



# Lógica difusa neutrosófica para medir el modelo de formación de estudiantes en la Educación Superior Cubana

## Neutrosophic fuzzy logic to measure the student training model in Cuban Higher Education

Xiomara García Navarro<sup>1</sup>, Orquidea Urquiola Sánchez<sup>2</sup>, María Elena Rodríguez del Rey Rodríguez<sup>3</sup> and Yissel Pérez de Villa Amil Sellés<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” Cienfuegos, Cuba. E-mail: xgarcia@ucf.edu.cu

<sup>2</sup> Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” Cienfuegos, Cuba. E-mail: ourquiola@ucf.edu.cu

<sup>3</sup> Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” Cienfuegos, Cuba. E-mail: merodriguez@ucf.edu.cu

<sup>4</sup> Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” Cienfuegos, Cuba. E-mail: ypvilla@ucf.edu.cu

**Resumen.** El perfeccionamiento continuo de los planes de estudio ha sido uno de los aspectos a tener en cuenta para lograr adecuados niveles de calidad en el proceso de formación, adaptando las bases conceptuales del diseño de dichos planes a las demandas que impone el avance impetuoso de la ciencia y la tecnología en el ámbito nacional e internacional. Uno de los grandes retos de la Educación Superior Cubana en la actualidad lo constituye la formación integral de los estudiantes. En tal sentido, el modelo de formación del profesional que se aplica responde al Modelo de universidad moderna, humanista, universalizada, científica, tecnológica, innovadora e integrada a la sociedad. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método neutrosófico para medir el modelo de formación de estudiantes en la Educación Superior Cubana. Se emplearon métodos empíricos, como el análisis de documentos, para obtener información precisa relacionada con el modelo de formación de los profesionales en la Educación Superior Cubana.

**Palabras Claves:** modelo de formación, formación de profesionales, perfil amplio, números neutrosófico, lógica difusa.

### Abstract.

The continuous improvement of the study plans has been one of the aspects to be taken into account to achieve adequate levels of quality in the training process, adapting the conceptual bases of the design of said plans to the demands that progress imposes. impetuous science and technology at the national and international level. One of the great challenges of Cuban Higher Education today is the comprehensive training of students. In this sense, the professional training model that is applied responds to the model of a modern, humanistic, universalized, scientific, technological, innovative university integrated into society. This research aims to develop a neutrosophic method to measure the model of student training in Cuban higher education. Empirical methods, such as document analysis, were used to obtain precise information related to the training model of professionals in Cuban Higher Education.

**Keywords:** training model, professional training, broad profile, neutrosophic numbers, fuzzy logic.

## 1 Introducción

La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), establecen una visión transformadora hacia la sostenibilidad económica, social y ambiental de los países que la integran. Entre los ODS se encuentra el 4, dirigido a “garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos y en particular para el desarrollo sostenible” [1].

En tal sentido, la Educación Superior en Cuba asume este concepto de calidad como la unidad dialéctica de dos elementos: excelencia académica y pertinencia. La excelencia académica integra la calidad de los recursos humanos, en particular, del claustro y de los estudiantes; el aprovechamiento óptimo de la base material; y la adecuada gestión pedagógica y didáctica. La pertinencia caracteriza las relaciones que se establecen entre la universidad y su entorno, y se manifiesta cuando realmente esta responde a los intereses y a las necesidades de su

sociedad, no solo para hacer lo que se le solicita, sino también, para cumplir su función preventiva, de anticipación global, que permita a la educación superior desempeñar un papel activo en el seno de la sociedad, ayudándola a diseñar el futuro y a ser dueña de su destino.

La Educación Superior en Cuba tiene la Misión de la formación integral de los estudiantes de nivel superior, de manera que pueda dirigir el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación, así como la extensión de su quehacer a toda la sociedad. En este sentido, se declara entre sus objetivos: “Formar profesionales integrales, competentes, con espíritu innovador y firmeza político ideológica, comprometidos con la Revolución que satisfagan las necesidades de graduados para el desarrollo sostenible del territorio y el país.

