

2020

# PERCEPTRÓN Y LÓGICA DIFUSA: Computación Blanda

NESTOR MARMOLEJO  
AGUSTÍN SALAZAR  
OCTUBRE DE 2020

## 1 CONTENIDO

---

1	CONTENIDO	1
2	PRESENTACIÓN	2
3	EL PERCEPTRÓN	4
4	LÓGICA DIFUSA – INTRODUCCIÓN	10
5	CONCLUSIONES	13

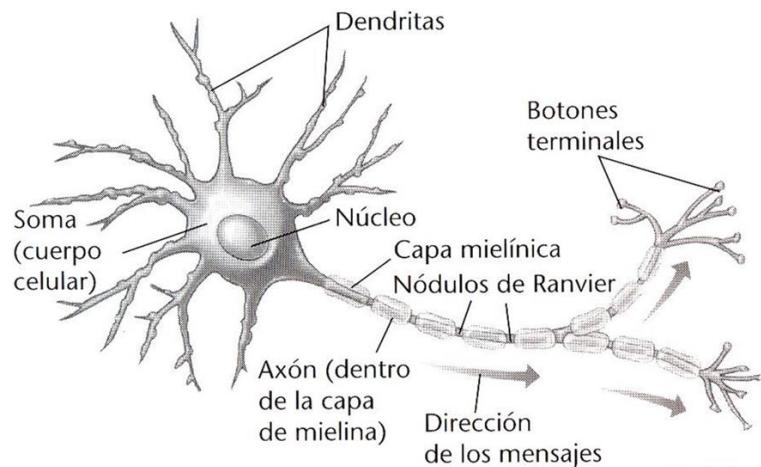
## 2 PRESENTACIÓN

---

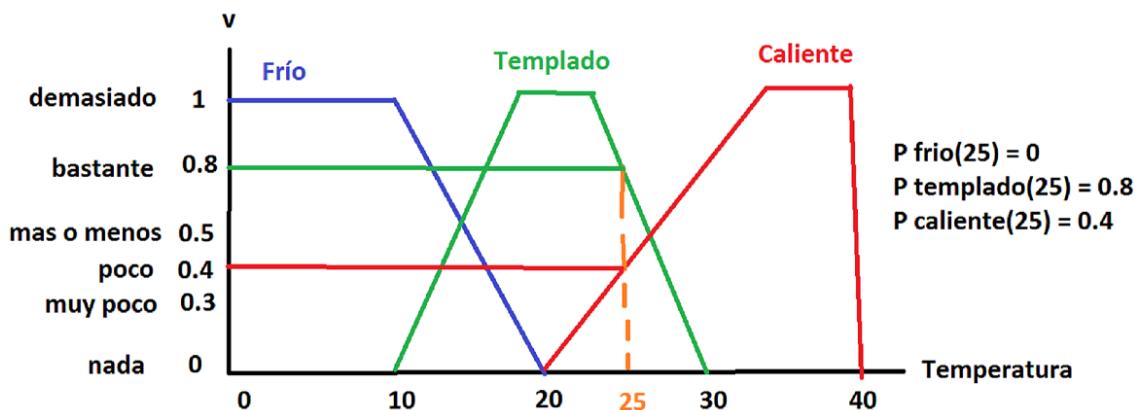
La presente monografía está orientada a la descripción de los elementos básicos de las neuronas artificiales, en particular el perceptrón, y la teoría fundamental de la lógica difusa.

En el documento se analizan los diferentes elementos que componen ambas tecnologías, mostrando las relaciones matemáticas que dan soporte a las funcionalidades tanto del perceptrón como a los factores de incertidumbre que dan sentido a la lógica difusa.

A grandes rasgos, las redes neuronales se basan en los modelos que subyacen a las redes neuronales biológicas. El siguiente diagrama adelante algunos elementos presentes en esta tecnología.



La lógica difusa se basa en la concepción de que la verdad (y la falsedad) no son absolutas. Por este motivo, todos los conceptos que concibe el ser humano tienen cierto grado de certeza, el cual se expresa fácilmente si recurrimos a un esquema como el que se ve a continuación.



