

## MODELO COGNITIVO DE EVALUACIÓN CON JUSTICIA A LOS ESTUDIANTES BASADO EN LÓGICA DIFUSA

**Autoras:** Peña Gabriela  
[Peñaperezg@uvm.edu.ve](mailto:Peñaperezg@uvm.edu.ve)

Linares Eurimar

[Linarese@uvm.edu.ve](mailto:Linarese@uvm.edu.ve)

**Recibido enero Aceptado marzo**

### RESUMEN

La presente investigación se planteó con la finalidad de proponer un modelo de evaluación a los estudiantes, basado en Lógica Difusa. Con la finalidad que la misma sea realizada con justicia por parte de los docente.

Se planteó la hipótesis: ¿quién sabe más el estudiante que tiene nueve puntos o el que tiene diez puntos? La forma como se evalúa a los estudiantes es netamente cuantitativa, la presente investigación propone un cambio de paradigma, es decir, evaluar a los estudiantes en forma cualitativa, llevando un control sobre su aprendizaje diario. El modelo utilizado es el propuesto por Mamdani por ser el más sencillo para trabajar con este tipo de datos. El modelo trabaja con variables lingüísticas en vez de variables numéricas, además la base de reglas es la manera que tiene el sistema difuso de guardar el conocimiento lingüístico que le permiten resolver el problema para el cual ha sido diseñado. Estas reglas son del tipo IF-THEN.

**Palabras Clave:** Evaluación, Justicia, Estudiantes, Lógica Difusa, Aprendizaje, Conocimiento, Variable Lingüística, Modelo Mamdani.

## ABSTRACT

Model to the students, based on Fuzzy Logic. In order for it to be carried out fairly by the teachers.

The hypothesis was raised: who knows more about the student who has nine points or the one who has ten points? The way in which students are evaluated is purely quantitative, this research proposes a paradigm shift, that is, evaluating students in a qualitative way, taking control over their daily learning. The model used is the one proposed by Mamdani for being the simplest to work with this type of data. The model works with linguistic variables instead of numerical variables, in addition. The rule base is the way that the fuzzy system has to store linguistic knowledge that allows it to solve the problem for which it has been designed. These rules are of the IF-THEN type.

**Key Words:** Evaluation, Justice, Students, Fuzzy Logic, Learning, Knowledge, Linguistic Variable, Mamdani Model.

## **Planteamiento de la Situación Problemática**

Las tecnologías de la información y comunicación han aumentado el acceso a diversas oportunidades de estudio, a estudiantes de todos los rincones del mundo, logrando mejoras en los resultados del aprendizaje del mismo, que le han permitido alcanzar un alto nivel profesional.

Dichos objetivos se logran a través de la utilización de tecnologías tales como: internet, correos electrónicos, teléfonos inteligentes, YouTube y los diversos software educativos que existen en el mercado.

El internet de una u otra manera ha influenciado en la educación, marcando una diferencia con respecto al aprendizaje contemporáneo, utilizando herramientas con variados beneficios y ventajas.

Las redes sociales es una de ellas que ha impactado y transformado algunos procesos en la educación siendo utilizados de manera educada promueven el trabajo colaborativo tanto para los educadores como para los alumnos.

En la enseñanza la fusión de una o varias tecnologías con sistemas tradicionales da lugar a ambientes de aprendizaje avanzados. Uno de los rasgos más importantes de los nuevos paradigmas es posicionar al estudiante en el ambiente educativo, es decir, modelo cognitivo.

Para lograr conocer el nivel de aprendizaje del estudiante se utilizan técnicas de evaluación, tales como: escrita, oral, exposiciones, ensayos, trabajos escritos, talleres, minutas, micro clases, cuestionarios, entre otros, las mismas se realizan con el método tradicional utilizando la escala del 0 al 20. Para que un estudiante apruebe debe tener una nota mayor o igual a diez puntos. De esta manera se cuestiona si el estudiante que reprueba su evaluación con 09 puntos sabe menos del tema que el estudiante que aprueba con 10 puntos, evaluándolo en la escala convencional.

Para ello es importante estudiar los efectos inhibidores o bloqueadores y estimulantes o promotores de las distintas alternativas de prueba, las reacciones de los estudiantes frente al trabajo de evaluación que realizan los docentes y las consecuencias de la opinión de los profesores sobre los estudiantes, en la calidad del trabajo educativo.