La formación de profesionales integrales en Cuba responde al modelo de la universidad moderna, humanista, universalizada, científica, tecnológica, innovadora, integrada a la sociedad. Una universidad caracterizada por la formación de valores y por el aseguramiento de la calidad de los procesos sustantivos, en aras de lograr un egresado que posea cualidades personales, culturales y habilidades profesionales que le permitan desempeñarse con responsabilidad social [2, 3].

A partir del escenario antes descrito, la presente investigación tiene como objetivo: desarrollar un método neutrosófico para medir el modelo de formación de estudiantes en la Educación Superior Cubana. La investigación se encuentra estructurada en introducción, materiales y métodos resultados y discusiones. La introducción presentó los principales referentes relacionados al modelo de formación de los estudiantes en la Educación Superior Cubana. Los materiales y métodos presentan la propuesta de método para medir el modelo de formación de estudiantes en la Educación Superior Cubana a partir de la lógica difusa neutrosófica. Los resultados y discusión realizan una implementación del método propuesto.

## 1.1 Preliminares

En el proceso de formación continua, el desafío mayor es lograr una formación y desarrollo profesional con responsabilidad ética, social y ambiental, es decir, que el egresado no solo demuestre una alta calificación en su desempeño profesional, sino que posea cualidades personales que lo ayuden a conjugar sus intereses personales con los de la sociedad y participe activa, crítica y constructivamente en el desarrollo de esta.

El resultado del desarrollo del sistema de educación superior y la situación actual expuesta, demandan cambios en el diseño de los planes de estudio vigentes, que implique el perfeccionamiento del modelo de formación de perfil amplio enfocándolo al logro de una mayor pertinencia de las carreras y universidades a las necesidades y demandas socioeconómicas actuales del país, sobre la base de fortalecer la educación durante toda la vida y la formación integral de los estudiantes, mediante un proceso docente educativo que priorice el aprendizaje y la formación de habilidades para la gestión del conocimiento. Lo anterior justifica el inicio de un proceso de diseño de una nueva generación de planes de estudio (Plan de estudio “E”).

Una de las fortalezas consiste en considerar la investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+i) como una vía importante, que, unida con el sector productivo, pueda contribuir a resolver problemas complejos y elevar la formación del potencial humano, y de esta manera, construir la sociedad del conocimiento desde la capacidad de adaptarse a la realidad, ofreciendo respuesta oportuna a las demandas de la sociedad, enfocada en la calidad académica para promover el desarrollo humano sostenible.

El modelo de formación del profesional de la Educación Superior Cubana se sustenta en dos principios, que por su trascendencia constituyen ideas rectoras del proceso de formación. Uno lo constituye la unidad indisoluble entre los aspectos educativos e instructivos en el proceso de formación. La función formadora de la universidad no se limita a la apropiación por parte de los estudiantes de los conocimientos, habilidades y capacidades profesionales que aseguran su formación científico técnica, sino también, y al mismo tiempo, a la formación de los valores que caracterizan la actuación de un profesional comprometido con su sistema social.

El otro principio es el vínculo del estudio y el trabajo, lo que significa que el proceso de formación se desarrolle en estrecho contacto con la realidad social, con la vida, que se materializa en la práctica laboral que desarrollan los estudiantes y contribuye de modo significativo a la formación de las habilidades profesionales con pensamiento científico, tecnológico e innovador.

Este enfoque integral del proceso de formación permite identificar tres dimensiones esenciales que lo caracterizan: una dimensión instructiva, el profesional tiene que ser instruido, ello supone conocimientos y habilidades; una dimensión desarrolladora, ponerlo en contacto con el objeto de su profesión, desarrollo de los modos de actuación; y una dimensión educativa, prepararlo para vivir en sociedad por lo que debe ser portador de un sistema de valores.

En el sistema de Educación Superior Cubana, a pesar de la claridad en cuanto a la necesaria formación durante toda la vida y de que el modelo de formación vigente exige tanto un período de preparación para el empleo como un amplio y sólido sistema de educación postgraduada, no se ha logrado una vinculación armónica y coherente entre estos tres elementos que propicien una formación continua de los profesionales, lo que ha limitado el imprescindible desempeño especializado que se requiere en la producción y los servicios, y el desarrollo potencial de la fuerza de trabajo altamente calificada.