En este esquema se afirma que el Frío, la sensación de Templado, y algo que es Caliente, son curvas que varían de acuerdo con la temperatura, según se ve. En el caso particular de tener una temperatura ambiente de 25 grados, dicha temperatura tendrá un valor de verdad respecto de “Caliente” de sólo 0.4. En cambio, los 25 grados representarán, en la curva de “Templado”, un valor de verdad de 0.8. Se aprecia, además, que dichos valores se relacionan, de manera bastante cercana, con frases y/o palabras que utiliza el ser humano para describir situaciones de la vida real.

En las próximas secciones se verán estas tecnologías con un mayor grado de detalle.

## AUTORES:

**Nestor Marmolejo, Agustín Salazar**

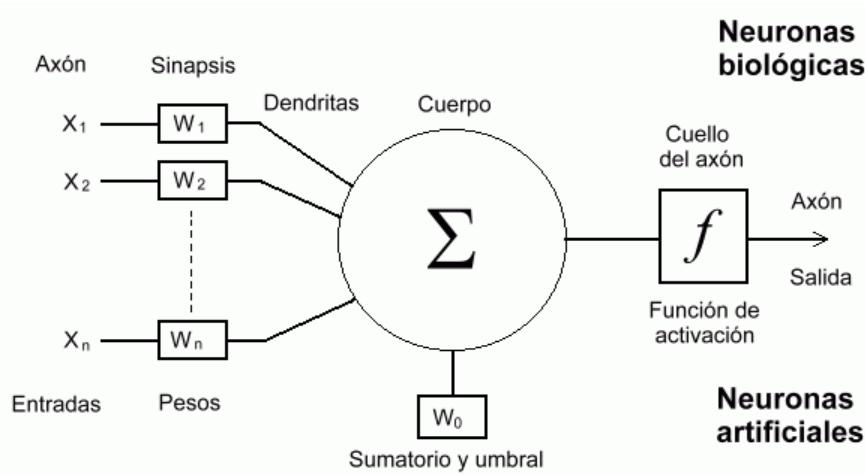
**1088356715, 1225091229**

**[nestor.marmolejo@utp.edu.co](mailto:nestor.marmolejo@utp.edu.co), [agustin.salazar@utp.edu.co](mailto:agustin.salazar@utp.edu.co)**

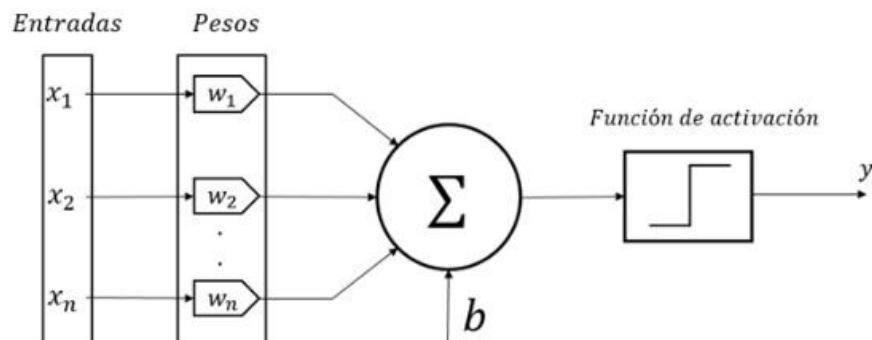
**<https://github.com/NestorMarmolejo>, <https://github.com/agustinsa8>**

### 3 EL PERCEPTRÓN

Este modelo compara una neurona biológica con una artificial y señala la equivalencia entre cada componente de estas. El cuerpo se puede asimilar como la sumatoria de las señales entrantes y  $w_0$  como un factor adicional que se debe superar al producir la salida ya que después la función de activación transfiere esa señal que sí superó el umbral y la lleva a la salida.



