

Gerardo Mauricio Gutiérrez Quintana

José A. Olivas

04MIAR - Razonamiento Aproximado

2 de Agosto de 2021

### Actividad 1: Desarrollo de un sistema borroso

La actividad trata de condensar todo lo aprendido en esta asignatura de razonamiento aproximado. Esta actividad consiste en diseñar un micro-sistema de reglas de producción, con un mecanismo de inferencia basado en razonamiento aproximado.

### **Proponer un dominio y un uso inteligente que se le daría al sistema basado en reglas propuesto**

Para el desarrollo de la siguiente actividad, se propone un sistema de lavado de coches. Como su nombre lo indica, el objetivo de este sistema será el de llevar a cabo la tarea de lavar un coche. El proceso de lavado de coche típicamente consta de los siguientes pasos:

1. Retirar la suciedad superficial con agua a presión
2. Añadir shampoo para autos y esparcirlo por todas las zonas del coche con suavidad
3. Enjuague del shampoo
4. Secado

Ya que es un proceso laborioso pues se llevan a cabo múltiples tareas, el alcance de este sistema estará centrado solamente en la primera etapa, **retirar la suciedad superficial con agua a presión.**

El objetivo del sistema propuesto será el de resolver la tarea de eliminar la suciedad superficial de los coches. Ya que el nivel de suciedad superficial varía para cada coche dependiendo del tiempo que ha transcurrido desde la última lavada y del nivel de suciedad al que ha sido expuesto, resulta interesante diseñar un sistema que pueda resolver esta problemática de manera óptima para evitar el consumo excesivo de agua.

**Ejemplificar en torno a 5 reglas imprecisas sobre ese dominio que permitan hacer “razonamiento hacia adelante”**

El sistema propuesto contará con un sistema de visión utilizado para la medición de área total cubierta por suciedad, un registro de tiempo en semanas que contabilizará el tiempo transcurrido desde la última lavada del coche, y un regulador de potencia para la bomba de agua que se utilizará para eliminar la suciedad adherida al coche.

En la base de conocimientos existen las siguientes reglas:

- R1: Si el área cubierta por suciedad es baja y el tiempo transcurrido desde la última lavada del coche es poco entonces potencia muy poca
- R2: Si el área cubierta por suciedad es baja y el tiempo transcurrido desde la última lavada del coche es medio entonces potencia poca
- R3: Si el área cubierta por suciedad es media y el tiempo transcurrido desde la última lavada del coche es poco entonces potencia poca
- R4: Si el área cubierta por suciedad es media y el tiempo transcurrido desde la última lavada del coche es alto entonces potencia media
- R5: Si el área cubierta por suciedad es grande y el tiempo transcurrido desde la última lavada del coche es alto entonces potencia alta

**Ejemplo de razonamiento aproximado con dichas reglas usando relaciones borrosas y Modus Ponens**

Se han definido los siguientes universos de discurso para la determinación del tipo de área cubierta por suciedad, tiempo transcurrido desde la última lavada y la potencia requerida por la bomba de agua:

- S = Sistema de visión para medición del área total sucia: {1, 2, 3, 4, 5, 6}

- $T$  = Registro de tiempo transcurrido en semanas desde la última lavada:  $\{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$
- $P$  = Potencia de la bomba de agua en HP para eliminar la suciedad adherida:  $\{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10\}$

Una vez definidos los universos de discurso, en el sistema experto se ha definido el siguiente conjunto borroso:

- Área cubierta por suciedad grande =  $\{0.2/4, 0.5/5, 1/6\}$
- Tiempo transcurrido desde última lavada alto =  $\{0.2/4, 0.5/5, 1/6\}$
- Presión de bomba de agua alta =  $\{0.3/6, 1/7, 0.3/8\}$

Se propone un motor de inferencia que utiliza el mínimo como T-norma, el máximo como T-conorma, la negación clásica (complemento) y como función de implicación  $I(a, b) = \max(1-a, b)$ .

En un momento dado, se observa que el área cubierta por suciedad en el coche es grande y que el tiempo que ha transcurrido desde la última lavada es no muy alto.