De ahí, la necesidad de lograr una aplicación consecuente del proceso de formación continua de los profesio-

nales vinculado eficazmente con la sociedad y que conste de tres etapas:

- Formación de pregrado en carreras de perfil amplio, que asegure una profunda formación en los aspectos básicos y específicos de cada profesión; y desarrolle en el egresado modos de actuación que le permitan brindar respuestas, de manera innovadora, a los problemas más generales y frecuentes que se presentan en el eslabón de base de la profesión, y erigirse germen y actor de las transformaciones que necesita la sociedad. En esta etapa la mayor responsabilidad recae en las universidades, unido a un rol no despreciable de los organismos formadores.
- Preparación para el empleo, concebida y ejecutada en las entidades laborales con el propósito de continuar desarrollando y perfeccionando en el recién egresado los modos de actuación profesional específicos relacionados con su puesto de trabajo. En esta etapa la mayor responsabilidad recae en las entidades laborales y comunidades en coordinación con las universidades.
- Formación de postgrado, que asegure la formación permanente y la actualización sistemática de los graduados universitarios, el perfeccionamiento del desempeño de sus actividades profesionales y académicas, el desarrollo de altas competencias profesionales y avanzadas capacidades para la investigación y la innovación, así como el enriquecimiento de su acervo cultural. Todo ello se concreta mediante la participación de los profesionales en actividades de superación profesional (cursos, entrenamientos, diplomados, conferencias especializadas, etcétera) o de formación académica (maestrías, especialidades, doctorados y posdoctorados). En esta etapa la responsabilidad se comparte entre las universidades y los organismos empleadores.

En este contexto se considera oportuno la definición de un modelo que implemente Lógica Difusa Neutrosófica para medir el modelo de formación de estudiantes en la Educación Superior Cubana.

## 2 Materiales y métodos

La lógica difusa es un modo de razonamiento que aplica valores múltiples de verdad o confianza a las categorías restrictivas durante la resolución de problemas. El conjunto es una colección de objetos que pueden clasificarse gracias a las características que tienen común. Se define de dos formas: por extensión ( $\{a, e, i, o, u\}$ ) o por comprensión.

Un conjunto booleano  $A$  es una aplicación de un conjunto referencial  $S$  en el conjunto  $\{0, 1\}$ ,  $A : S \rightarrow \{0,1\}$ , y se define con una función característica:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{si } x \in A \\ 0 & \text{si } x \notin A \end{cases} \quad (1)$$

Los conjuntos difusos dan un valor cuantitativo a cada elemento, el cual representa el grado de pertenencia al conjunto [4], [5], [6-8].

Un conjunto difuso  $A$  es una aplicación de un conjunto referencial  $S$  en el intervalo  $[0, 1]$

$A : S \rightarrow [0,1]$ , y se define por medio de una función de pertenencia:  $0 \leq \mu_A(x) \leq 1$ .

Mientras más cercano esté el valor a 0 menos podemos asegurar la pertenencia de un elemento a un conjunto [4], [9], [10]. Por el contrario cuanto más cercano esté el valor a 1 más podemos asegurar la pertenencia del elemento al conjunto [11-13].

Puede representarse como un conjunto de pares ordenados de un elemento genérico  $x, x \in A$  y su grado de pertenencia  $\mu_A(x)$ :

$$A = \{(x, \mu_A(x)), \mu_A(x) \in [0,1]\} \quad (2)$$

El trabajo con lógica difusa puede ser representado con el empleo de variables lingüísticas para mejorar la interpretabilidad de los datos. Las variables lingüísticas son aquellas del lenguaje natural caracterizadas por los conjuntos difusos definidos en el universo de discurso en la cual se encuentran definidas [14], [15], [16], [17].

Para definir un conjunto de términos lingüísticos se debe establecer previamente la granularidad de la incertidumbre del conjunto de etiquetas lingüísticas con el que se va a trabajar [18], [18], [19]. La granularidad de la incertidumbre es la representación cardinal del conjunto de etiquetas lingüísticas usadas para representar la información.