Este es el perceptrón, es un modelo simple de una neurona. Para saber cuánto peso entrará al núcleo de una neurona se multiplica el 'x' que es la entrada, con el 'w' que es el peso de la línea o señal, esto es para saber cuánto es la energía que llegará al núcleo de la neurona. Todas las líneas se ponderan y llegan a la neurona por separado permitiendo que se genere un valor y si éste supera el umbral, (en este caso, la función de activación) produce un pulso, esto quiere decir que la neurona funciona o se activa.

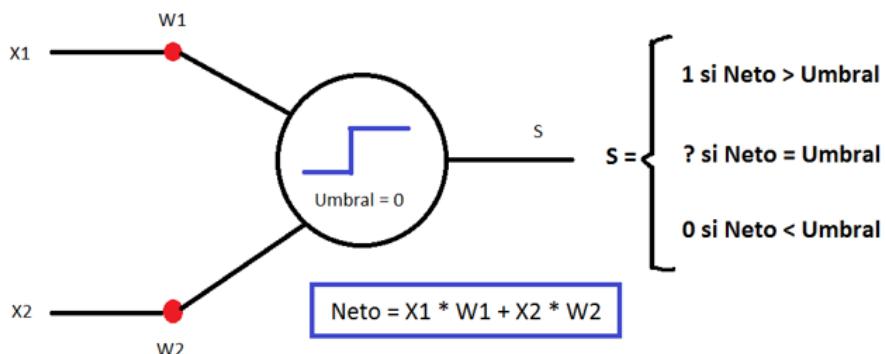


Umbral = U = 0.5.

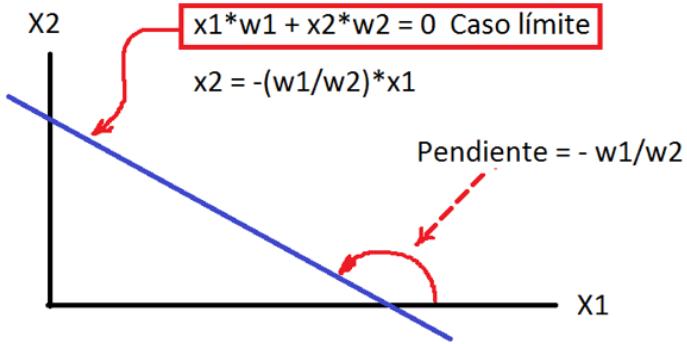
X1	X2	W1	W2	X1*W1+X2*W2 > U	Salida
0	0	0.3	0.3	0*0.3 + 0*0.3 = 0.0 NO	0
0	1	0.3	0.3	0*0.3 + 1*0.3 = 0.3 NO	0
1	0	0.3	0.3	1*0.3 + 0*0.3 = 0.3 NO	0
1	1	0.3	0.3	1*0.3 + 1*0.3 = 0.6 SI	1

En la imagen anterior se puede observar cómo se tienen una serie de valores de entrada con sus respectivos pesos. Al realizar las operaciones necesarias, es decir, multiplicar cada entrada con su respectivo peso, dará un resultado que determinará si entra al perceptrón o no, esto quiere decir que si supera el umbral entonces entraría al perceptrón. En la primera parte se multiplica  $0*0.3 + 0*0.3 = 0$ . Éste no entraría porque no supera el umbral que es de cero punto cinco (0,5).

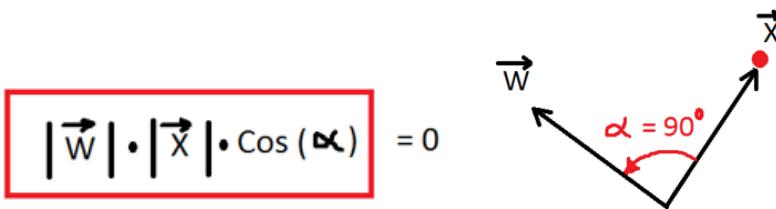
Así se realiza sucesivamente con todas las diferentes entradas, hay una que si supera el umbral ya que el resultado es de cero punto seis (0,6). La señal de salida se convierte en uno (1) quedándose con este valor.