Es indudable que en la experiencia cotidiana de la vida universitaria, se ha ido fijando una imagen distorsionada sobre la evaluación. Se ha relacionado evaluación con examen y concurso. Lo que implica amenaza y riesgo de perder. Las evaluaciones deben servir para emitir juicios o valoraciones que, a su vez, serán de utilidad para determinar los correctivos necesarios en el proceso educativo; es decir, en la evaluación de la enseñanza y en la del aprendizaje.

Existe también una confusión entre medición y evaluación. La medición, consistente en asignar puntajes al rendimiento del estudiante, no representa más que un medio en el proceso de evaluación. No es un fin en sí misma. Pero es la medición, La nota, a lo que se reduce la evaluación quedando el proceso incompleto.

Más que la nota interesa la valoración del aprendizaje; es decir la interpretación de esos puntajes para evaluar cómo va aprendiendo el estudiante. Lo cuantitativo es importante, pero sólo debe considerarse como un insumo de la evaluación; ésta involucra conceptualmente al término medición y tiene un significado de mayor amplitud, un docente asigna una calificación numérica dentro de un esquema predeterminado, él puede dar lugar a una precisión imprecisa o incierta, debido a que las mediciones pueden variar de un docente a otro, todo depende de la experiencia y sensibilidad del mismo. En general, la nota que se asigna a cada estudiante podemos decir que es una aproximación.

La evaluación del aprendizaje se aplica en función de los contenidos y no de los objetivos que se hayan previsto. En consecuencia las preguntas o reactivos de evaluación se formulan arbitrariamente y a veces un conjunto muy amplio de contenidos.

Una de las herramientas utilizadas para el tratamiento de la imprecisión en los datos es la lógica difusa.

La calificación mediante términos lingüísticos por ejemplo: Regular, Bueno, Avanzado, Excelente. Alcanza mayor flexibilidad y enfrenta cierta impresión, proveniente de las distintas precisiones que el docente hace mediante su lenguaje natural.

Se debe ser capaz de adaptarse a los requerimientos del docente, para estimar el diagnóstico cognitivo del estudiante. Las etiquetas lingüísticas son usadas por los docentes para definir sus estrategias de evaluación a fin de determinar el logro del estudiante.

Otra situación que hemos observado a través de esta investigación, es el uso arbitrario de las escalas de calificación, el mismo va acompañado de un

patrón o norma absoluta, el cual no está en relación con el grupo examinado ni toma en cuenta el esfuerzo individual.

Cuando hay una norma absoluta, existe una nota mínima de tipo convencional para aprobar y ser promovido. No se toma en consideración al grupo de estudiantes examinado con la misma prueba.

El criterio relativo a la valoración del esfuerzo personal, supone una observación particular del desempeño de cada estudiante y su progreso individual.

Cuando hay un patrón fijo, que en nuestro medio es diez la nota mínima como indicador de aprobación, el uso de la escala puede prestarse a subjetividad. Esto sucede cuando algunos docentes dan una ayuda a ciertos estudiantes añadiendo un punto o medio punto varias veces en el momento de hacer la evaluación sumativa.

Por ello proponemos mejorar la evaluación al estudiante con las etiquetas lingüísticas; Inicio, Básico, Intermedio, Avanzado, Excelente. Dando así un nuevo paradigma en la evaluación del aprendizaje, logrando ser más equitativo al momento de tomar una decisión en su calificación.

### **Objetivo General**

Diseñar un modelo cognitivo, basado en la lógica difusa, que permita a los docentes universitarios evaluar con justicia a los estudiantes, con el fin de determinar su logro alcanzado.

### **Objetivos Específicos**

Identificar las variables de entrada para el modelo cognitivo basado en lógica difusa, que permita a los docentes universitarios evaluar con justicia a los estudiantes.

Establecer las variables de salida para el modelo cognitivo basado en lógica difusa, que permita a los docentes universitarios evaluar con justicia a los estudiantes.

Diseñar el modelo cognitivo basado en lógica difusa, que permita a los docentes universitarios evaluar con justicia a los estudiantes, con el fin de determinar su logro alcanzado.

### **Justificación de la investigación.**

En aras de romper los paradigmas de evaluación del docente y facilitar la evaluación en la cual se encuentra expuesto el estudiante, hemos propuesto una herramienta que nos permita representar los aspectos cualitativos del aprendizaje por medio de etiquetas lingüísticas, utilizando la lógica difusa correctamente para la planeación de mejoras en las evaluaciones.