El grado de pertenencia de un elemento  $M(x)$  a un conjunto difuso será determinado por funciones de pertenencia [20, 21]. Las funciones típicas de pertenencia más abordadas en la literatura científica son [22], [23], [24]: Función Triangular, Función Trapezoidal, Función Gaussiana.

Función Triangular: Definido por sus límites inferior  $a$  y superior  $b$ , y el valor modal  $m$ , tal que  $a < m < b$  [25], [26], [27].

$$A(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(m-a)} & \text{si } a < x \leq m \\ \frac{(b-x)}{(b-m)} & \text{si } m < x < b \\ 0 & \text{si } x \geq b \end{cases} \quad (3)$$

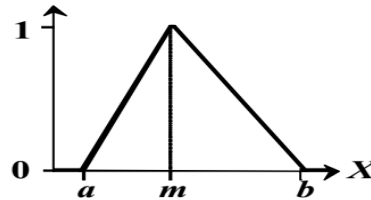


Figura. 1. Función triangular.

Función Trapezoidal: Definida por sus límites inferior  $a$  y superior  $d$ , y los límites  $b$  y  $c$ , correspondientes al inferior y superior respectivamente de la meseta [28], [29], [26], [30, 31].

$$A(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x \leq a \text{ o } x \geq d \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} & \text{si } a < x < b \\ 1 & \text{si } b \leq x \leq c \\ \frac{(d-x)}{(d-c)} & \text{si } c < x < d \end{cases} \quad (4)$$

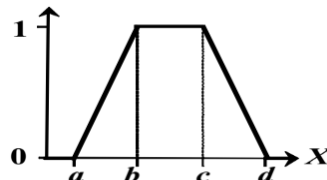


Figura. 2. Función trapezoidal.

Función Gaussiana. Definida por su valor medio  $m$  y el valor  $k > 0$ . Es la típica campana de Gauss (mayor  $k$ , más estrecha es la campana) [32], [33], [34].

$$A(x) = e^{-k(x-m)^2} \quad (5)$$

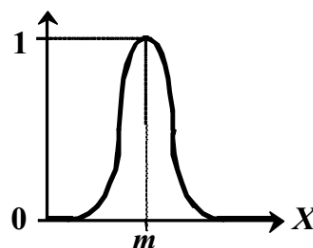


Figura. 3. Función gaussiana.

Sobre los conjuntos difusos se pueden realizar operaciones lógicas de intersección (conjunción), la unión (disyunción) y el complemento (negación). Para hacer dichas operaciones se pueden utilizar las T-Normas y las S-Normas. Las T-Normas especifican las condiciones que deben reunir las operaciones para interceptar conjuntos y las S-Normas lo hacen para las uniones.

Las intersecciones ocurren en las conjunciones y las contribuciones, de forma parecida las uniones ocurren en las disyunciones y el global [35, 36]. Estas operaciones son realizadas en los sistemas expertos para calcular los factores de certeza de las reglas de producción. Según las T-Normas y las S-Normas estas operaciones cumplen con las siguientes condiciones:

Es una operación T-norma si cumple las siguientes propiedades:

1 Conmutativa  $T(x, y) = T(y, x)$  (6)

2 Asociativa  $T(x, T(y, z)) = T(T(x, y), Z)$ . (7)

3 Monótono creciente  $T(x, y) > T(x, y)$  si  $x \geq x' \cap y \geq y'$  (8)

4 Elemento neutro  $T(x, 1) = x$  (9)

Es una operación T-conorma si cumple las siguientes propiedades:

1 Conmutativa  $S(x, y) = T(y, x)$  (10)

2 Asociativa  $S(x, S(y, z)) = S(S(x, y), Z)$  (11)

3 Monótono creciente  $S(x, y) > T(x, y)$  si  $x \geq x' \cap y \geq y'$  (12)

4 Elemento neutro  $S(x, 1) = x$  (13)

En un sistema expresado mediante lógica difusa se tienen variables lingüísticas, sus etiquetas, las funciones de pertenencia de las etiquetas, las reglas de producción y los factores de certeza asociados a estas reglas. Como datos de entrada al sistema se tienen valores numéricos que toman las variables lingüísticas.

