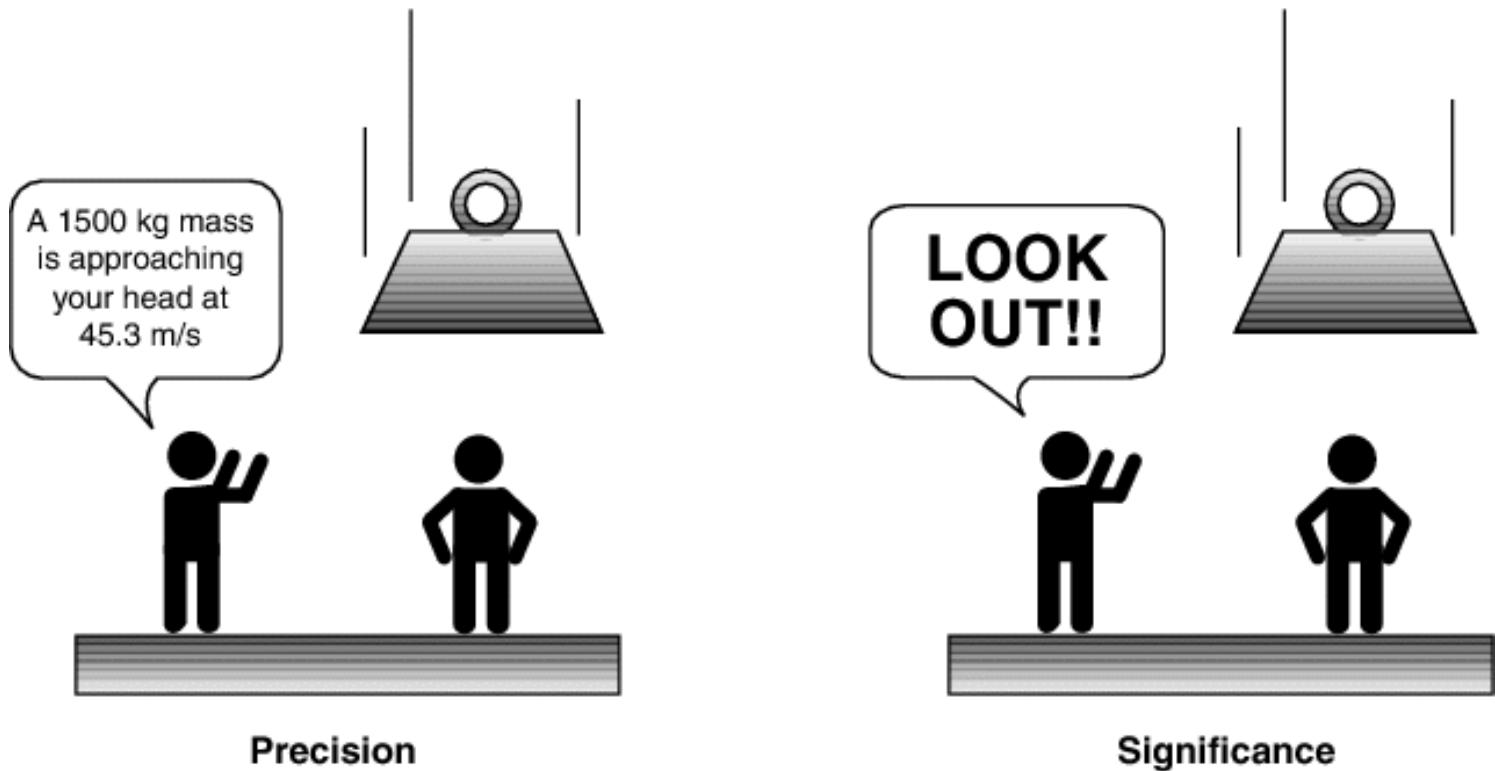


Si “domina” el inglés y le va “bien”  
en matemáticas entonces es “apto”  
para esa carrera.

Si tiene una “alta” escolaridad y  
“muchacha” experiencia, gana un  
salario “alto”



# Precisión e importancia



Fuente: Documentación de Matlab

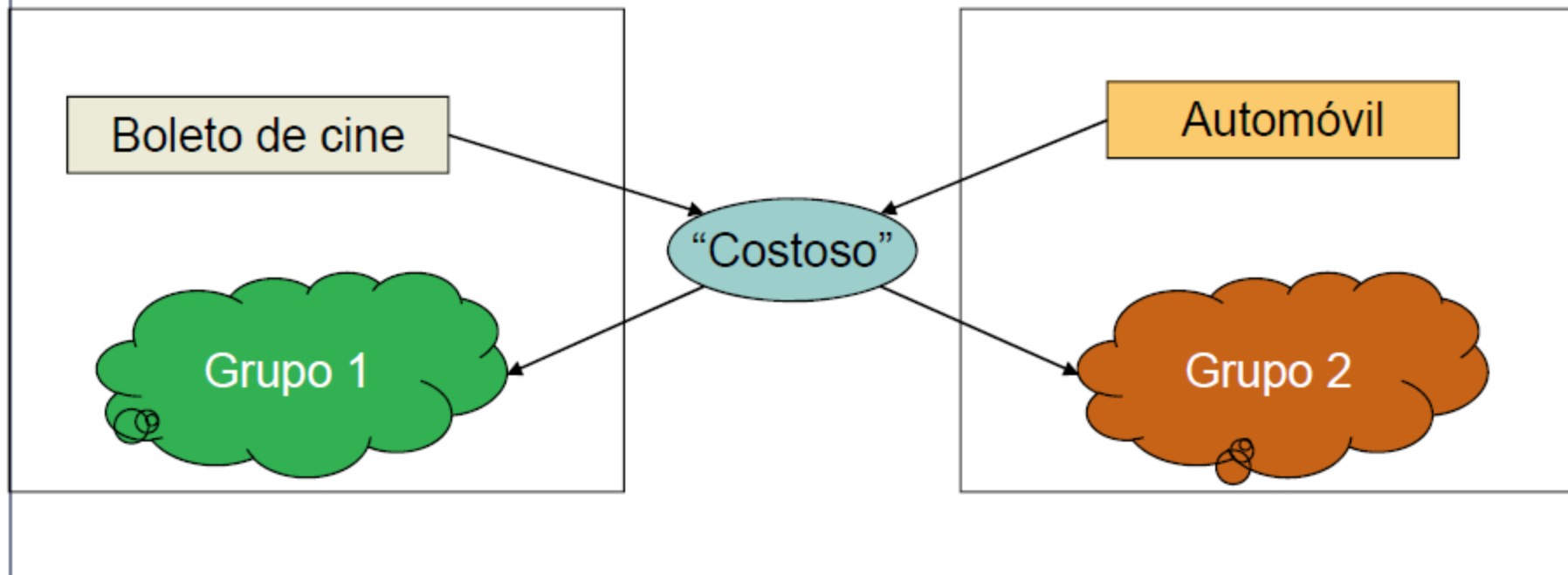
## Ventajas de los Sistemas basados en lógica difusa

Son sistemas basados en el razonamiento humano. Por tanto, son:

- ✓ Simples.
- ✓ Comprensibles.
- ✓ Rápidos en los cálculos.
- ✓ Aceptables en la práctica.