También se quiere facilitar una mayor flexibilidad a la hora de saber si el estudiante aprendió el contenido estipulado en cada materia, esto se puede evaluar su progreso mediante etiquetas lingüísticas.

### **Delimitación de la investigación.**

El área temática de esta investigación está vinculada con la lógica difusa, y la toma de decisiones colectivas en grupo bajo consenso.

#### Temporal:

La investigación se lleva a cabo en la Facultad de Ingeniería de la Universidad valle del Momboy, en un lapso de cuatro meses, empezando en septiembre de 2019 y finalizando en diciembre del año 2019.

La investigación se ubica en el área de investigación; Grupo Focal: Modelos Matemáticos, Lógica Difusa, Cibernética e Inteligencia Artificial.

#### Espacial:

Avenida Principal San Rafael de Carvajal, Municipio San Rafael de Carvajal  
Estado Trujillo

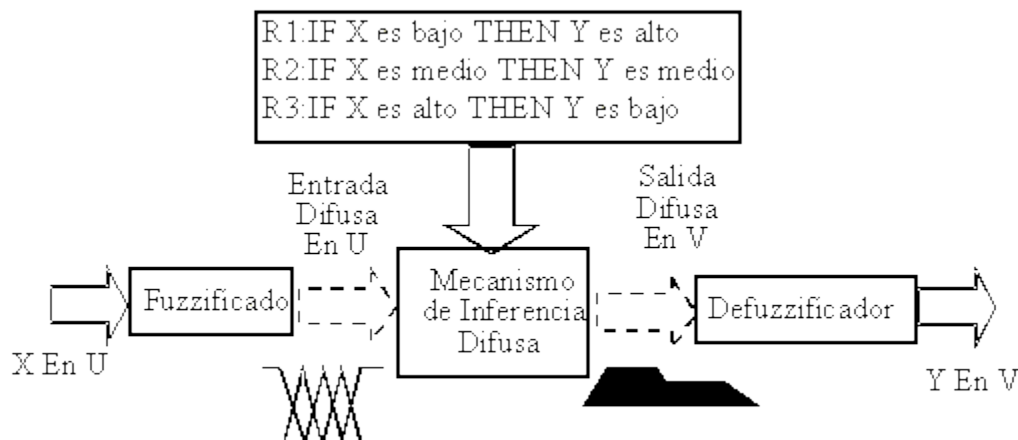
## Marco metodológico

### TIPOS DE SISTEMAS DE LOGICA DIFUSA

Los sistemas de lógica difusa tienen una estrecha relación con los conceptos difusos tales como conjuntos difusos, variables lingüísticas y demás. Los más populares sistemas de lógica difusa que se encuentran en la literatura se encuentran en uno de los siguientes tipos: sistemas difusos tipo Mamdani (con fuzzificador y defuzzificador) Sistemas difusos tipo Takagi-Sugeno

#### *Sistemas Tipo Mamdani*

En la figura se muestra la configuración básica de un sistema tipo Mamdani



#### **Sistema Difuso Mamdani, Procesamiento General**

En un sistema difuso tipo Mamdani se distinguen las siguientes partes:

- *Fuzzificador*



La entrada de un sistema de lógica difusa tipo Mamdani normalmente es un valor numérico proveniente, por ejemplo, de un sensor; para que este valor pueda ser procesado por el sistema difuso se hace necesario convertirlo a un "lenguaje" que el mecanismo de inferencia pueda procesar. Esta es la función del fuzzificador, que toma los valores numéricos provenientes del exterior y los convierte en valores "difusos" que pueden ser procesados por el mecanismo de inferencia. Estos valores difusos son los niveles de pertenencia de los valores de entrada a los diferentes conjuntos difusos en los cuales se ha dividido el universo de discurso de las diferentes variables de entrada al sistema.

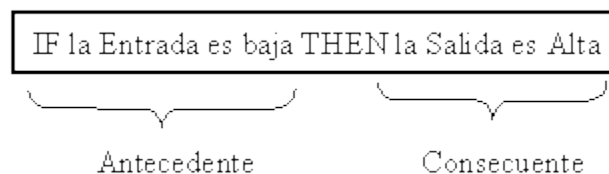
- *Mecanismo de inferencia difusa*

Teniendo los diferentes niveles de pertenencia arrojados por el fuzzificador, los mismos deben ser procesados para generar una salida difusa. La tarea del sistema de inferencia es tomar los niveles de pertenencia y apoyado en la base de reglas generar la salida del sistema difuso.

