



Universidad
Internacional
de Valencia

RAZONAMIENTO APROXIMADO

Actividad Portafolio

Desarrollo de un Sistema Borroso

José Jesús La Casa Nieto

Índice general

Índice general	3
1. Apartado 1 - Dominio y uso inteligente del sistema	5
2. Apartado 2 - Reglas imprecisas sobre el dominio	7
3. Apartado 3 - Ejemplo de razonamiento aproximado en base a las reglas imprecisas	9
4. Apartado 4 - Ejemplo de razonamiento aproximado con números borrosos	13
5. Apartado 5 - Implementación de las reglas en FuzzyClips	17

Apartado 1 - Dominio y uso inteligente del sistema

El sistema que se va a plantear en la práctica consiste en un sistema de recomendación de películas, enfocado en ayudar al usuario a decidir a la hora de elegir una película. El sistema utilizará información sobre las películas disponibles, así como datos de preferencias del usuario, para sugerir títulos que puedan interesarle.

De esta manera, a través de algunos parámetros, se determinará si cierta película es una buena opción para verla según el usuario. Así, como aquellas que no sean una buena opción para el usuario y puedan ser descartadas o cambiadas por una película más afín.

Los parámetros que se han elegido para determinar cuándo una película es buena para visualizarse son:

- Preferencias del usuario, incluyendo películas previamente visualizadas y géneros preferidos (baja, media, alta).
- Valoraciones de otros usuarios (baja, media, alta).
- Reputación de los actores, experiencia del equipo técnico y calidad de dirección (baja, media, alta).

A partir de estos parámetros, se define la salida del sistema como grado de recomendación de la película para su visualización (baja, media, alta). Cuanto mayor sea, más se acercará la indicación a visualizar la película y, cuanto más bajo, menor será la recomendación.

Apartado 2 - Reglas imprecisas sobre el dominio

Tratamiento de las reglas imprecisas sobre el dominio.

- **R1:** Si "*Preferencias del usuario*" es alta, "*Valoraciones de otros usuarios*" es media y *Reputación del equipo humano*" es media, entonces "*Visualizar película*" es media.
- **R2:** Si "*Preferencias del usuario*" es alta, "*Valoraciones de otros usuarios*" es baja y *Reputación del equipo humano*" es baja, entonces "*Visualizar película*" es baja.
- **R3:** Si "*Preferencias del usuario*" es media, "*Valoraciones de otros usuarios*" es media y *Reputación del equipo humano*" es baja, entonces "*Visualizar película*" es media.
- **R4:** Si "*Preferencias del usuario*" es baja, "*Valoraciones de otros usuarios*" es media y *Reputación del equipo humano*" es baja, entonces "*Visualizar película*" es baja.
- **R5:** Si "*Preferencias del usuario*" es baja, "*Valoraciones de otros usuarios*" es alta y *Reputación del equipo humano*" es alta, entonces "*Visualizar película*" es alta.

Apartado 3 - Ejemplo de razonamiento aproximado en base a las reglas imprecisas

Regla que se va a utilizar:

- Si *Preferencias del usuario* es alta, *Valoraciones de otros usuarios* es media y *Reputación del equipo humano* es media, entonces *Visualizar película* es media.

Los parámetros de las variables del problema son los siguientes:

Preferencias del usuario	0.4 (Baja 0-5)	0.7 (Media 5-8)	0.9 (Alta 8-10)
Valoraciones de otros usuarios	0.2 (Baja 0-2)	0.6 (Media 3-4)	0.8 (Alta 4-5)
Reputación del equipo humano	0.5 (Baja 0-5)	0.8 (Media 5-8)	0.9 (Alta 8-10)
Visualizar película	0.3 (Baja 0-5)	0.6 (Media 5-8)	0.8 (Alta 8-10)

Figura 3.1: Parámetros de las variables del problema.