Al evaluar un punto en la gráfica daría como resultado el valor de la salida esperada como se puede ver en la figura anterior. Si el Neto es mayor que el Umbral, la salida sería uno (1). Si el Neto es menor que el Umbral, la salida sería cero (0). Un caso extraordinario es cuando el Neto es igual al Umbral, la salida no se sabe, es impredecible, esto quiere decir que en la recta no se sabe de cuánto es la salida.



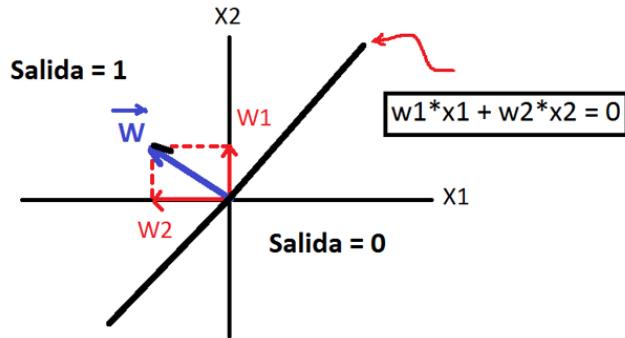
Los pesos son los que determinan la inclinación de la recta pendiente, es decir, si tiene una pendiente negativa (-) o positiva (+). El caso límite es cuando el "Neto" es igual (=) al "Umbral", (como se describió anteriormente) es decir, que cada punto en la recta azul le ocurre lo que se presentó anteriormente, no se sabe cuánto es su salida ya que estos dos valores son iguales.



El producto punto de dos (2) vectores es igual (=) al producto de sus magnitudes por el coseno del ángulo entre los dos vectores.

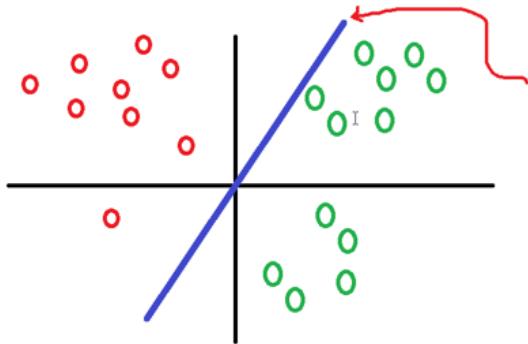
La recta solución es aquella para la cual el producto punto es igual a cero (0). En tal caso, esto significa que el ángulo alfa debe ser igual a noventa grados ( $90^\circ$ ) y para que esta condición se cumpla, el vector "W" debe ser perpendicular al vector "X".

Si el vector "W" es perpendicular a todos los puntos de una cierta recta, entonces dicha recta cumple con las restricciones de dividir el espacio en dos (2) zonas, en una de las cuales la salida es uno (1) y en la otra es cero (0), según se vio en el perceptrón previamente.

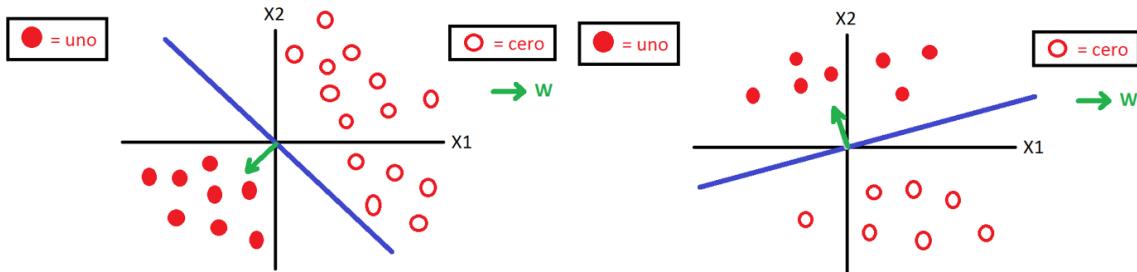


Al trazar el “w”, forzosamente sale una recta a noventa grados ( $90^\circ$ ) de dicho “w” y esa recta es la frontera del perceptrón.