- *Base de Reglas Difusas*

La base de reglas es la manera que tiene el sistema difuso de guardar el conocimiento lingüístico que le permiten resolver el problema para el cual ha sido diseñado. Estas reglas son del tipo IF-THEN.

Una regla de la base de reglas o base de conocimiento tiene dos partes, el antecedente y la conclusión como se observa en la siguiente figura:



En un sistema difuso tipo Mamdani tanto el antecedente como el consecuente de las reglas están dados por expresiones lingüísticas.

- *Defuzzificador*

La salida que genera el mecanismo de inferencia es una salida difusa, lo cual significa que no puede ser interpretada por un elemento externo (por ejemplo un

controlador) que solo manipule información numérica. Para lograr que la salida del sistema difuso pueda ser interpretada por elementos que solo procesen información numérica, hay que convertir la salida difusa del mecanismos de inferencia; este proceso lo realiza el fuzzificador.

La salida del mecanismo de inferencia es un conjunto difuso resultante, para generar la salida numérica a partir de estos conjuntos existen varias opciones como el Centro de Gravedad, los Centros Promediados entre otros.

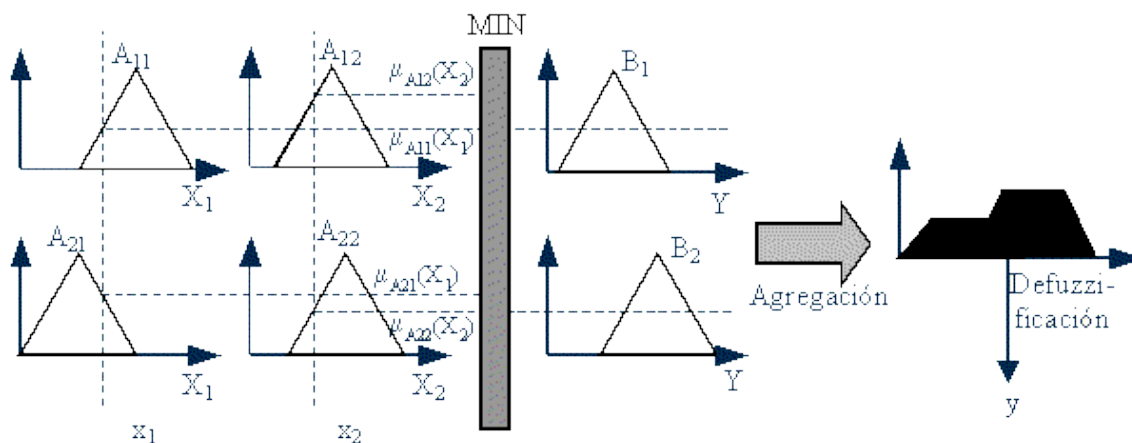
$$y = \frac{\sum_i b_i \int \mu(i)}{\sum_i \int \mu(i)}$$

#### Centro de Gravedad

$$y = \frac{\sum_i b_i \mu_{premise}(i)}{\sum_i \mu_{premise}(i)}$$

#### Centros Promediados

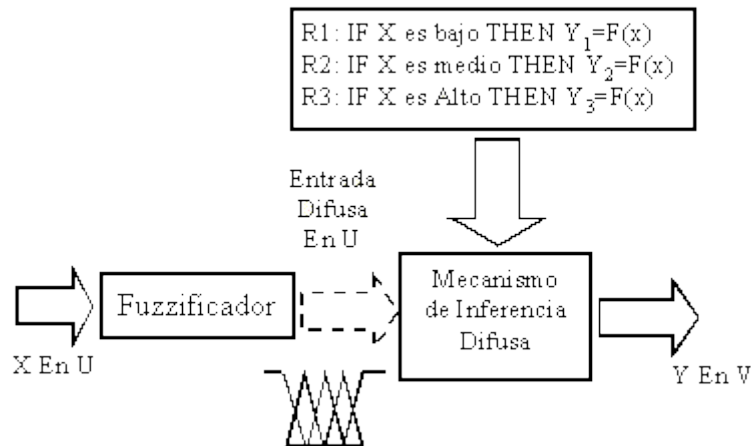
En el siguiente gráfico se muestra de manera más detallada como es el funcionamiento de un sistema difuso Mamdani



**Sistema Difuso Mamdani, Procesamiento Detallado**

## Sistemas Tipo Sugeno

Otra alternativa de procesamiento en los sistemas difusos fue la propuesta por Sugeno en los sistemas difusos que llevan su nombre.