Componentes del motor de inferencia:

- **T-Norma:** Mínimo
- **T-Conorma:** Máximo
- **Complemento:** Negación clásica
- **Función implicación:** Lukasiewicz

CAPÍTULO 3. APARTADO 3 - EJEMPLO DE RAZONAMIENTO APROXIMADO EN BASE A LAS REGLAS IMPRECISAS

Se procede a realizar los cálculos. En primer lugar, aplico la T-Norma (mínimo).

$$(0,4 \quad 0,7 \quad 0,9) \wedge (0,2 \quad 0,6 \quad 0,8) \wedge (0,5 \quad 0,8 \quad 0,9) \rightarrow (0,3 \quad 0,6 \quad 0,8)$$

$$(0,4 \quad 0,7 \quad 0,9) \wedge (0,2 \quad 0,6 \quad 0,8) = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,4 & 0,4 \\ 0,2 & 0,6 & 0,7 \\ 0,2 & 0,6 & 0,8 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 0,2 & 0,4 & 0,4 \\ 0,2 & 0,6 & 0,7 \\ 0,2 & 0,6 & 0,8 \end{pmatrix} \wedge (0,5 \quad 0,8 \quad 0,9) = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,2 & 0,2 \\ 0,4 & 0,4 & 0,4 \\ 0,4 & 0,4 & 0,4 \\ 0,2 & 0,2 & 0,2 \\ 0,5 & 0,6 & 0,6 \\ 0,5 & 0,7 & 0,7 \\ 0,2 & 0,2 & 0,2 \\ 0,5 & 0,6 & 0,6 \\ 0,5 & 0,8 & 0,8 \end{pmatrix}$$

Ahora, aplico la función implicación de Lukasiewicz.

$$\begin{pmatrix} 0,2 & 0,2 & 0,2 \\ 0,4 & 0,4 & 0,4 \\ 0,4 & 0,4 & 0,4 \\ 0,2 & 0,2 & 0,2 \\ 0,5 & 0,6 & 0,6 \\ 0,5 & 0,7 & 0,7 \\ 0,2 & 0,2 & 0,2 \\ 0,5 & 0,6 & 0,6 \\ 0,5 & 0,8 & 0,8 \end{pmatrix} \rightarrow (0,3 \quad 0,6 \quad 0,8) = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0,9 & 1 & 1 \\ 0,9 & 1 & 1 \\ 0,9 & 1 & 1 \\ 0,9 & 1 & 1 \\ 0,9 & 1 & 1 \\ 0,9 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0,8 & 1 & 1 \\ 0,7 & 1 & 1 \\ 0,7 & 1 & 1 \\ 0,8 & 1 & 1 \\ 0,6 & 0,9 & 1 \\ 0,6 & 0,9 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0,8 & 1 & 1 \\ 0,7 & 1 & 1 \\ 0,7 & 1 & 1 \\ 0,8 & 1 & 1 \\ 0,5 & 0,8 & 1 \\ 0,5 & 0,8 & 1 \end{pmatrix}$$

Se aplica la suposición siguiente: *Preferencias del usuario* es alta, *Valoraciones de otros usuarios* es media y *Reputación del equipo humano* es media.

$$H = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,4 & 0,4 \\ 0,2 & 0,6 & 0,7 \\ 0,2 & 0,6 & 0,8 \end{pmatrix} \wedge (0,9 \quad 0,6 \quad 0,8) = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,2 & 0,2 \\ 0,4 & 0,4 & 0,4 \\ 0,4 & 0,4 & 0,4 \\ 0,2 & 0,2 & 0,2 \\ 0,6 & 0,6 & 0,6 \\ 0,7 & 0,6 & 0,7 \\ 0,2 & 0,2 & 0,2 \\ 0,6 & 0,6 & 0,6 \\ 0,8 & 0,6 & 0,8 \end{pmatrix}$$

Por último, aplico la función composición max-min.