# Los términos imprecisos y los objetos

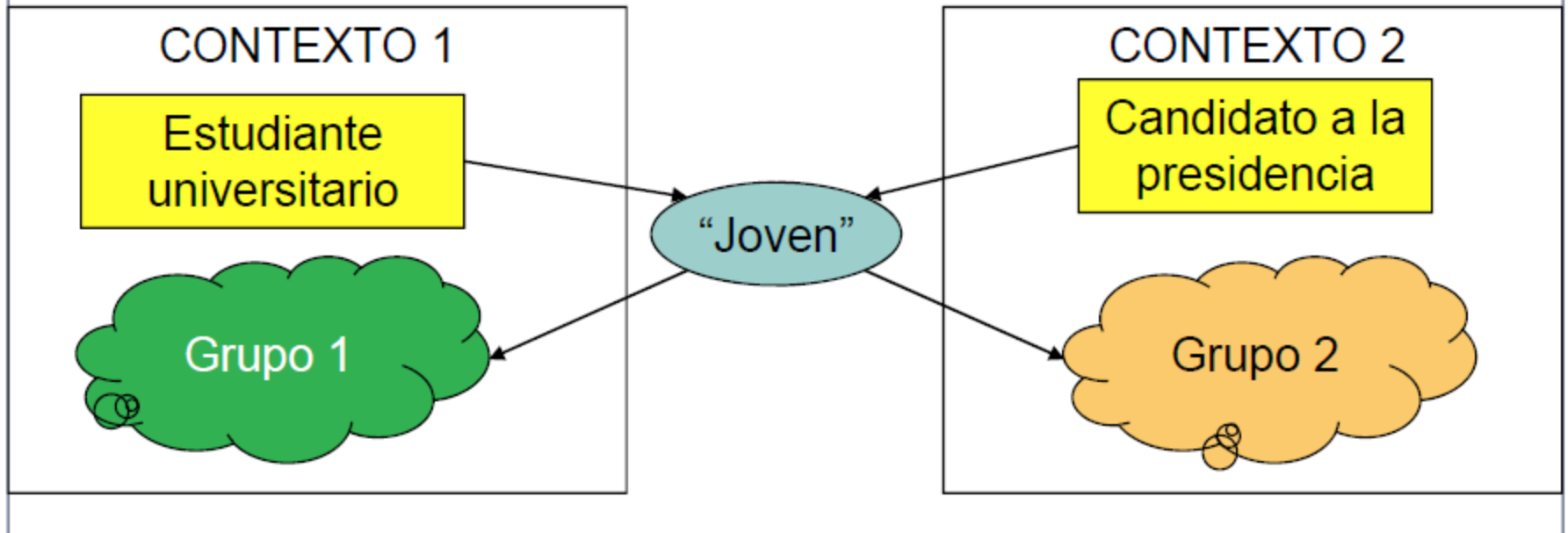
La semántica de los adjetivos depende del **objeto** al que se califica:





# Términos imprecisos y el contexto

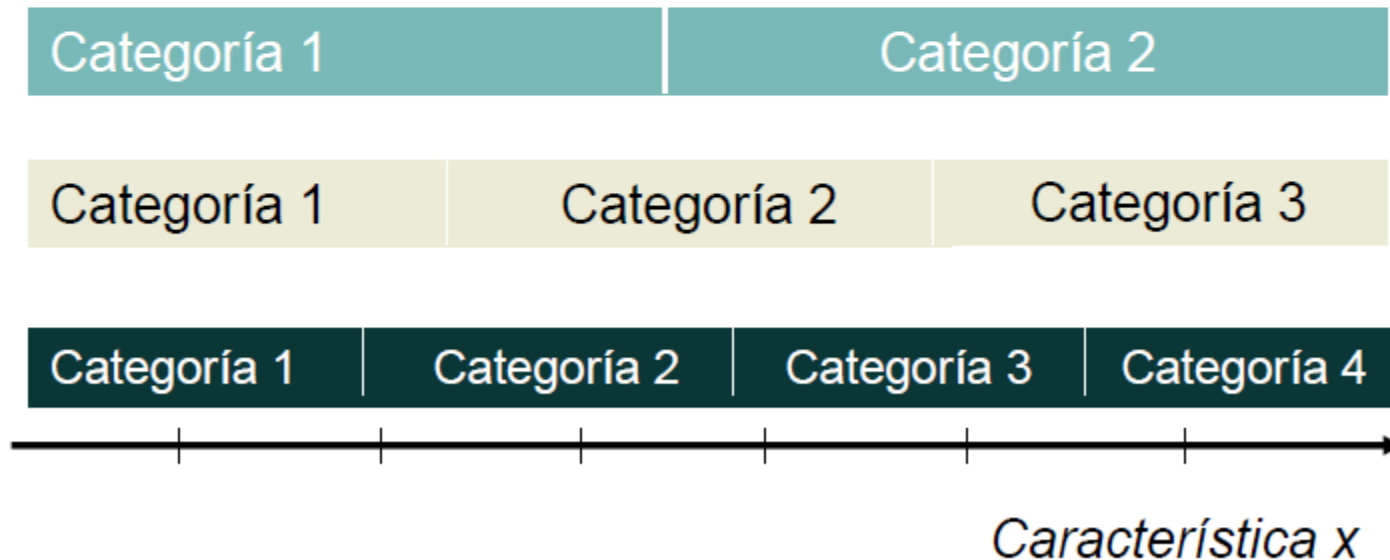
Aunque se trate del mismo objeto (sujeto), la semántica, también depende del contexto:



# Términos imprecisos y el nivel de granularidad

---

La semántica de la vaguedad, también depende del número de categorías considerado:

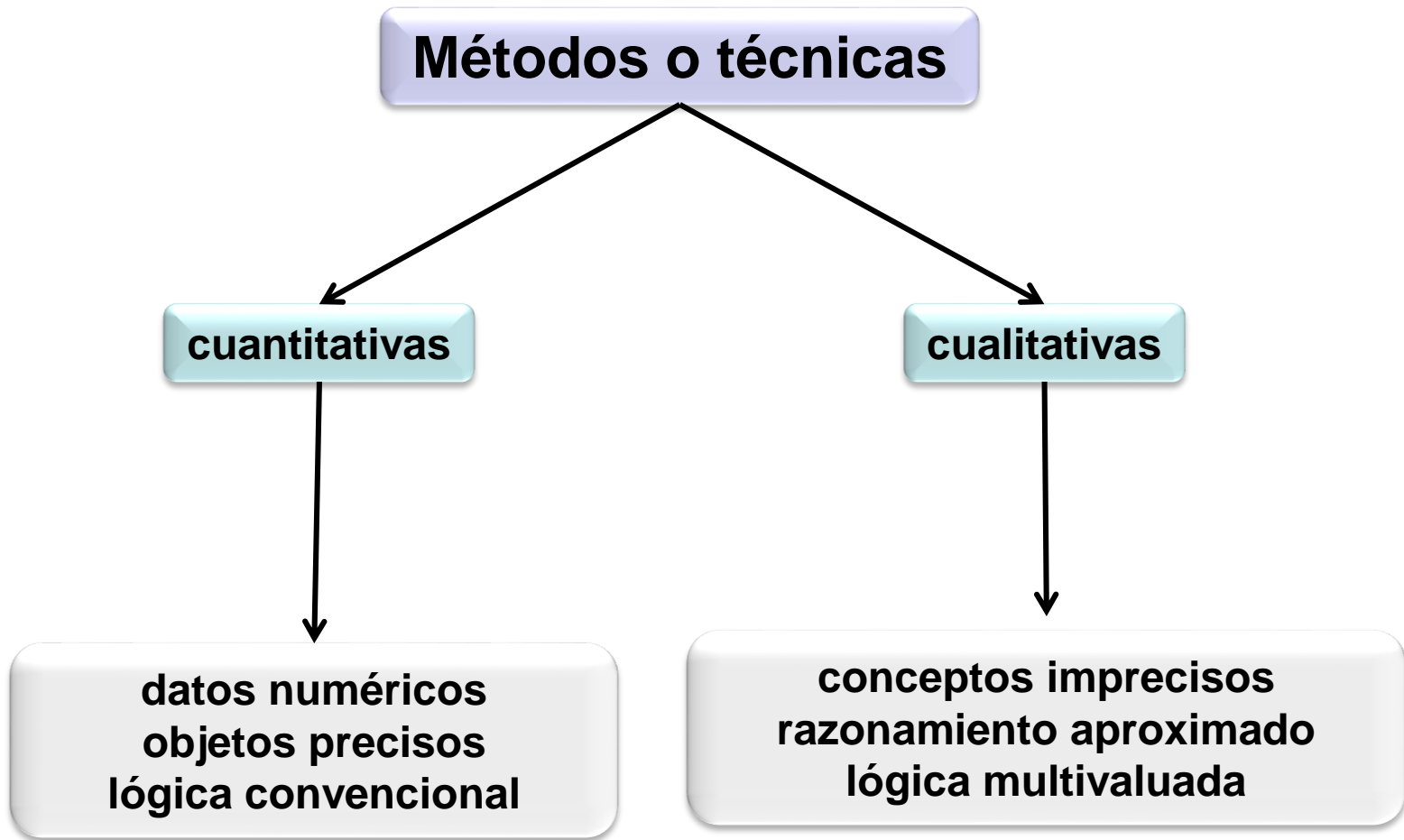


# Utilidad de la Lógica Difusa

---



- Aproximar los lenguajes de programación al lenguaje natural para facilitar la interacción humano-máquina.
- Control automático de aparatos.
- Reconocimiento de patrones.
- Toma de decisiones con información cualitativa.



# Representación de conjuntos difusos

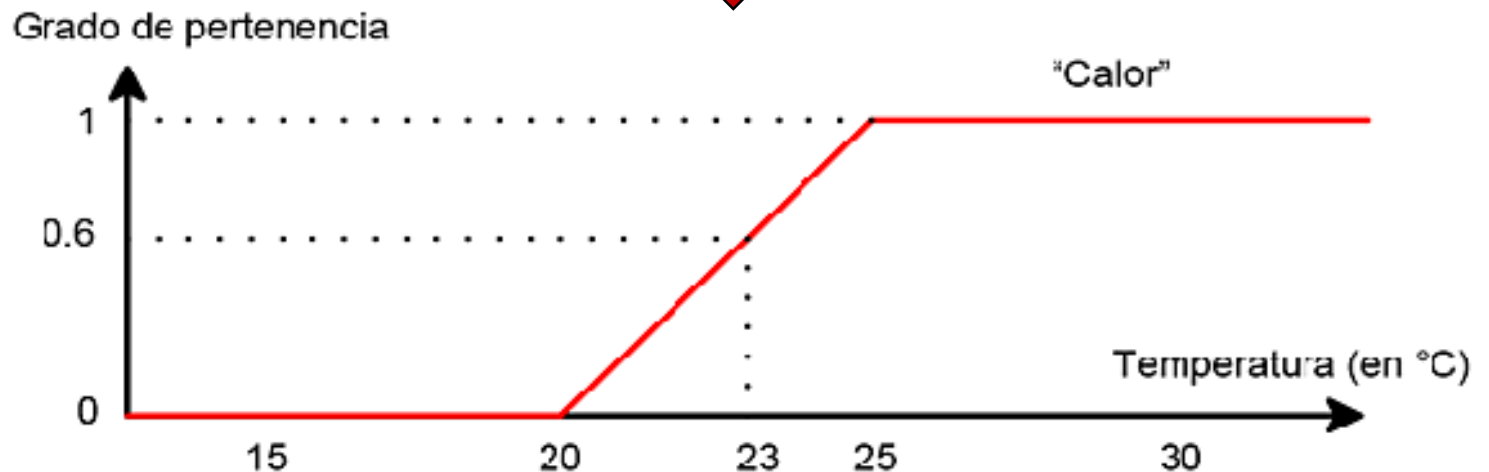
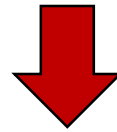
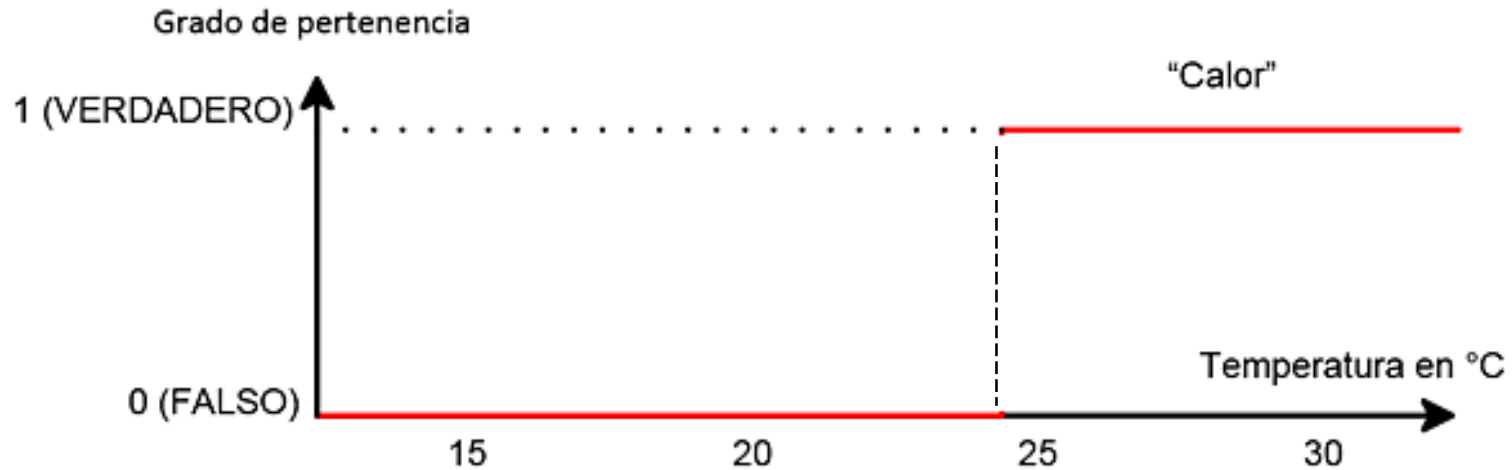
- **Convencional, basada en la lógica de Boole:**

Un elemento no puede pertenecer a varias clases o conjuntos. El grado de pertenencia a un conjunto es 0 o 1.