### Sistema Difuso Sugeno, Procesamiento General

En los sistemas difusos Sugeno se distinguen las siguientes partes:

- *Fuzzificador*

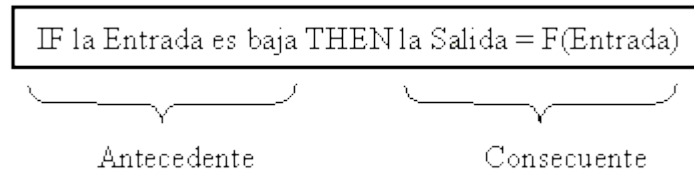
Realiza la misma función que en los sistemas Mamdani explicados anteriormente

- *Mecanismo de inferencia difusa*

Realiza la misma función que en los sistemas Mamdani explicados anteriormente

- *Base de Reglas Difusas*

Las reglas de la base de conocimiento de un sistema Sugeno es diferente a las de los sistemas Mamdani pues el consecuente de estas reglas ya no es una etiqueta lingüística sino que es una función de la entrada que tenga el sistema en un momento dado, esto se ilustra a continuación:



En los sistema difusos tipo Sugeno, os valores que arrojan los consecuentes de las diferentes reglas que se han activado en un momento determinado ya son valores numéricos por lo que no se necesita una etapa de defuzzificación.

Para calcular la salida del sistema difuso se ponderan los diferentes consecuentes teniendo en cuenta el valor que se activó el antecedente de cada una de las reglas, para un sistema con dos reglas la salida del sistema difuso sería:

$$y = \frac{w_1 y_1 + w_2 y_2}{w_1 + w_2}$$

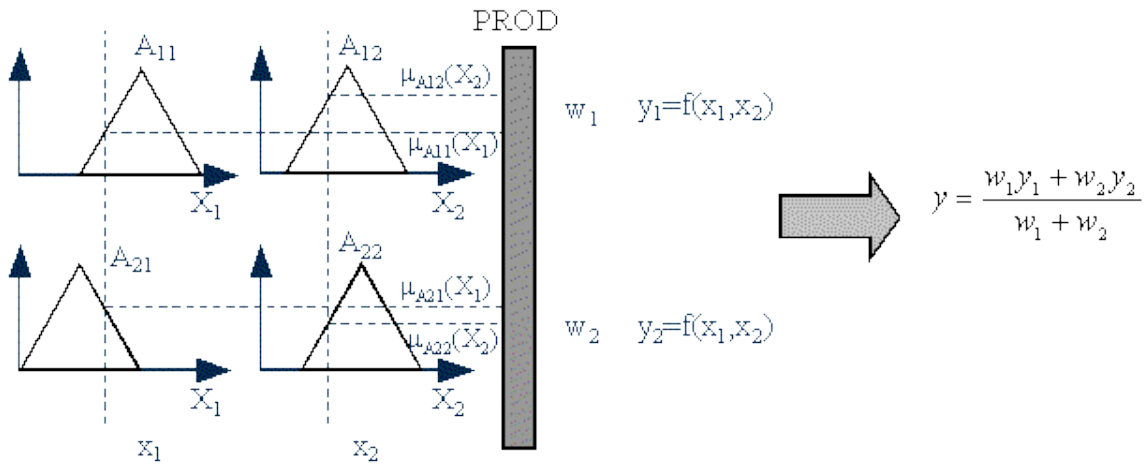
### Cálculo de la Salida de un Sistema Difuso Sugeno

En este caso:

$$y_1 = f_1(x)$$
$$y_2 = f_2(x)$$

Serían las funciones que permiten calcular el consecuente de cada una de las dos reglas implicadas.

En el siguiente gráfico se muestra de manera más detallada como es el funcionamiento de un sistema difuso Sugeno.



### Sistema Difuso Sugeno, Procesamiento Detallado

Etiquetas lingüísticas utilizadas en el modelo:

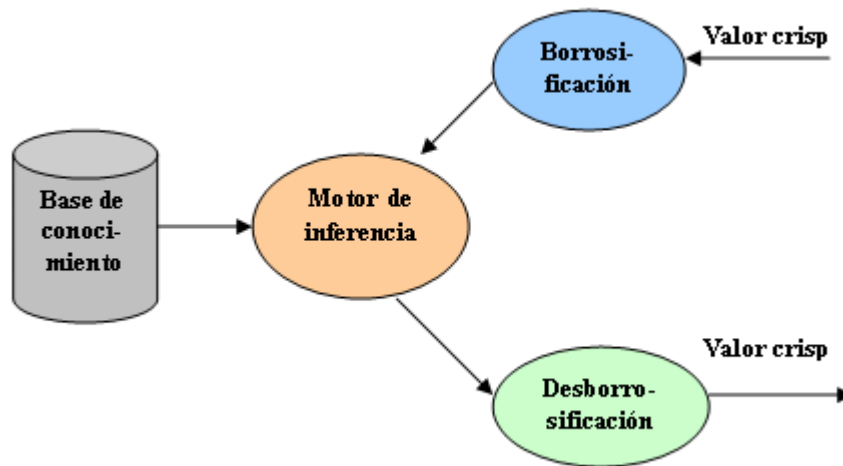
- ✓ Inicio (In)
- ✓ Básico (Bas)
- ✓ Regular (Reg)
- ✓ Intermedio (Int)
- ✓ Alcanzado(Alc)
- ✓ Avanzado (Avan)
- ✓ Excelente (Exc)

## Desarrollo del modelo propuesto

### Modelo de Mamdani

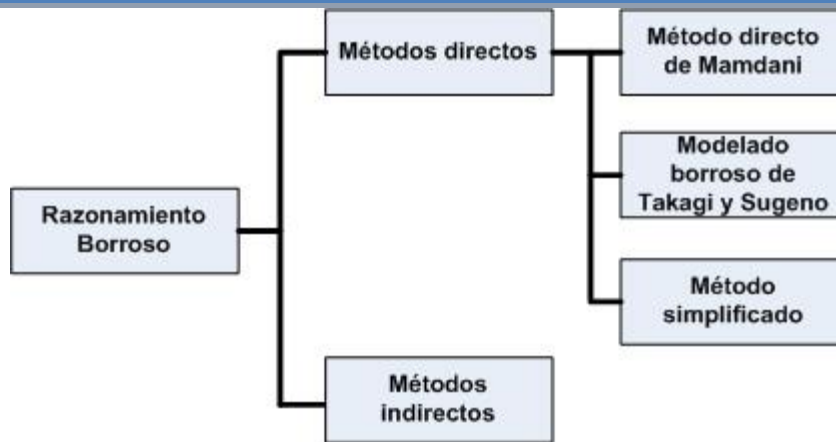
Estructura de un sistema de inferencia borrosa

En general, un sistema de inferencia borrosa cuenta con cuatro módulos:



### Clasificación de los métodos de inferencia borrosa

Los métodos de inferencia borrosa se clasifican en métodos directos y métodos indirectos. Los directos son los más utilizados, como por ejemplo los de Mamdani y Sugeno (estos dos métodos se diferencian en la forma de obtener las salidas). Los métodos indirectos son más complejos.