Los valores de entradas se convierten en valores de pertenencia a etiquetas difusas que son equivalentes a los factores de certeza [37-39]. Este proceso se llama Fuzzyficación, dado que convierte valores numéricos a difusos.

A partir de estos valores obtenidos en el proceso de Fuzzyficación ocurre el proceso de propagación de certeza usando las reglas de producción definidas. Este es el proceso de Inferencia Fuzzy, en el cual se utilizan las funciones de las T-Normas y las S-Normas [40], [41].

Obteniéndose como resultados valores de certeza que se refieren a las pertenencias a los conjuntos de salida. A partir de los valores de pertenencia a las variables lingüísticas de salida hay que obtener los valores numéricos de estas y a este proceso se le denomina Desfuzzyficación. La Desfuzzyficación de las variables puede realizarse por el Método del Centroide que constituye el más utilizado para este proceso [42], [43], [44]. La figura 4 muestra un esquema de un sistema expresado mediante lógica difusa.

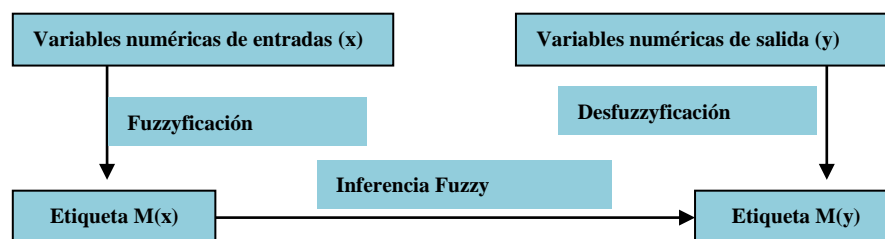


Figura. 4. Esquema de un sistema expresado mediante lógica difusa.

Los números neutrosóficos se definen como: un  $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}$ , una valoración neutrosófica es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcional a N, esto es que por cada oración p tiene:

$$v(p) = (T, I, F) \tag{14}$$

Con el propósito de facilitar la aplicación práctica a la toma de decisiones, se realizó la propuesta de las Unidades Neutrosóficas de Valor Único (SVN) [45],[46], [47], que permiten el uso de variables lingüísticas [48], [49], lo que aumenta la forma de interpretar los modelos de recomendación y el uso de la indeterminación. Sea X un universo de habla. Un SVN sobre X es un objeto de la forma.

$$A = \{(x, u_A(x), r_A(x), v_A(x)): x \in X\} \tag{15}$$

### 2.1 Método con Lógica Difusa Neutrosófica para medir el modelo de formación de estudiantes en la Educación Superior Cubana

El método para medir el modelo de formación Educación Superior Cubana mediante la lógica difusa utiliza

el proceso de inferencia basado en el Centroide o Centro de Gravedad (GOC) en la Desfuzzyficación numérica del valor de variables de formación.

La inferencia basada en GOC garantiza no tener que ajustar ningún coeficiente, solo es necesario conocer las funciones de pertenencia de cada una de las etiquetas definidas [50, 51]. Para inferir con GOC se parte de los valores de pertenencia a cada una de las etiquetas asociadas a la variable que se quiere Desfuzzyficar. Para cada variable de salida fuzzyficada, se trunca el valor máximo de la función de pertenencia de cada etiqueta, a partir del valor obtenido durante la inferencia.

El proceso se realiza de igual forma para cada etiqueta. Cada etiqueta se trunca según el valor de certeza inferido. Se garantiza que sean más truncados los gráficos de las etiquetas inferidos con menor valor. Luego se combina el resultado del truncamiento de todas estas funciones y se obtiene el centro de gravedad [52]. Para eso se usa la ecuación 16:

$$GOC = \frac{\int M(x) * x dx}{\int M(x) dx} \quad (16)$$

Donde  $M(x)$  representa el grado de pertenencia del elemento  $X$  que tomará valores en el universo discurso, usando un paso definido. Mientras menor sea este paso más exacto será el resultado del GOC. Para medir el modelo de formación Educación Superior Cubana, el método basa su funcionamiento mediante la lógica difusa, que tendrá como variables lingüísticas los indicadores definidos en la tabla 1. Estos indicadores son vínculo del estudio y el trabajo, la unidad indisoluble entre los aspectos educativos e instructivos en el proceso de formación. Como variable de salida se tiene la evaluación del modelo de formación Educación Superior Cubana. Se definió que cada una de estas variables de entrada o salida, tendrán asociadas las etiquetas de Baja, Media y Alta. Para valorar el impacto que tienen las etiquetas lingüísticas de la variable de salida.