CAPÍTULO 3. APARTADO 3 - EJEMPLO DE RAZONAMIENTO
 APROXIMADO EN BASE A LAS REGLAS IMPRECISAS

$$R \circ H = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0,9 & 1 & 1 \\ 0,9 & 1 & 1 \\ 0,9 & 1 & 1 \\ 0,9 & 1 & 1 \\ 0,9 & 1 & 1 \\ 0,9 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0,8 & 1 & 1 \\ 0,7 & 1 & 1 \\ 0,7 & 1 & 1 \\ 0,8 & 1 & 1 \\ 0,6 & 0,9 & 1 \\ 0,6 & 0,9 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0,8 & 1 & 1 \\ 0,7 & 1 & 1 \\ 0,7 & 1 & 1 \\ 0,8 & 1 & 1 \\ 0,5 & 0,8 & 1 \\ 0,5 & 0,8 & 1 \end{pmatrix} \circ \begin{pmatrix} 0,2 & 0,2 & 0,2 \\ 0,4 & 0,4 & 0,4 \\ 0,4 & 0,4 & 0,4 \\ 0,2 & 0,2 & 0,2 \\ 0,6 & 0,6 & 0,6 \\ 0,7 & 0,6 & 0,7 \\ 0,2 & 0,2 & 0,2 \\ 0,6 & 0,6 & 0,6 \\ 0,8 & 0,6 & 0,8 \end{pmatrix} = (0,6 \quad 0,6 \quad 0,6)$$

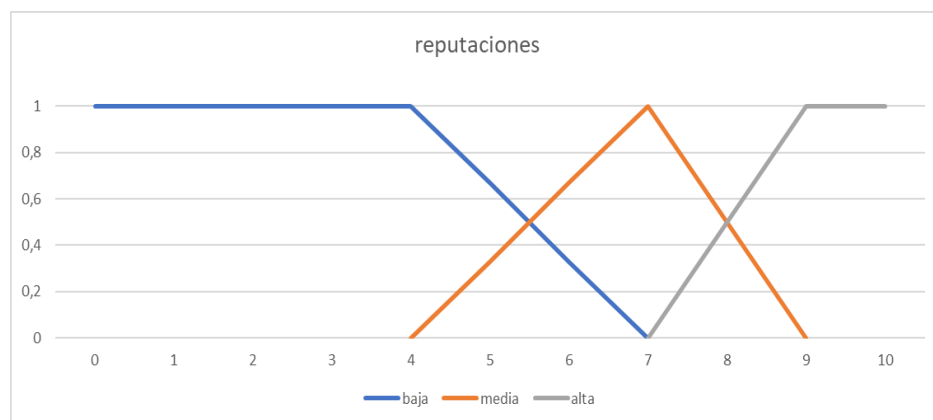
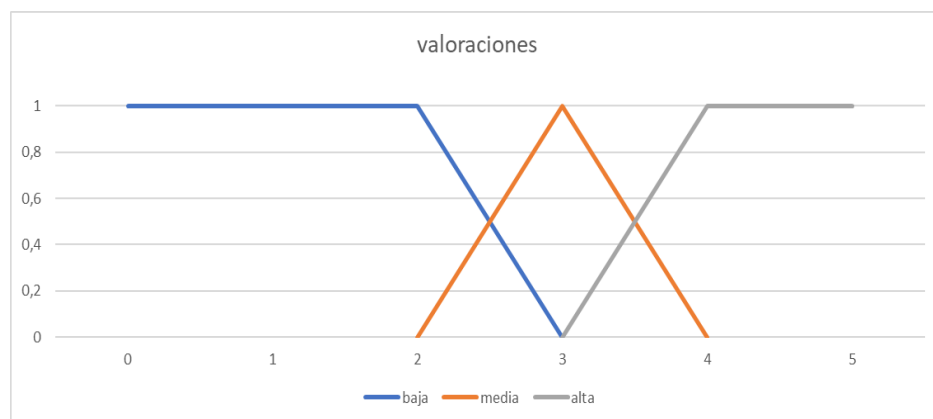
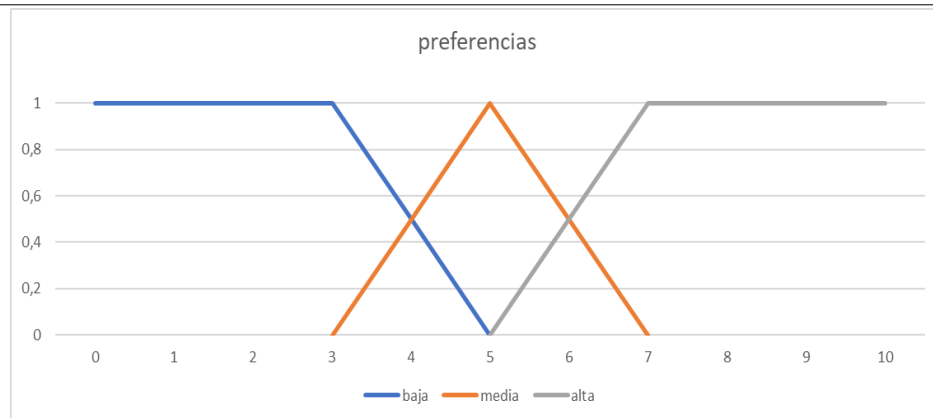
Apartado 4 - Ejemplo de razonamiento aproximado con números borrosos