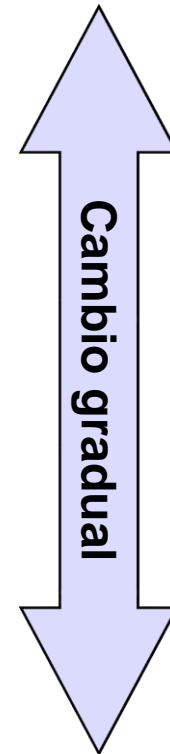
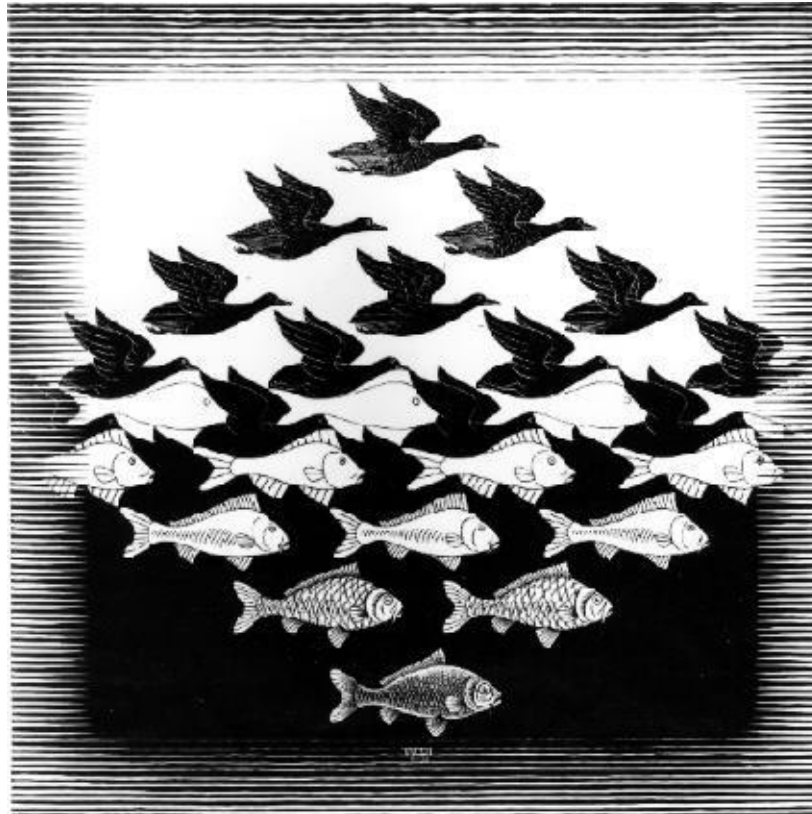
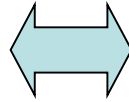
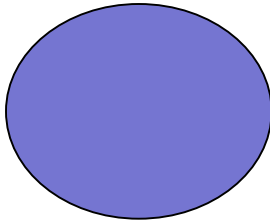
- **Basada en Teoría de Conjuntos Difusos:**

Un elemento puede pertenecer a varias categorías, con cierto grado en el intervalo  $[0,1]$ .

# De lo discreto a lo continuo

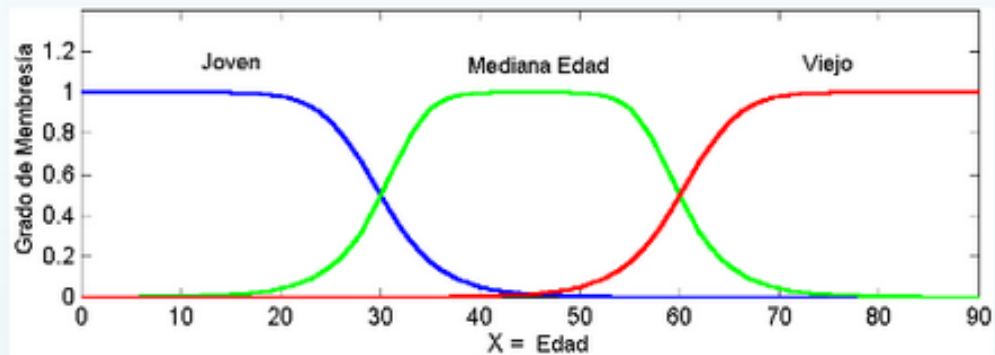
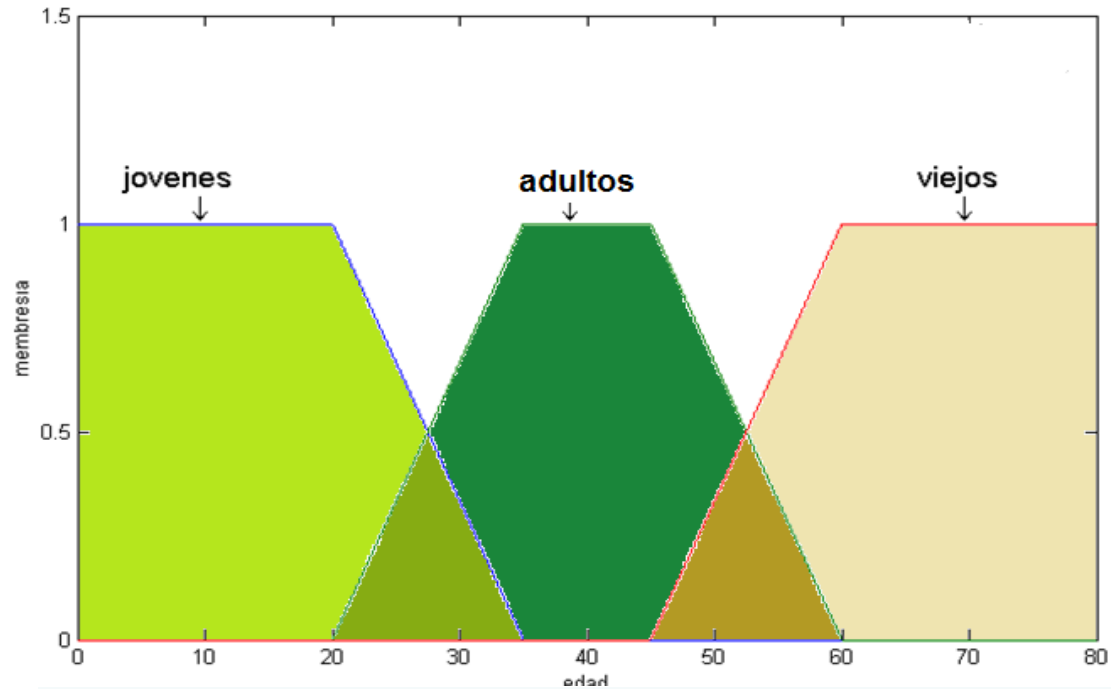