Para la etiqueta Baja la función de pertenencia asociada será la función triangular, tal que  $\langle 0,4,5 \rangle$ . El primer valor representa dónde comienza la función, el segundo dónde se hace 1, el tercero dónde comienza a disminuir y el cuarto dónde se hace 0.

Para la etiqueta Media, utilizando la función PI, se tiene  $\langle 4,5,6,7 \rangle$ .

Para la etiqueta Alta, de función de distribución gaussiana igualmente, será  $\langle 6,7,8,9 \rangle$ .

La Figura 5 muestra las funciones de pertenencia de las etiquetas lingüísticas de las variables de entrada.

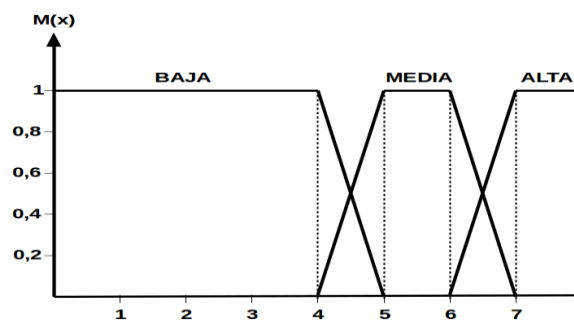


Figura 5. Funciones de pertenencia de las etiquetas lingüísticas de las variables de entrada.

Los valores de pertenencia expresado en las etiquetas lingüísticas pueden ser correspondido con los conjunto de términos lingüísticos neutrosóficos tal como muestra

Tabla 1. Términos lingüísticos empleados

| Término lingüístico       | Números SVN      |
|---------------------------|------------------|
| Extremadamente buena (EB) | (1,0,0)          |
| Muy muy buena (MMB)       | (0.9, 0.1, 0.1)  |
| Muy buena (MB)            | (0.8,0,15,0.20)  |
| Buena (B)                 | (0.70,0.25,0.30) |
| Medianamente buena (MDB)  | (0.60,0.35,0.40) |
| Media (M)                 | (0.50,0.50,0.50) |
| Medianamente mala (MDM)   | (0.40,0.65,0.60) |
| Mala (MA)                 | (0.30,0.75,0.70) |
| Muy mala (MM)             | (0.20,0.85,0.80) |
| Muy muy mala (MMM)        | (0.10,0.90,0.90) |
| Extremadamente mala (EM)  | (0,1,1)          |

Utilizando le valoración de expertos en el tema se definieron las reglas de producción. Estas reglas garanti-

zan que siempre la evaluación el modelo de formación Educación Superior Cubana esté mayormente determinada por la menor evaluación obtenida en los indicadores de entrada.

Una vez que se tienen estos datos se podrá proceder a la Fuzzyficación de las variables de entrada. El universo discurso es igual para todas las variables de entrada que se han definido, por lo que todas las variables de entrada tienen las mismas etiquetas lingüísticas y funciones de pertenencia.

Luego de calcular los factores de certeza para cada una de las etiquetas de las variables de entrada, se pasará a la fase de Inferencia Fuzzy. En esta se calcularán los factores asociados a las etiquetas de las variables de salida. A partir de las cuatro reglas de producción definidas se calcularán las DISY y CTR necesarias, siguiendo el par Mínimo-Máximo de las T-Normas y S-Normas.

En la tercera fase se procederá a la Desfuzzyficación que se realizará mediante el Método del Centroide. El paso será de 1, dado que  $x$  irá desde  $X_1$  hasta  $X_{10}$ , para ganar en exactitud en la medición del modelo de formación Educación Superior Cubana. Las etiquetas de la variable de salida serán las mismas utilizadas para las variables de entrada, al igual que sus funciones de pertenencia.