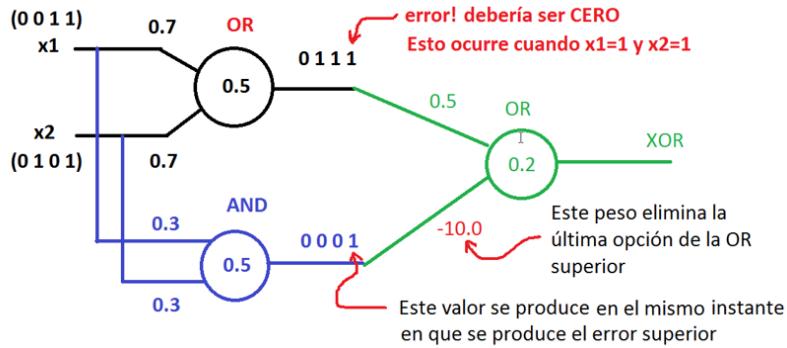
Hacia donde apunte “w”, hace que la salida de todos los infinitos puntos valga uno (1), y del mismo modo para los que están en el otro hemisferio que, al estar contrario a la dirección de “w”, todas las salidas de los infinitos puntos valgan cero (0).



La recta que se aprecia en la figura es una solución probable y esto se puede automatizar haciendo que los pesos varíen o cambien de forma autónoma por medio de métodos e iteraciones y se encuentra dicho valor cuando este sea perpendicular a dicha recta. El problema es cuando los puntos se muevan ya que el “w” ya no serviría.



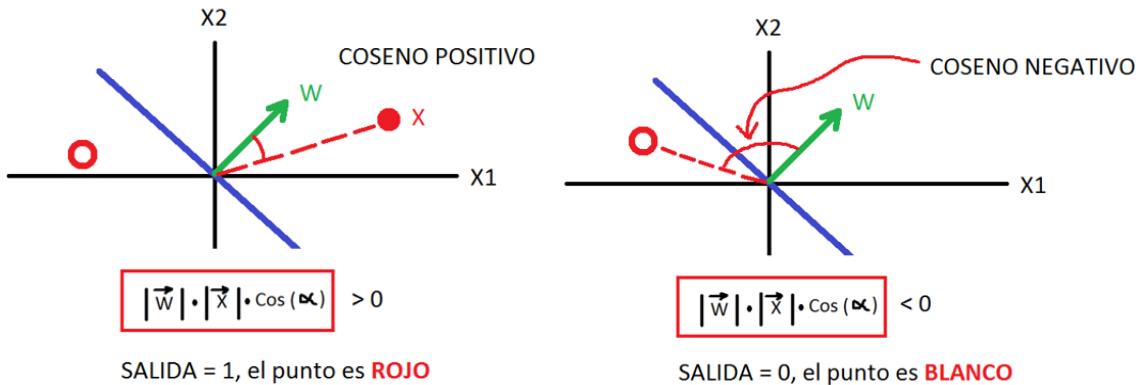
Al recibir los datos de entrenamiento, se entiende que la flecha verde (que es “w”) va en dirección de los puntos los cuales tienen por valor uno (1).



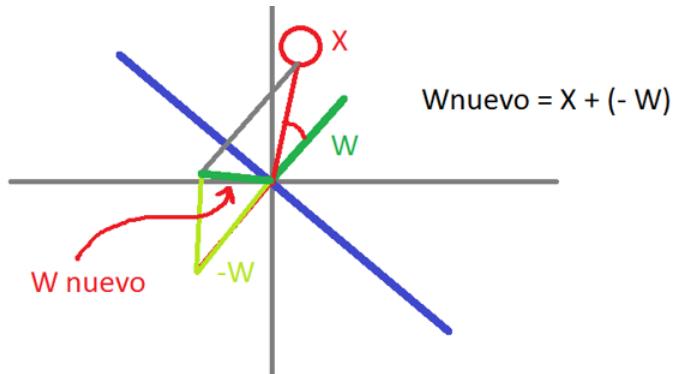
Al realizar la solución de la compuerta lógica "XOR", se encuentra un error y por lo tanto hay que realizar o aplicar un método más largo que se describirá a continuación.