Resolviendo obtenemos lo siguiente:

Regla

Área cubierta por suciedad grande y Tiempo desde última lavada alto entonces Presión alta

$(0.2/4, 0.5/5, 1/6) \wedge (0.2/4, 0.5/5, 1/6) \rightarrow (0.3/6, 1/7, 0.3/8)$

$$\begin{array}{c}
 4 \quad 5 \quad 6 \\
 \begin{array}{c} 4 \\ 5 \\ 6 \end{array} \begin{pmatrix} 0.2 & 0.2 & 0.2 \\ 0.2 & 0.5 & 0.5 \\ 0.2 & 0.5 & 1 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
 0.3 \quad 1 \quad 0.3 \\
 6 \quad 7 \quad 8
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
 (4,4) \\ (4,5) \\ (4,6) \\ (5,4) \\ (5,5) \\ (5,6) \\ (6,4) \\ (6,5) \\ (6,6)
 \end{array}
 \begin{pmatrix} 0.8 & 1 & 0.8 \\ 0.8 & 1 & 0.8 \\ 0.8 & 1 & 0.8 \\ 0.8 & 1 & 0.8 \\ 0.5 & 1 & 0.5 \\ 0.5 & 1 & 0.5 \\ 0.8 & 1 & 0.8 \\ 0.5 & 1 & 0.5 \\ 0.3 & 1 & 0.3 \end{pmatrix}$$

Hecho

Área cubierta por suciedad grande

$(0.2/4, 0.5/5, 1/6)$

Tiempo desde última lavada no muy alto

$(0.96/4, 0.75/5, 0/6)$

1 - Tiempo<sup>2</sup>

$$H = \begin{array}{c} 4 \quad 5 \quad 6 \\ \begin{array}{c} 4 \\ 5 \\ 6 \end{array} \begin{pmatrix} 0.2 & 0.2 & 0 \\ 0.5 & 0.5 & 0 \\ 0.96 & 0.75 & 0 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

# Resultado

	6	7	8
(4,4)	0.8	1	0.8
(4,5)	0.8	1	0.8
(4,6)	0.8	1	0.8
(5,4)	0.8	1	0.8
(5,5)	0.5	1	0.5
(5,6)	0.5	1	0.5
(6,4)	0.8	1	0.8
(6,5)	0.5	1	0.5
(6,6)	0.3	1	0.3

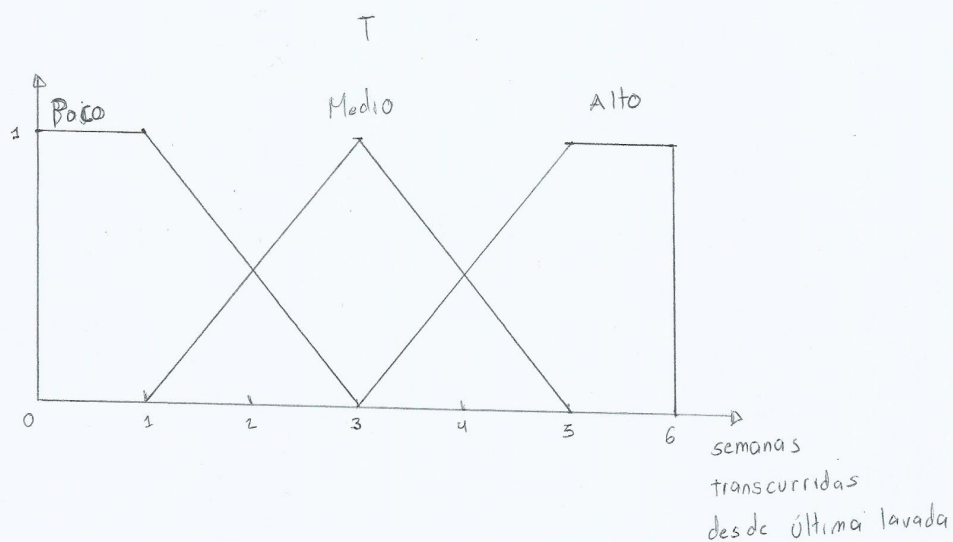
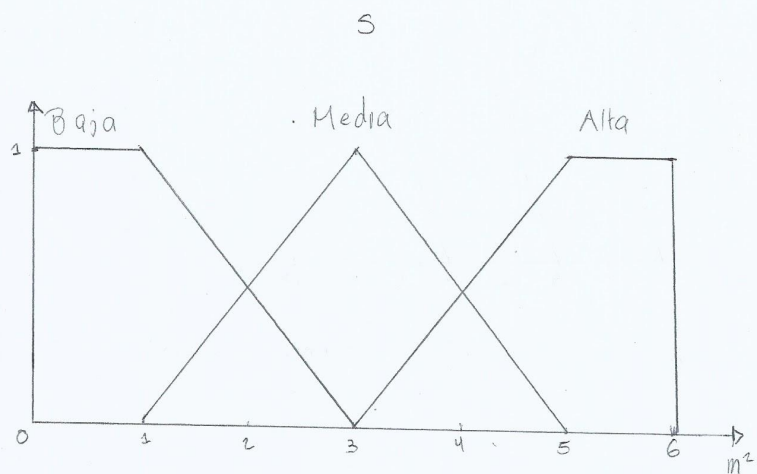
$$0 \quad (0.2, 0.2, 0, 0.5, 0.5, 0, 0.9, 0.75, 0) =$$