#### 4 Resultados y discusión

Para evaluar los resultados de la presente investigación se realizará una experimentación. El experimento tendrá como principal objetivo demostrar la aplicabilidad de la lógica difusa basada en la experiencia del usuario para medir el modelo de formación Educación Superior Cubana.

Se tienen los valores de entrada [3, 2, 5,] para los indicadores de formación en la Educación Superior. En el proceso de Fuzzyficación se calculan los factores de certeza de cada una de las variables de entrada para cada una de sus etiquetas. Al aplicarle la Fuzzyficación a las variables de entrada, teniendo los valores numéricos asociados a cada una de ellas, se obtienen los resultados de la Tabla 2. El cálculo de los grados de pertenencia se realiza según las funciones típicas de pertenencia.

**Tabla 2.** Grados de pertenencia de los valores de entrada a los conjuntos difusos.

| <b>Variables Lingüísticas</b>                         | <b>Etiqueta Bajo</b> | <b>Etiqueta Medio</b> | <b>Etiqueta Alto</b> |
|---|----------------------|-----------------------|----------------------|
| 1- Formación de pregrado en carreras de perfil amplio | (0.70,0.25,0.30)     | (1,0,0)               | (0.8,0.15,0.20)      |
| 2- Preparación para el empleo                         | (0.70,0.25,0.30)     | (0.9, 0.1, 0.1)       | (0.70,0.25,0.30)     |
| 3- Formación de postgrado                             | (0.9, 0.1, 0.1)      | (0.8,0.15,0.20)       | (0.9, 0.1, 0.1)      |

El proceso de Inferencia Fuzzy se realiza a través de las reglas definidas, utilizando el par Mínimo-Máximo de las T-Normas y S-Normas. Una vez realizado este proceso se obtienen los valores que se muestran en la Tabla 3 para la variable de salida efecto jurídico y socioeconómico.

**Tabla 3.** Grados de pertenencia de los valores de entrada a los conjuntos difusos

| <b>Variables Lingüísticas</b>                 | <b>Etiqueta Bajo</b> | <b>Etiqueta Medio</b> | <b>Etiqueta Alto</b> |
|---|----------------------|-----------------------|----------------------|
| Modelo de formación Educación Superior Cubana | (0.76,0.15,0.20)     | (0.9,0.10,0.10)       | (0.8, 0.15, 0.2)     |

La Inferencia Fuzzy arroja como resultados que el grado de pertenencia de la variable de salida es de 0.76 para la etiqueta bajo y de 0,9 para la etiqueta medio, 0,8 para la etiqueta Alto. Para Desfuzzyficar la variable de salida se aplica el Método del Centroide.

En la figura 6 se muestra el grado de pertenencia de la variable de salida (modelo de formación Educación Superior Cubana) con valor 8. Aquí se observa que para el valor de esta variable, el grado de pertenencia de a la etiqueta lingüística Alto es del 90%, lo cual significa que la evaluación del modelo de formación Educación Superior Cubana es considerado como Alto según la inferencia del método propuesto.

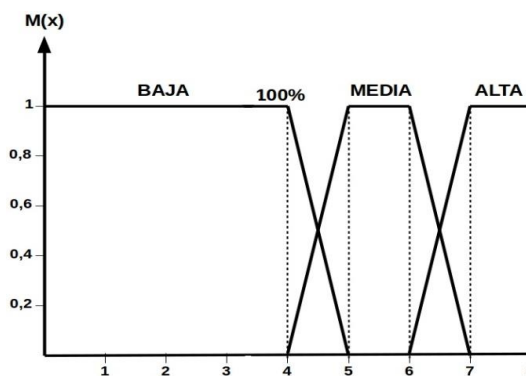


Figura 6. Grado de pertenencia de la variable modelo de formación Educación Superior Cubana.

### Discusión de los resultados

La tarea de evaluar debe considerarse en su carácter cualitativo y formativo. Esto supone integrarla al proceso docente educativo, es decir, realizarla de modo permanente durante las actividades de aprendizaje utilizando formas no tradicionales de evaluación y, además, dando a conocer a los estudiantes cuáles son los criterios que se utilizan para valorar su desempeño, de modo que esto lo ayude a revisar lo que hace y a desarrollar su capacidad de autoevaluación, su espíritu crítico y autocrítico.