Se le asigna una entrada a "x1" y a "x2" que es (0 0 1 1) y (0 1 0 1) respectivamente. Al aplicarle una compuerta lógica "OR", produce como resultado (0 1 1 1), pero instantáneamente ocurre un error ya que en el "OR" es necesario que el bit final sea igual a cero (0). Para solucionar esto, se aplica otra compuerta lógica que es el "AND" entre "x1" y "x2" que produce como resultado (0 0 0 1). Por último, se aplica un "OR" con la respuesta o salida del "OR" y el "AND" anterior, es decir, (0 1 1 1) OR (0 0 0 1) y da como resultado (0 1 1 0). El ultimo cero (0) es porque el primer uno (1) se multiplica por cero punto cinco (0.5) y el segundo uno (1) se multiplica por menos diez (-10) y menos diez más cinco (-10+5) da como resultado menos cinco (-5) y éste valor no supera el umbral (en este caso , es de cero punto dos (0,2)), esto quiere decir que no pasa la compuerta y por lo tanto da ese valor.

Al multiplicar la magnitud de "w" la magnitud de "x" y el coseno del ángulo entre los dos, en este caso, como ambos son positivos, el producto da mayor que cero (0). Por lo tanto, la salida vale uno (1) y se puede afirmar que el punto rojo que se colocó efectivamente es rojo.



Al ver que el ángulo entre “w” y el punto blanco es mayor a noventa grados ( $90^\circ$ ), el coseno del ángulo será negativo. Por lo tanto, la salida será cero (0).



Para encontrar el nuevo “w” se hace una suma vectorial entre el “x” y “w” multiplicado por menos uno (-1). Es necesario aplicar este método ya que el punto (ver imagen anterior) que se muestra en la figura es de tipo blanco y si se aplica la teoría anteriormente mencionada, sería ilógico porque se dijo que todos los puntos que estén en la misma dirección de “w” serían igual a uno (1). Por lo que es necesario cambiar de posición al “w” para que siga siendo ese punto igual a cero (0).

## 4 LÓGICA DIFUSA – INTRODUCCIÓN

---

La lógica difusa es la que permite hacer una distinción en el conocimiento lingüístico que se tiene porque a través de esta, se indaga las expresiones cotidianas que se escuchan. Por ejemplo, se escucha decir que una persona se considera “alta” si ésta mide más de ciento ochenta centímetros (180 cm), pero en caso que una persona mida ciento setenta y nueve centímetros (179 cm), al tener la diferencia de un centímetro, ¿ya no se considera alta?, ¿no está en el conjunto de personas “altas”?

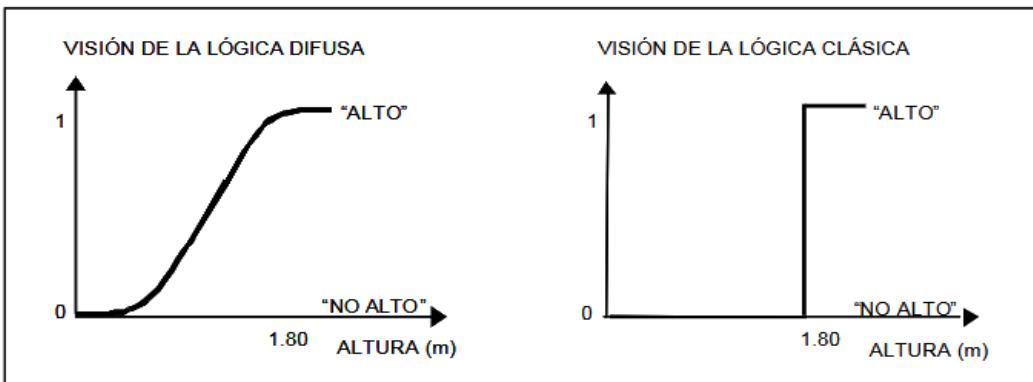
Esto se puede considerar una falencia de los términos lingüísticos ya que son imprecisos a la hora de ser interpretados. Por esto se puede decir de una manera mas formal que la lógica difusa o borrosa se refiere a los principios formales del razonamiento aproximado.