# Conjuntos nítidos vs. difusos



# Ejemplo de marco de cognición

Marco de cognición para la representación de las distintas edades de las personas



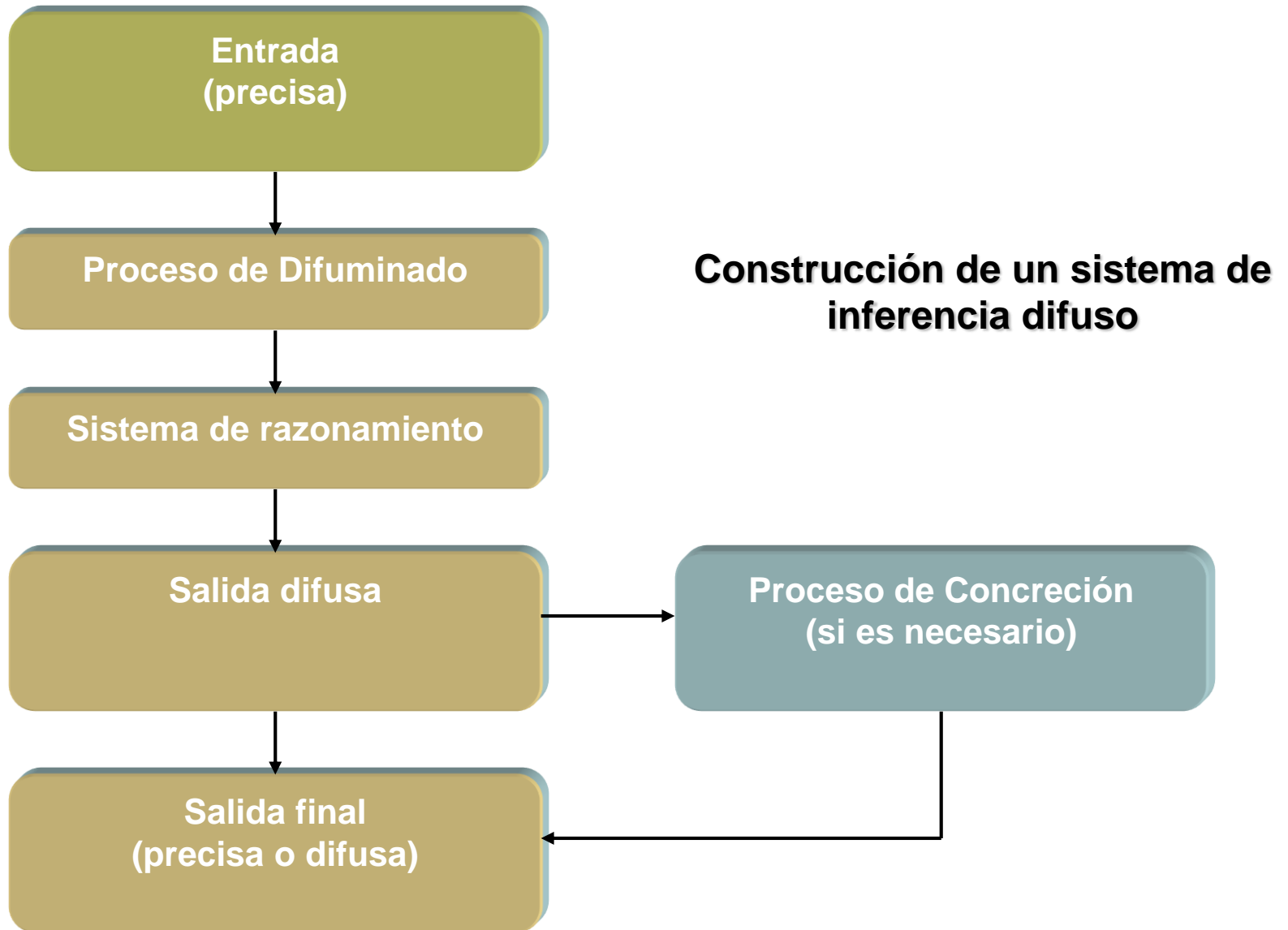


# Sistemas de Inferencia difusa convencional

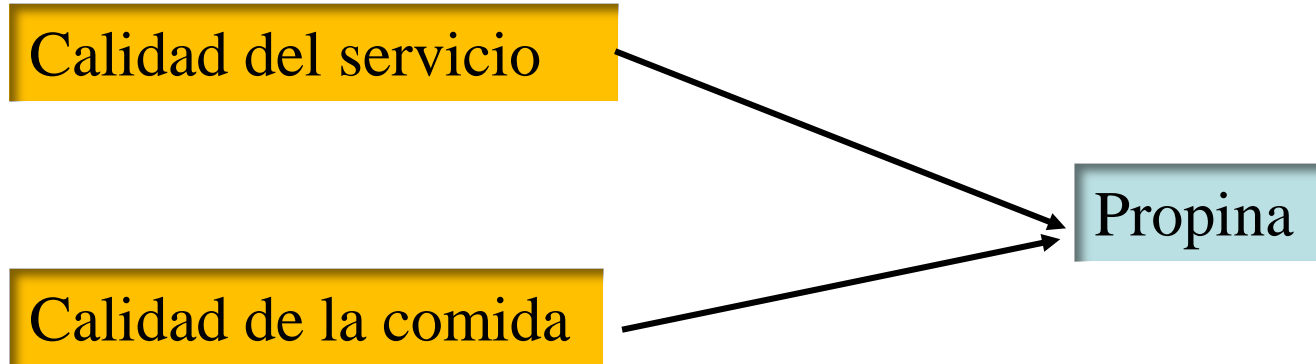


Se basan en reglas heurísticas de la forma **SI (antecedente) ENTONCES (consecuente)**. Ejemplos de reglas heurísticas para esta lógica:

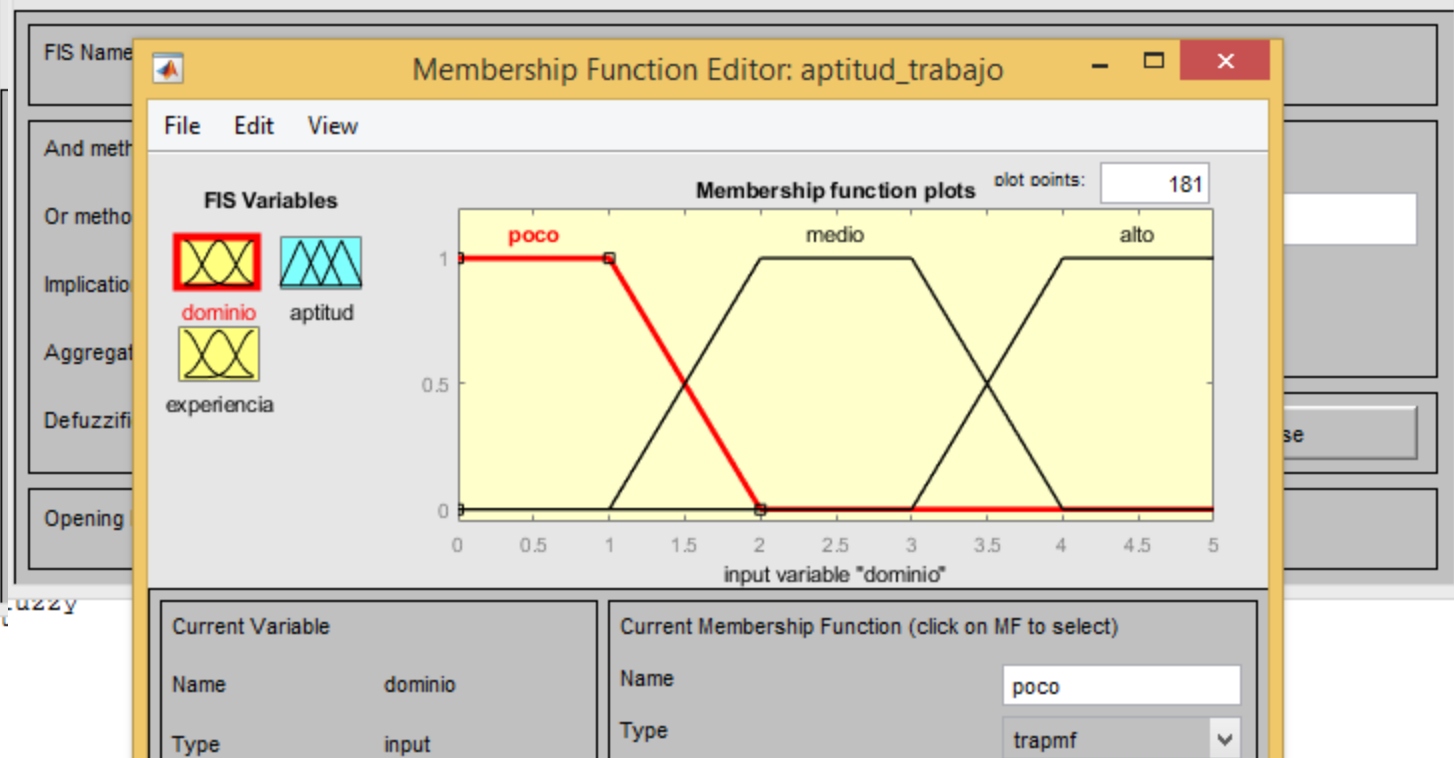
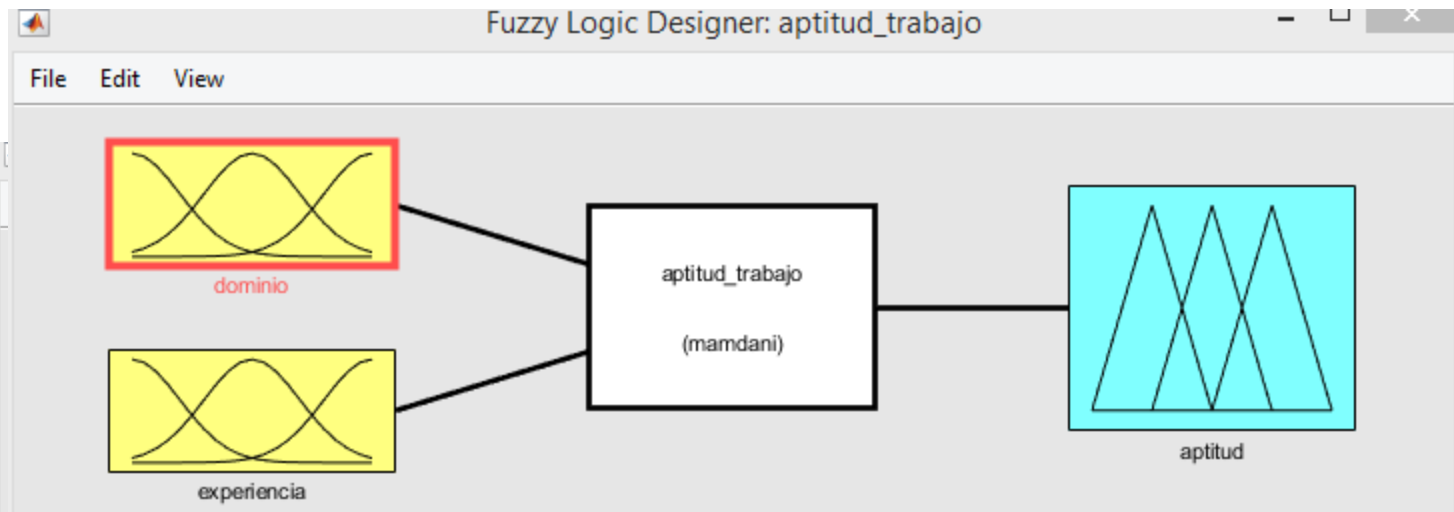
SI hace “muchísimo” calor ENTONCES disminuya “drásticamente” la temperatura.  
SI voy a llegar un “poco” tarde ENTONCES aumento “levemente” la velocidad.