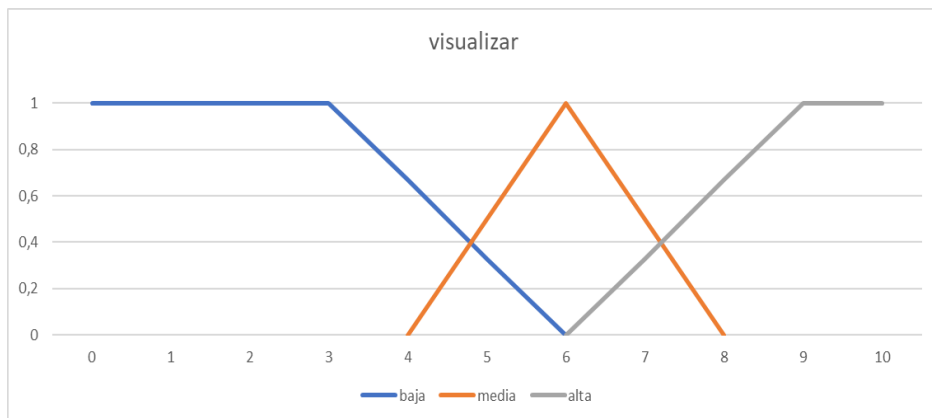
En primer lugar, es necesario ver los *Term Set* que se van a utilizar a lo largo de este apartado y del siguiente. Tal y como se ha introducido anteriormente, se trata de las "*Preferencias del usuario*", "*Valoraciones de otros usuarios*", "*Reputación del equipo humano*" y "*Visualizar película*" como salida.

Además, se han utilizado 5 reglas para este problema:

- **R1:** Si "*Preferencias del usuario*" es alta, "*Valoraciones de otros usuarios*" es media y "*Reputación del equipo humano*" es media, entonces "*Visualizar película*" es media.
- **R2:** Si "*Preferencias del usuario*" es alta, "*Valoraciones de otros usuarios*" es baja y "*Reputación del equipo humano*" es baja, entonces "*Visualizar película*" es baja.
- **R3:** Si "*Preferencias del usuario*" es media, "*Valoraciones de otros usuarios*" es media y "*Reputación del equipo humano*" es baja, entonces "*Visualizar película*" es media.
- **R4:** Si "*Preferencias del usuario*" es baja, "*Valoraciones de otros usuarios*" es media y "*Reputación del equipo humano*" es baja, entonces "*Visualizar película*" es baja.
- **R5:** Si "*Preferencias del usuario*" es baja, "*Valoraciones de otros usuarios*" es alta y "*Reputación del equipo humano*" es alta, entonces "*Visualizar película*" es alta.

CAPÍTULO 4. APARTADO 4 - EJEMPLO DE RAZONAMIENTO APROXIMADO CON NÚMEROS BORROSOS





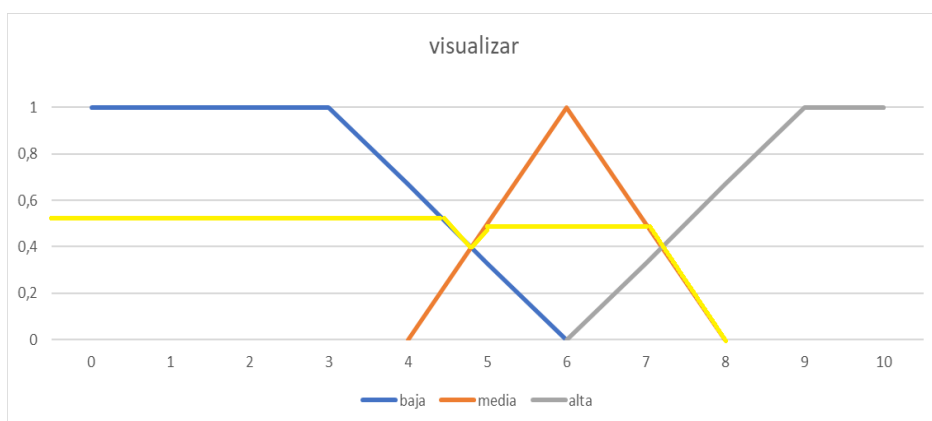
El hecho que he utilizado para el problema, con la idea de activar las reglas R3 y R4, es:

- **Preferencia del usuario:** 4 sobre 10 (Media-Baja)
- **Valoración de otros usuarios:** 3 sobre 5 (Media)
- **Reputación del equipo humano:** 1 sobre 10 (Baja)

Se activa la regla R3 en *Preferencias del usuario* y, de ahí, se puede calcular que:

$$y = \frac{5 - 4}{5 - 3} = 0,5$$

El conjunto borroso de salida se formará mediante la unión de los conjuntos R3 y R4, sobre el conjunto borroso *Visualizar película*.



Lo ideal es desborrosificar el conjunto de salida para obtener un valor crisp con el que se pueda tomar una decisión para el usuario de visualizar

CAPÍTULO 4. APARTADO 4 - EJEMPLO DE RAZONAMIENTO APROXIMADO CON NÚMEROS BORROSOS

o no la película. En este caso, por el resultado obtenido en los cálculos, es preferible no ver la película.

Apartado 5 - Implementación de las reglas en FuzzyClips

El código que he utilizado para *FuzzyClips* está en los archivos "*BCReglas*" y "*BHHechos*". En ellos, se han programado los números borrosos, las reglas y los hechos que se utilizan en el problema (se profundiza la explicación en el apartado anterior). El archivo "*BCReglas*" contiene:

```
1 (deftemplate preferencias
2     0 10
3     (      (baja (0 1) (3 1) (5 0))
4             (media (3 0) (5 1) (7 0))
5             (alta (5 0) (7 1) (10 1))
6     )
7 )
8
9 (deftemplate valoraciones
10     0 5
11     (      (baja (0 1) (2 1) (3 0))
12            (media (2 0) (3 1) (4 0))
13            (alta (3 0) (4 1) (5 1))
14     )
15 )
16
17 (deftemplate reputaciones
18     0 10
19     (      (baja (0 1) (4 1) (7 0))
20            (media (4 0) (7 1) (9 0))
21            (alta (7 0) (9 1) (10 1))
22     )
23 )
24
25 (deftemplate visualizar
26     0 10
27     (      (baja (0 1) (3 1) (6 0))
```

CAPÍTULO 5. APARTADO 5 - IMPLEMENTACIÓN DE LAS REGLAS EN FUZZYCLIPS

```
28             (media (4 0) (6 1) (8 0))
29             (alta (6 0) (9 1) (10 1))
30         )
31     )
32
33     (defrule regla_1
34         (preferencias alta)
35         (valoraciones media)
36         (reputaciones media)
37     =>
38         (assert (visualizar media))
39     )
40
41     (defrule regla_2
42         (preferencias alta)
43         (valoraciones baja)
44         (reputaciones baja)
45     =>
46         (assert (visualizar baja))
47     )
48
49     (defrule regla_3
50         (preferencias media)
51         (valoraciones media)
52         (reputaciones baja)
53     =>
54         (assert (visualizar media))
55     )
56
57     (defrule regla_4
58         (preferencias baja)
59         (valoraciones media)
60         (reputaciones baja)
61     =>
62         (assert (visualizar baja))
63     )
64
65     (defrule regla_5
66         (preferencias baja)
67         (valoraciones alta)
68         (reputaciones alta)
69     =>
70         (assert (visualizar alta))
71     )
```

El archivo "*BHHechos*" contiene:

```
1 (deffacts hechos
2     (preferencias (4 0)(4 1)(4 0))
3     (valoraciones (1 0)(1 1)(1 0))
```

```

4      (reputaciones (3 0)(3 1)(3 0))
5  )