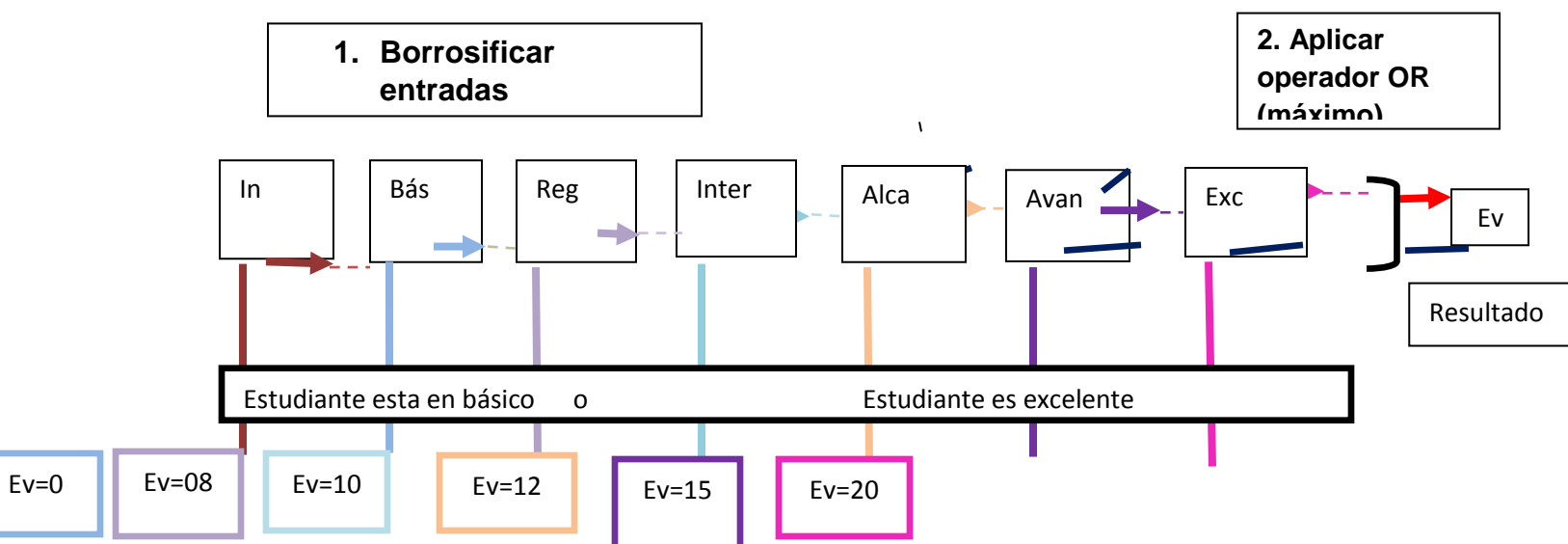
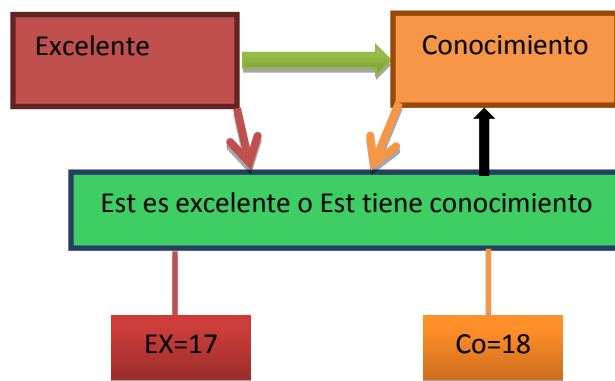
El método de Mamdani es el más usado en aplicaciones, dado que tiene una estructura muy simple de operaciones “mín-max”.

Los pasos a seguir utilizando las etiquetas lingüísticas; Inicio (In), Básico (Bas), Regular (Reg), Intermedio (Int), Alcanzado (Alc), Avanzado (Avan), Excelente (Exc)

- ✚ Paso 1: Evaluación del antecedente en cada regla.
- ✚ Paso 2: Obtener la conclusión en cada regla.
- ✚ Paso 3: Agregar la conclusión de cada regla.
- ✚ Paso 4: Desborrosificación (defuzzify).

### **Paso 1. Evaluación del antecedente en cada regla**

Dadas las entradas (valores numéricos) se obtienen los distintos valores de pertenencia para cada una de ellas. A esto se le llama “borrosificación de la entrada”. Si el antecedente de la regla tiene más de un término, a continuación se aplica algún operador (t-norma o t-conorma) obteniendo un único valor de pertenencia. Veamos el ejemplo:





ENTRADA 1	ENTRADA 2	ENTRADA 3	ENTRADA 4	ENTRADA 5	ENTRADA 6	ENTRADA 7
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Al borrosificar el primer término del antecedente (el estudiante está en básico) hemos visto en qué el estudiante está en básico si el rendimiento o aprendizaje le puntuamos con un 10. Como vemos corresponde a básico de ahí que obtengamos el valor de pertenencia 10. Al borrosificar el segundo término del antecedente (del estudiante es excelente) hemos visto que el grado del estudiante es excelente si la puntuamos con un 17. Lógicamente, un 19 corresponde un estudiante excelente, de ahí que obtengamos el valor de pertenencia 20.

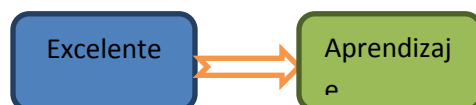
Por último, ya que los dos términos del antecedente están unidos por una disyunción (Estudiante excelente  $\vee$  Estudiante conocimiento alto), hemos aplicado un operador borroso OR, en este caso el máximo, a los dos valores de pertenencia anteriores obteniendo el valor de pertenencia 17. Si los términos del antecedente estuvieran unidos por una conjunción ("y"), habría que aplicar un operador borroso AND, por ejemplo el mínimo.