# Modelo de Decisión y reglas de inferencia

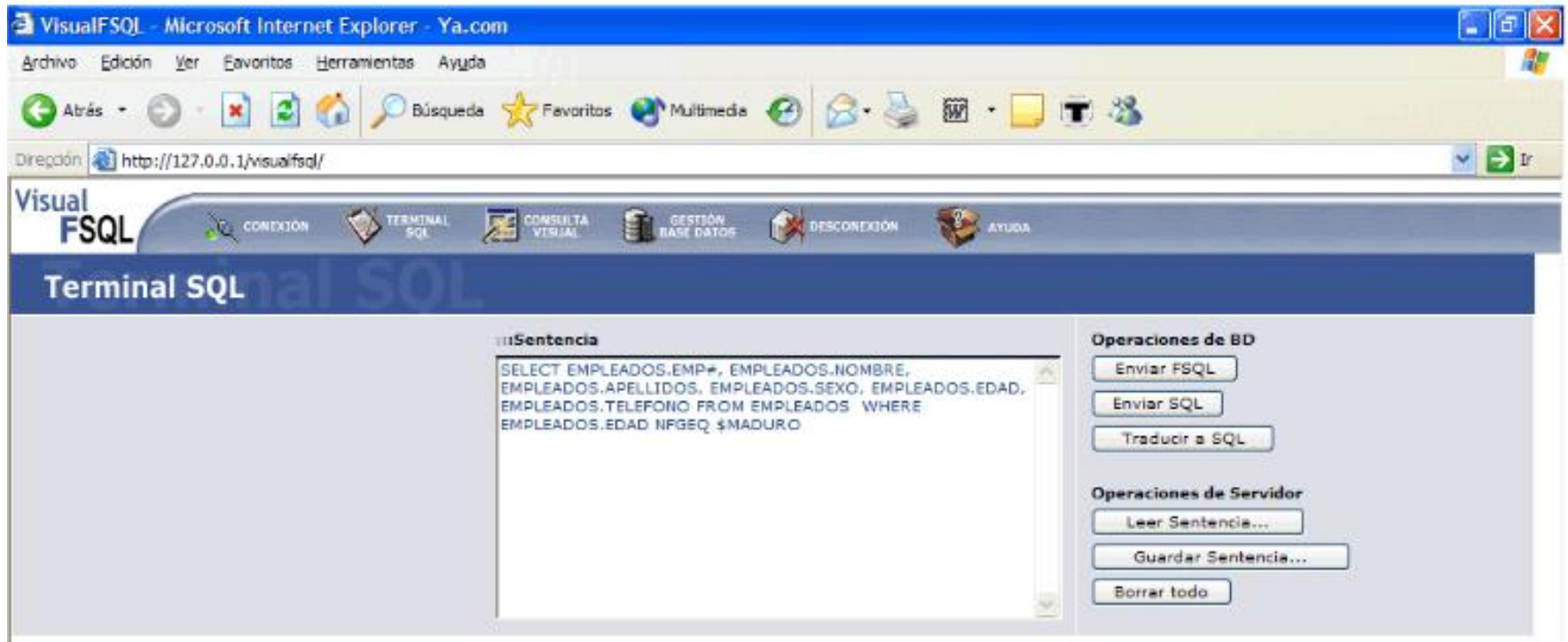


1. **SI** el servicio es malo y la comida regular, **ENTONCES** la propina es baja.
2. **SI** el servicio es bueno y la comida buena, **ENTONCES** la propina es buena.
3. **SI** el servicio es excelente y la comida excelente, **ENTONCES** la propina es generosa.



# Bases de datos difusas

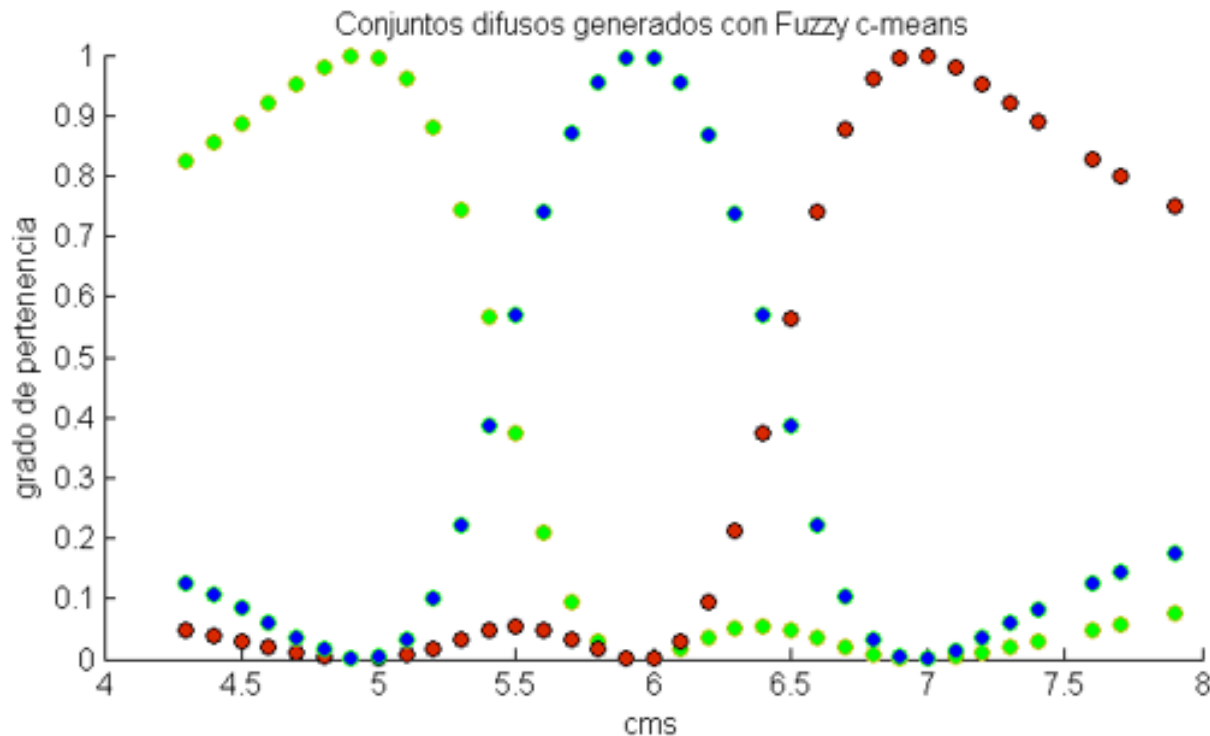
Consulta con FSQL, extensión del lenguaje SQL para admitir términos imprecisos



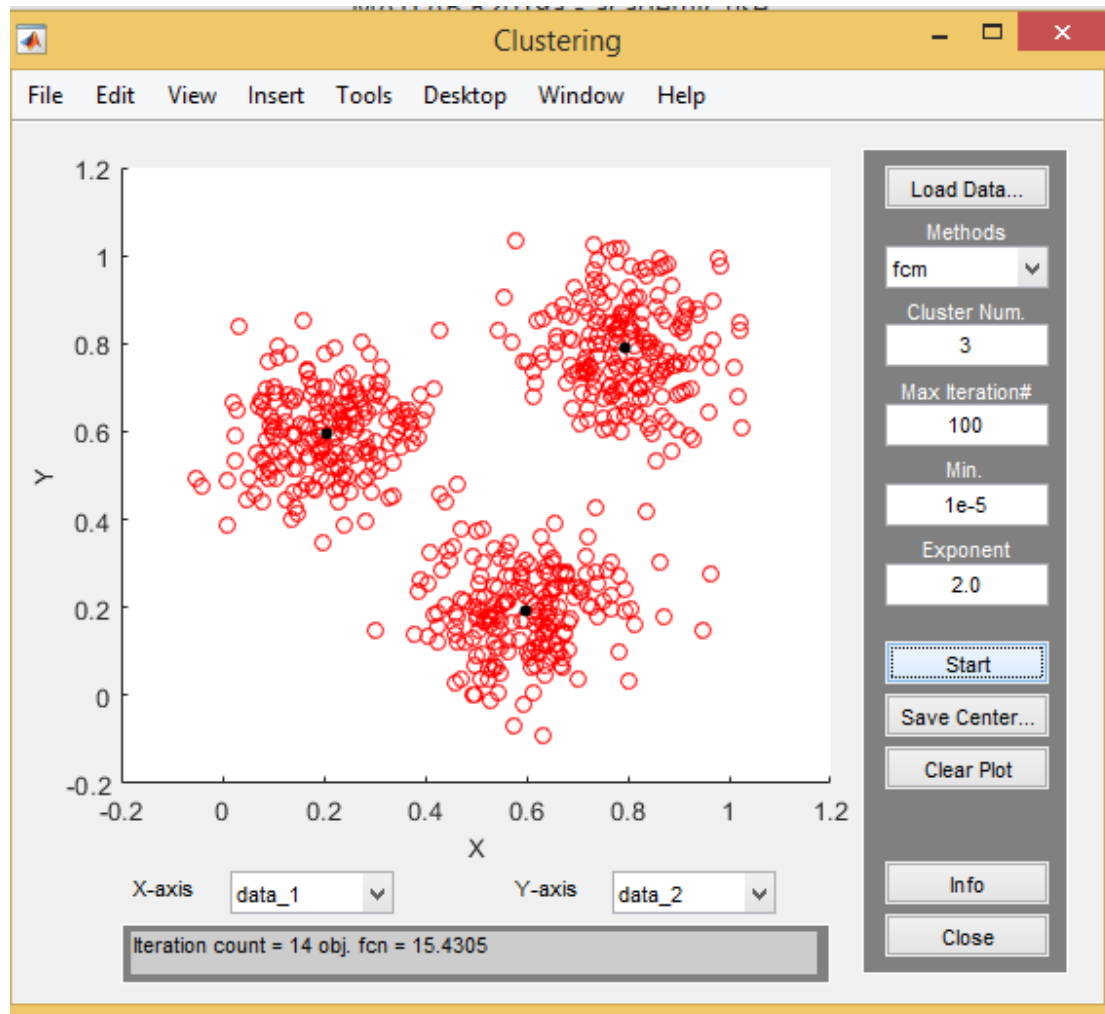
Fuente: Oliva, F. (2003)