Desde la década de los setenta (70) hasta los ochenta (80), la lógica difusa toma sus bases o fundamentos por diferentes personas, estos se basaban en la idea principal del profesor Zadeh y se complementan a través de grupos de investigación. Por ejemplo, en Japón en 1983 se aplica esta lógica para el control de inyección química en plantas depuradoras de agua. Mas tarde en 1987 se ejecutó un controlador fuzzy para el control del tren-metro. Después se hacen aproximaciones para la construcción de reglas fuzzy a partir de datos de entrenamiento, aunque esto no tiene mucho efecto en ese instante, pero da cabida al punto de partida para la investigación de los modelos fuzzy.

Otro hito importante que cabe resaltar en el desarrollo de la lógica difusa fue establecido por Assilian y Mamdani en 1974 en el Reino Unido al desarrollar el primer controlador difuso diseñado para una máquina de vapor.

En la década de los noventa (90), aparecen por primera vez los algoritmos genéticos que pueden combinarse con los sistemas fuzzy y las redes neuronales. Esto se puede hacer de múltiples maneras y se puede afirmar que una complementa a la otra. Esta técnica llegó a su gran apogeo a principios de los noventa (90) porque hubo una gran colectiva en Japón entre el gobierno, universidades, empresas y laboratorios para realizar proyectos a gran escala. Desde entonces, han sido infinidad los productos lanzados al mercado que aplican el control difuso, muchos de ellos utilizando la etiqueta fuzzy como símbolo de calidad y prestaciones avanzadas.

La lógica difusa tiene bastante éxito en la aplicación de los sistemas de control, pero se hacen investigaciones con el fin de encontrar nuevos campos para implementar esta técnica. Dichas investigaciones se encuentran en áreas como el reconocimiento de patrones visuales, la identificación de segmentos de ADN, entre otros.



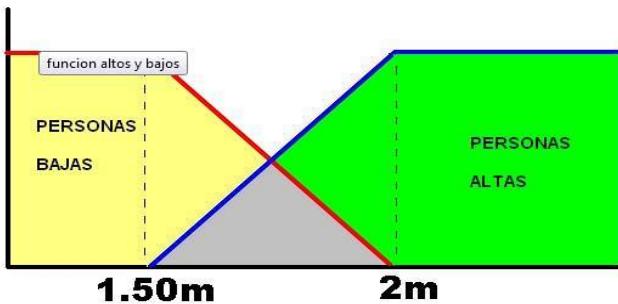
En la imagen anterior se puede apreciar la diferencia de la visión de la lógica difusa y la lógica clásica. Como se expresó anteriormente que una persona se puede catalogar “alta” porque pertenece a un conjunto con un valor exacto, es decir ciento ochenta centímetros (180 cm).

El primer ejemplo que utilizó el profesor Zadeh para dar a conocer esta idea, es que, si una persona no está exactamente en este conjunto si no que por el contrario hay una diferencia mínima de centímetros, entonces no pertenece al conjunto de altos. Él afirmó que esto es ilógico, ya que la diferencia es mínima.