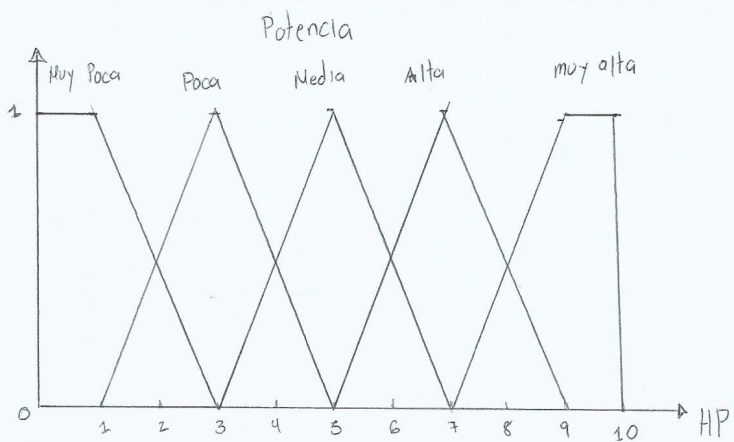
$$(4,4) \quad (4,5) \quad (4,6) \quad (5,4) \quad (5,5) \quad (5,6) \quad (6,4) \quad (6,5) \quad (6,6)$$

$$= \begin{pmatrix} 0.8 & 0.9 & 0.8 \\ 6 & 7 & 8 \end{pmatrix}$$

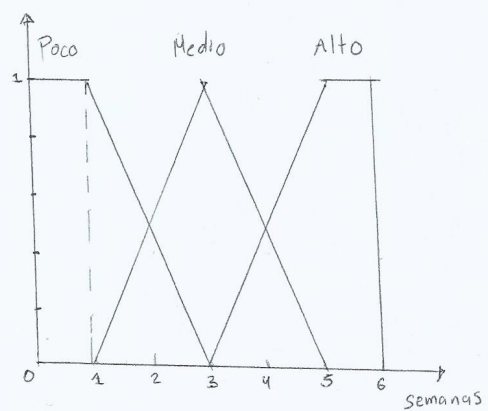
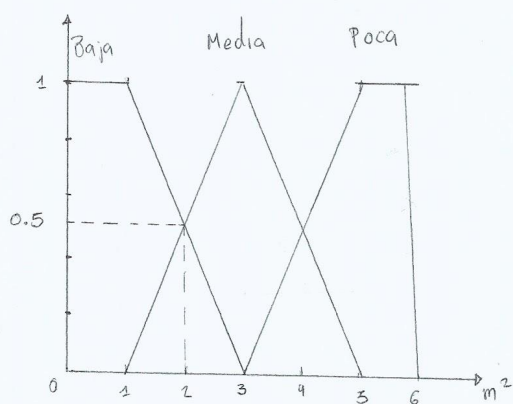
0.2	0.2	0.2
0.2	0.2	0.2
0	0	0
0.5	0.5	0.5
0.5	0.5	0.5
0	0	0
<u>0.8</u>	<u>0.9</u>	<u>0.8</u>
0.5	0.75	0.5
0	0	0