# Minería de datos 1/3

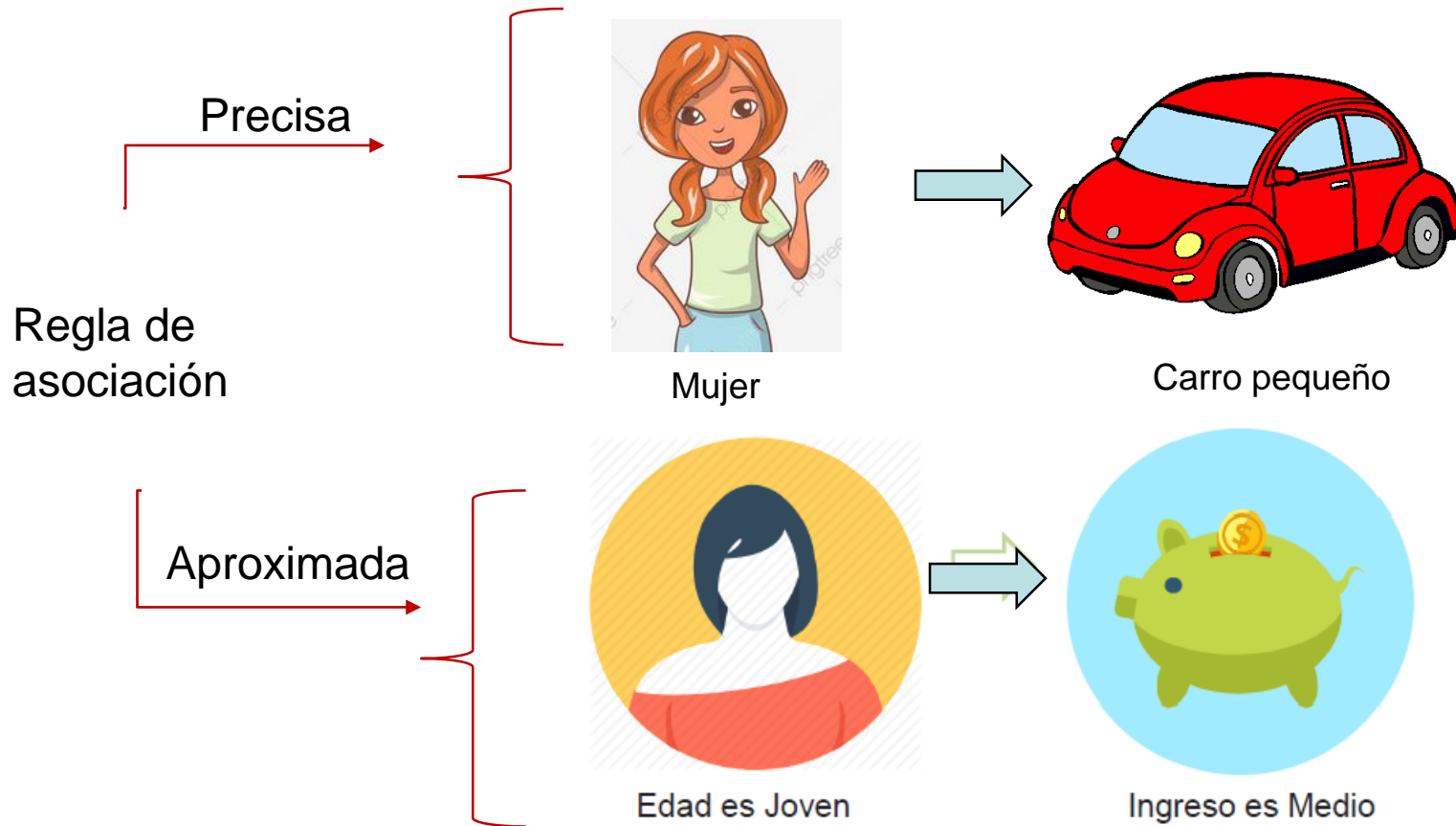
## 1. Agrupamiento difuso : C-medias difuso (Fuzzy C-Means, en inglés)



# Minería de datos 2/3



# Minería de datos 3/3





**Regla de asociación difusa:** escolaridad "alta"  $\Rightarrow$  salario es "alto"

Especificación  
de la regla

Validation of Association Rules

Origin

The elements that fulfill these conditions:

property	condition	not	adverb	adjective	connective
<input type="text" value="Mpg"/>	<input type="text" value="is"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="very"/>	<input type="text" value="high"/>	<input type="text"/>

is true that  of them also meet the following conditions?

property	condition	not	adverb	adjective	connective
<input type="text" value="Weight"/>	<input type="text" value="is"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="low"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Respuesta  
difusa

Answer

Elements that meet the first conditions	<input type="text" value="156"/> of <input type="text" value="498"/>	Elements that meet both set of conditions	<input type="text" value="124"/> of <input type="text" value="156"/>
	<input type="text" value="31%"/>		<input type="text" value="79 %"/>

# Productos comerciales basados en lógica difusa

---

Entre los productos inteligentes más comunes que llegan al ciudadano común basados en la Lógica Difusa están los siguientes:

- Lavadoras que regulan el uso del agua y detergente de acuerdo con el grado de suciedad de la ropa.
- El metro Senday en Japón.
- Medidores de presión sanguínea.
- Aspiradoras, ascensores, neveras, microondas... y muchos otros electrodomésticos.
- Cámaras de video y fotográficas con autofocus.
- Aire acondicionado que se autorregula en función de la temperatura que va registrando del ambiente.

## Lofty Zadeh, padre de la lógica difusa



Vea entrevista  
en <https://www.youtube.com/watch?v=DUsHLhn2f-8>

**Gracias por la atención**

**¿Preguntas?**