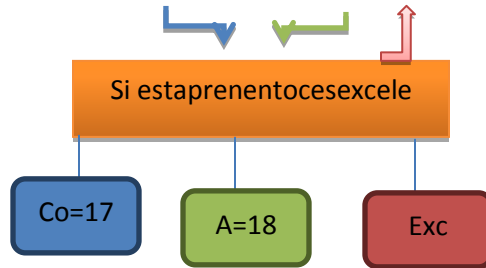
*NOTA: Los operadores de negación y modificador se pueden aplicar a cualquier término.*

## Paso 2. Obtener la conclusión en cada regla

A partir del consecuente de cada regla (un conjunto borroso) y del valor del antecedente obtenido en el paso 1, aplicamos un operador borroso de implicación obteniendo así un nuevo conjunto borroso.

Dos de los operadores de implicación más usados son el mínimo, que trunca la función de pertenencia del consecuente, y el producto, que la escala. En el siguiente gráfico correspondiente al ejemplo posible evaluaciones de un estudiante, se usa el mínimo.





### Paso 3. Agregar conclusiones

Las salidas obtenidas para cada regla en el paso 2 (obtener conclusión), se combinan en un único conjunto borroso utilizando un operador de agregación borrosa.

Algunos de los operadores de agregación más utilizados son el máximo, la suma o el por probabilístico.

### Paso 4. Desborrosificación (defuzzify)

Cuando intentamos obtener una solución a un problema de decisión, lo que queremos obtener como salida es un número y no un conjunto borroso. Siguiendo con el ejemplo de las calificaciones del estudiante, ellas no nos refleja el conocimiento real que obtiene el estudiante, lo que queremos es calificar el aprendizaje cognitivo que obtuvo reflejando una calificación. Por tanto, tenemos que transformar el conjunto borroso obtenido en el paso 3, en un número. Uno de los métodos más utilizados es el centroide, que calcula el centro del área definida por el conjunto borroso obtenido en dicho paso.

Cabe destacar que el método de Mamdani es útil cuando tenemos un número reducido de variables. En caso contrario, nos encontramos con los siguientes inconvenientes:

- El número de reglas aumenta exponencialmente con el número de variables en la parte premisa.
- Cuantas más reglas haya que construir, más difícil es saber si son adecuadas.
- Si el número de variables en la parte premisa es demasiado grande, será difícil comprender la relación causal entre las premisas y las consecuencias y por tanto, serán difíciles de construir las reglas.

Para solucionar esto, existen otros métodos como el de Sugeno.

## **CONCLUSIÓN**

Los avances presentados demuestran nuevos paradigmas en los procesos de evaluación del sector Universitario, la valoración de actitudes en estudiantes universitarios de la UVM empleando nuevas técnicas y procedimientos. Se puede determinar que la naturaleza borrosa de los valores permite el diseño de instrumentos difusos para su evaluación cognitiva el modelo usado fue el modelo de Mamdani. La escala de evaluación tradicional lo que representa son números que al momento de evaluar el conocimiento del aprendizaje del estudiante son difusos. Ahora bien, estos instrumentos son indispensables para el desarrollo de un sistema difuso que pretende como propósito la investigación de un diseño de interferencias difusas que requiera la aplicación de logaritmos.

El uso de métodos difusos en el ámbito de la evaluación universitario debe iniciarse con la definición de ¿cómo evaluar? para poder adoptar la metodología que al utilizar los instrumentos y técnicas particulares se puede decir, que la evaluación es más flexible. Estos métodos abren nuevos paradigmas de investigación ya que por un lado ofrecen procedimientos cualitativos y llega a una perspectiva cuantitativa a través de la objetividad.

del analista de datos una gran ventaja es que se fundamentan en etiquetas lingüísticas que incluyen las opiniones de los docentes.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✚ Iván Pérez, Betsabeth León (2007). Lógica difusa para principiantes Teoría y Práctica. Editorial Texto, C.A, Caracas-Venezuela, Universidad Valle del Momboy y Universidad Católica Andrés Bello.
- ✚ Ángel Díaz Barriga (2017). De la evaluación individual a una evaluación social integrada: La institución educativa, su unidad. IISUE-UNAM, México, Universidad Nacional Autónoma de México.
- ✚ Bertrand Regadera (2.015), La teoría del aprendizaje de Jean Piaget <https://psicologiaymente.com/desarrollo/teoria-del-aprendizaje-piaget>
- ✚ Bertrand Regader (2.015), La teoría sociocultural de Lev Vygotsky. <https://psicologiaymente.com/desarrollo/teoria-sociocultural-lev-vygotsky>

- ✚ Marta Guerri Psicóloga (2.019), La Teoría del Aprendizaje Social de Bandura. <https://www.psicoactiva.com/blog/la-teoria-del-aprendizaje-social-bandura/>