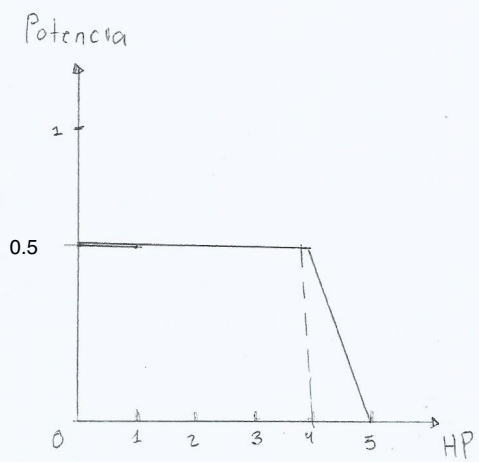
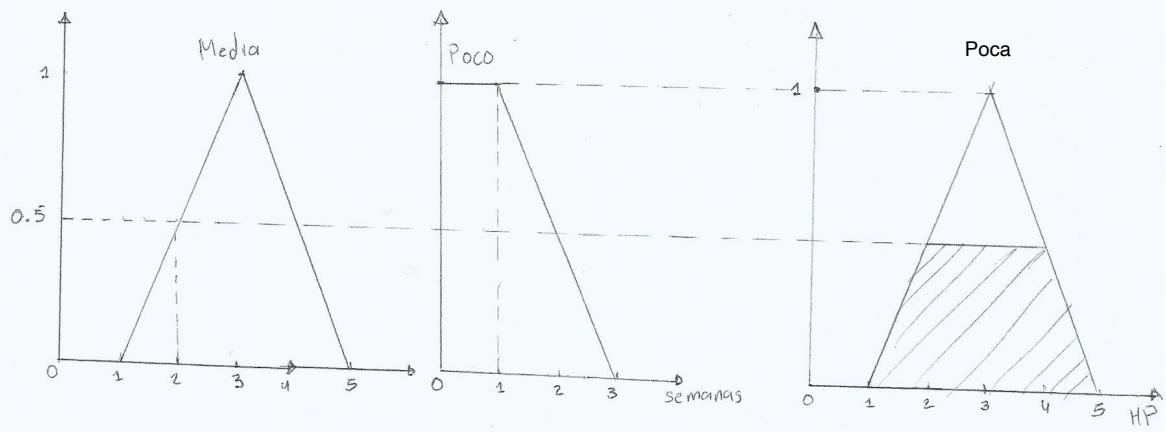
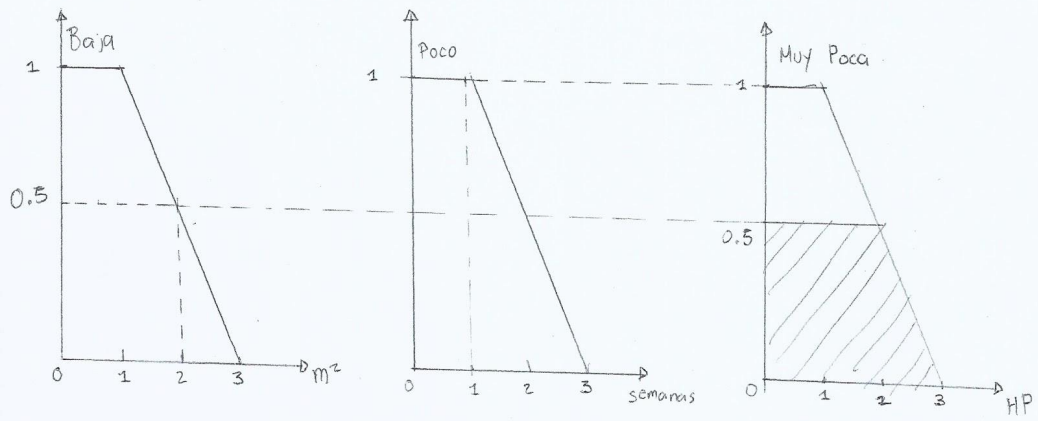
**Ejemplo de razonamiento aproximado con dichas reglas usando números borrosos y mecanismo de inferencia tipo Mamdani**





\* Se observa  $\text{Área sucia} = 2 \text{ m}^2$  y tiempo transcurrido = 1 semana