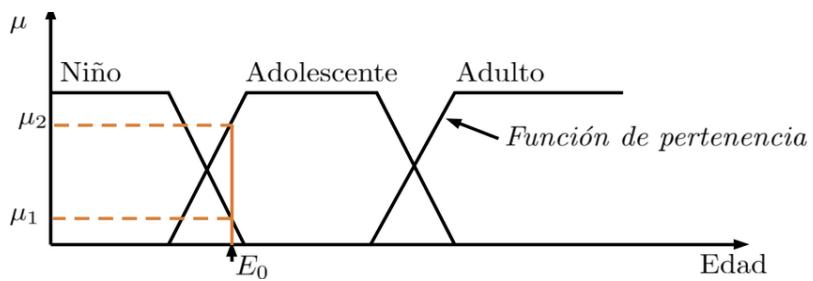
La lógica difusa considera que el conjunto de hombres altos no es algo que se pueda especificar expresamente si pertenece o no a dicho conjunto, más bien se puede definir mediante una función que define la transición de alto o no alto, asignando un valor entre cero (0) y uno (1) que representa el grado de pertenencia. Por ejemplo, si una persona mide ciento setenta centímetros (170 cm), estaría con un grado de pertenencia de cero punto nueve (0.9), o si mide ciento cincuenta centímetros (150 cm) tendría un grado de pertenencia de cero punto uno (0.1).

La lógica clásica, por el contrario, considera que algo pertenece o no a un conjunto, si no se cumple con la especificación o valor exacto. Esto se refiere a que dicha cosa no pertenecería al conjunto. Por ejemplo, si una persona mide ciento setenta y ocho centímetros (178 cm), no está en el conjunto de altos.

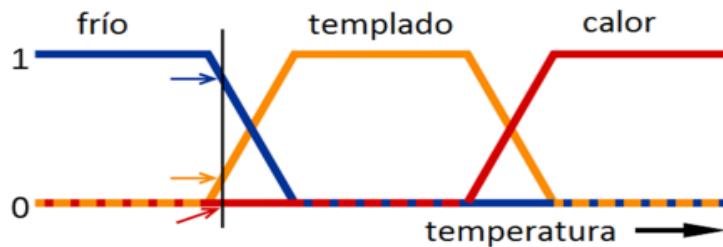
Conceptualmente existen dos aproximaciones para determinar la función característica asociada a un conjunto: la primera aproximación está basada en el conocimiento humano de los expertos, y la segunda aproximación es utilizar una colección de datos para diseñar la función.



Al graficar la función pertenencia, da una vista más clara de los puntos en los que se puede hacer una consideración. En este ejemplo se puede ver al seguir la función de pertenencia más o menos hacia que conjunto puede pertenecer más un individuo.



En esta imagen se puede apreciar cómo se clasifica la edad o etapa de una persona, ya que en la primera parte esta como un "niño" que sería de los cero (0) a los doce (12) años. Una persona de once (11) a dieciocho (18) años se considera adolescente y de los dieciocho (18) en adelante se considera adulto. Se puede apreciar como la edad de una persona se subdivide en tres conjuntos para discriminar o diferenciarla.



En este ejemplo se puede apreciar que al aplicar los conocimientos adquiridos en cuestiones de temperatura, se abre un amplio campo en el cual se puede considerar grados de temperatura intermedios entre los tres grandes conjuntos considerados (frio, templado y calor).

## 5 CONCLUSIONES

---

- ✓ El desarrollo de las temáticas elaboradas en clase utilizando el lenguaje JavaScript prueba ser un mecanismo de gran valor para el aprendizaje de los conceptos básicos de la materia.
- ✓ El perceptrón permite realizar una clasificación eficiente de datos.
- ✓ Al conocer un valor de una entrada en el perceptrón se puede jugar con su peso, con el objetivo de determinar si dicha entrada es uno (1) o cero (0).
- ✓ Para que una salida sea uno (1) o esté encendida en el perceptrón, es necesario que se supere el umbral.
- ✓ La lógica difusa permite a las personas ser más críticas a la hora de describir algo, ya que les es necesario ser más específicos al momento de realizar una apreciación.
- ✓ La lógica difusa permite ser flexible a la hora de clasificar alguna cosa en un conjunto, ya que no necesariamente tiene que cumplir a cabalidad con el valor característico para pertenecer al dicho conjunto.
- ✓ El control difuso ha sido de gran valor para el mundo actual debido a todas sus aplicaciones en tareas que resultan complejas o peligrosas para nosotros los humanos, dándonos como principal beneficio la disminución a gran escala de errores, accidentes y muertes para nosotros