```

Ahora, quiero explicar paso por paso el procedimiento que he realizado con el programa y la ejecución de los archivos. Primero, se cargan los archivos a *FuzzyClips*:

```

CLIPS 6.10
File Edit Execution Browse Window Help
FuzzyCLIPS V6.10d (10/22/2004)
FuzzyCLIPS> (load "C:/Users/pepel/Desktop/BC_Reglas.CLP")
FuzzyCLIPS> Defining deftemplate: preferencias
Defining deftemplate: valoraciones
Defining deftemplate: reputaciones
Defining deftemplate: visualizar
Defining defrule: regla_1 +j+j+j
Defining defrule: regla_2 =j+j+j
Defining defrule: regla_3 +j+j+j
Defining defrule: regla_4 +j+j+j
Defining defrule: regla_5 =j+j+j
TRUE
FuzzyCLIPS> (load "C:/Users/pepel/Desktop/BH_Hechos.CLP")
FuzzyCLIPS> Defining deffacts: hechos
TRUE
FuzzyCLIPS>

```

Hago click en la pestaña *Execution* y en *Watch Options*. Una vez se abre la ventana, activo *Facts* y *Rules*. Ahora, es necesario aplicar el comando *reset*.

```

FuzzyCLIPS> (reset)
==> f-0      (initial-fact) CF 1.00
==> f-1      (preferencias ???) CF 1.00
( (4.0 0.0) (4.0 1.0) (4.0 0.0) )

==> f-2      (valoraciones ???) CF 1.00
( (3.0 0.0) (3.0 1.0) (3.0 0.0) )

==> f-3      (reputaciones ???) CF 1.00
( (1.0 0.0) (1.0 1.0) (1.0 0.0) )

```

Como comprobación de que se han activado los parámetros y las reglas correctamente, abro las ventanas *Facts Window* y *Agenda Window* desde la pestaña *Window*.

```

Facts (MAIN)
f-0      (initial-fact) CF 1.00
f-1      (preferencias ???) CF 1.00
f-2      (valoraciones ???) CF 1.00
f-3      (reputaciones ???) CF 1.00
( (1.0 0.0) (1.0 1.0) (1.0 0.0) )

```

CAPÍTULO 5. APARTADO 5 - IMPLEMENTACIÓN DE LAS REGLAS EN FUZZYCLIPS

```

Agenda (MAIN)
0      regla_3: f-1,f-2,f-3
0      regla_4: f-1,f-2,f-3

```

Aplico dos *Step* en la pestaña *Execution*.

```

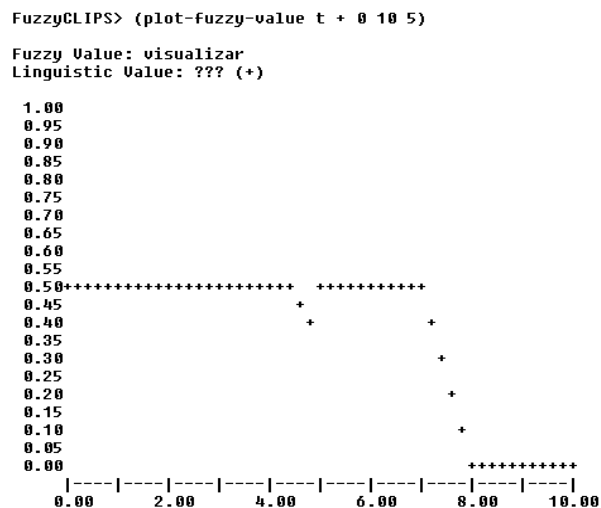
FuzzyCLIPS> (run 1)
FIRE 1 regla_3: f-1,f-2,f-3
==> f-4 (visualizar ???) CF 1.00
( (4.0 0.0) (5.0 0.5) (7.0 0.5) (8.0 0.0) )

FuzzyCLIPS> (run 1)
FIRE 1 regla_4: f-1,f-2,f-3
<= f-4 (visualizar ???) CF 1.00
( (4.0 0.0) (5.0 0.5) (7.0 0.5) (8.0 0.0) )

==> f-5 (visualizar ???) CF 1.00
( (4.5 0.5) (4.8 0.4) (5.0 0.5) (7.0 0.5) (8.0 0.0) )

```

Por último, aplico un plot para mostrar el conjunto borroso de salida.



Se puede comparar el resultado obtenido en *FuzzyClips* con el de los cálculos del apartado anterior, siendo evidente la similitud entre ambos grafos.