## Implementación de reglas usando la herramienta FuzzyClips y mecanismo de inferencia tipo Mamdani

### Archivo BC\_Lavar\_coche.clp:

```
(deftemplate S
  0 6
  (
    (baja(0 1)(1 1)(3 0))
    (media(1 0)(3 1)(5 0))
    (alta(3 0)(5 1)(6 1))
  )
)

(deftemplate T
  0 6
  (
    (poco(0 1)(1 1)(3 0))
    (medio(1 0)(3 1)(5 0))
    (alto(3 0)(5 1)(6 1))
  )
)

(deftemplate potencia
  0 10
  (
    (muy_poca(0 1)(1 1)(3 0))
    (poca(1 0)(3 1)(5 0))
    (media(3 0)(5 1)(7 0))
    (alta(5 0)(7 1)(9 0))
    (muy_alta(7 0)(9 1)(10 1))
  )
)

(defrule regla_1
  (S baja)
  (T poco)
=>
  (assert (potencia muy_poca))
```

```

)

(defrule regla_2
  (S baja)
  (T medio)
=>
  (assert (potencia poca))
)

(defrule regla_3
  (S media)
  (T poco)
=>
  (assert (potencia poca))
)

(defrule regla_4
  (S media)
  (T alto)
=>
  (assert (potencia media))
)

(defrule regla_5
  (S grande)
  (T alto)
=>
  (assert (potencia alta))
)

```

### **Archivo BH\_Lavar\_coche.clp:**

```

(deffacts hechos
  (S (2 0) (2 1) (2 0))
  (T (1 0) (1 1) (1 0))
)

```

The screenshot shows the CLIPS 6.10 environment. The left pane contains the following code:

```

File Edit Execution Browse Window Help
(S baja)
(T poco)
->
(assert (potencia muy_poca))
)
FuzzyCLIPS>
(defrule regla_2
(S baja)
(T medio)
->
(assert (potencia poca))
)
FuzzyCLIPS>
(defrule regla_3
(S media)
(T poco)
->
(assert (potencia poca))
)
FuzzyCLIPS>
(defrule regla_4
(S media)
(T alto)
->
(assert (potencia media))
)
FuzzyCLIPS>
(defrule regla_5
(S grande)
(T alto)
->
(assert (potencia alta))
)
(batch "C:/Users/gerar/Documents/Master Inteligencia Artificial/BH_lavar_coc
FuzzyCLIPS> TRUE
FuzzyCLIPS> (deffacts hechos
(S (2 0) (2 1) (2 0))
(T (1 0) (1 1) (1 0))
)
FuzzyCLIPS> (reset)
FuzzyCLIPS>

```

The right pane displays the initial state of the system:

Agenda (MAIN)

```

0   regla_1: f-1,f-2
0   regla_3: f-1,f-2

```

Facts (MAIN)

```

f-0   (initial-fact) CF 1.00
f-1   (S ???) CF 1.00
f-2   (T ???) CF 1.00 .0 0.0 )
( (1.0 0.0) (1.0 1.0) (1.0 0.0) )

```

The screenshot shows the CLIPS 6.10 environment after rule execution. The left pane contains the following code:

```

File Edit Execution Browse Window Help
->
(assert (potencia muy_poca))
)
FuzzyCLIPS>
(defrule regla_2
(S baja)
(T medio)
->
(assert (potencia poca))
)
FuzzyCLIPS>
(defrule regla_3
(S media)
(T poco)
->
(assert (potencia poca))
)
FuzzyCLIPS>
(defrule regla_4
(S media)
(T alto)
->
(assert (potencia media))
)
FuzzyCLIPS>
(defrule regla_5
(S grande)
(T alto)
->
(assert (potencia alta))
)
(batch "C:/Users/gerar/Documents/Master Inteligencia Artificial/BH_lavar_coc
FuzzyCLIPS> TRUE
FuzzyCLIPS> (deffacts hechos
(S (2 0) (2 1) (2 0))
(T (1 0) (1 1) (1 0))
)
FuzzyCLIPS> (reset)
FuzzyCLIPS> (run 1)
FuzzyCLIPS> (run 1)
FuzzyCLIPS>

```

The right pane displays the updated state of the system:

Agenda (MAIN)

```

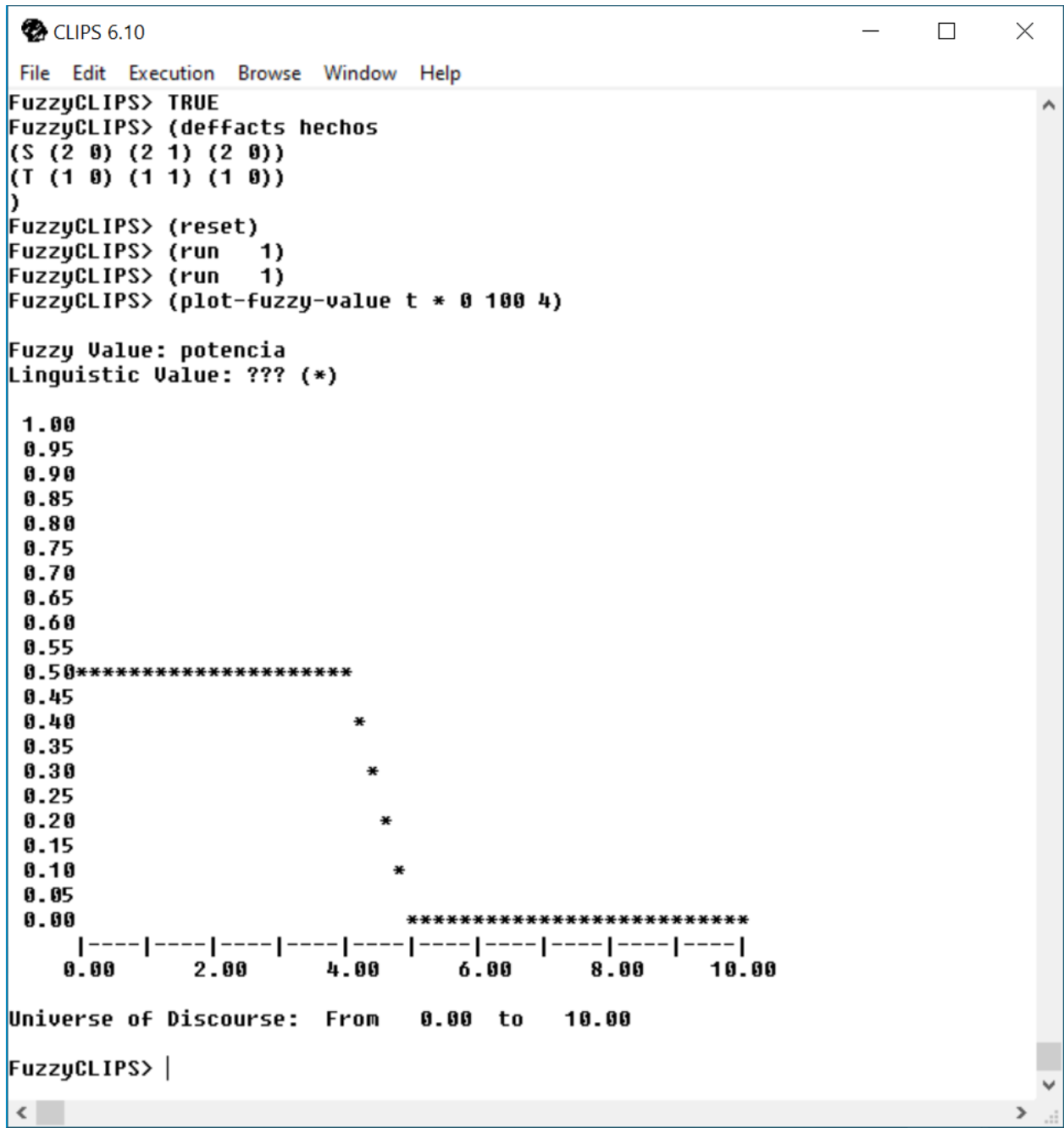

```

Facts (MAIN)

```

f-0   (initial-fact) CF 1.00
f-1   (S ???) CF 1.00
f-2   (T ???) CF 1.00 .0 0.0 )
f-4   (potencia ???) CF 1.00 )
( (4.0 0.5) (5.0 0.0) )

```



A manera de conclusión, podemos observar que el resultado obtenido por la herramienta FuzzyClips es igual al resultado teórico que se ha obtenido en el punto 4.