Desde esta perspectiva, se debe mantener la evaluación sistemática teniendo en cuenta el desempeño del estudiante en el período, así como la tendencia a la disminución de exámenes finales tradicionales y al incremento de otros tipos de evaluación final, como por ejemplo: trabajos de curso, casos de estudios, informes, ejercicios profesionales, proyectos, evaluación por portafolio, etc., que permitan comprobar el desarrollo de habilidades profesionales y que integren contenidos de diferentes disciplinas, siempre que sea posible.

Se pueden diseñar diferentes tipos de esta evaluación, por ejemplo: trabajos de diploma, exámenes estatales, ejercicios profesionales, proyectos, evaluación por portafolio, u otros, siempre ajustados a las características de la carrera en cuestión y adecuados a las exigencias del pregrado.

### Conclusión

El modelo de formación de profesionales que se implementa en la Educación Superior Cubana en la actualidad se sustenta en dos principios: el de la unidad indisoluble entre los aspectos educativos e instructivos y en el vínculo del estudio y el trabajo. La formación con enfoque humanista permite dar respuesta a las exigencias de la diversidad psicológica, cultural y social y consecuentemente, a una verdadera educación de calidad.

El proceso de formación de los profesionales transita por la formación de pregrado en carreras de perfil amplio, la preparación para el empleo y la formación de postgrado. En el pregrado se desarrolla el currículo base, propio y optativo/electivo de acuerdo al grado de actualización permanente del plan de estudio de la carrera, las necesidades profesionales de los estudiantes, del territorio y el país, así como por el desarrollo del claustro y los intereses de los estudiantes.

La teoría de la lógica difusa aplicada para realizar el análisis y evaluación para medir el modelo de formación de la Educación Superior Cubana, genera y entrega datos exactos en comparación con otros métodos cualitativos. Una vez analizados los resultados de la investigación se obtiene un método de evaluación para el modelo de Educación Superior Cubana, contribuyendo con una herramienta para el análisis del fenómeno mediante lógica difusa capaz de cuantificar la variable objeto de estudio.

### Referencias

- [1] ONU, "Organización de las Naciones Unidas," 2018.
- [2] A. R. Rodríguez, J. C. P. Tarragó, K. M. Zuñiga, and L. V. V. Loor, "Evaluación formativa de los procesos cognitivos con paradigma constructivista mediante Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, vol. 14, no. 8, pp. 130-142, 2021.
- [3] A. R. Rodríguez, W. L. S. Álava, L. D. S. Jara, and F. I. G. Castro, "Las Categorías Enseñanza, Aprendizaje; Desarrollo, Innovación Educativa y formación. Relaciones entre ellas," *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS-ISSN 2806-5794*, vol. 4, no. 3, pp. 178-183, 2022.



- [4] L. A. Lumba, U. Khayam, and L. S. Lumba, "Application of Fuzzy Logic for Partial Discharge Pattern Recognition." pp. 210-215.
- [5] M. Chang, K. Kim, and D. Jeon, "Research on Terrain Identification of the Smart Prosthetic Ankle by Fuzzy Logic," *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, vol. 27, no. 9, pp. 1801-1809, 2019.
- [6] R. G. Ortega, M. D. O. Rodríguez, M. L. Vázquez, J. E. Ricardo, J. A. S. Figueiredo, and F. Smarandache, *Pestel analysis based on neutrosophic cognitive maps and neutrosophic numbers for the sinos river basin management: Infinite Study*, 2019.
- [7] F. Smarandache, J. E. Ricardo, E. G. Caballero, M. Y. L. Vázquez, and N. B. Hernández, *Delphi method for evaluating scientific research proposals in a neutrosophic environment: Infinite Study*, 2020.
- [8] O. F. Von Feigenblatt, *Honor, Loyalty, and Merit: The Cultura Contemporary of the Spanish Nobility: Ediciones Octaedro*, 2022.
- [9] I. Soesanti, and R. Syahputra, "A Fuzzy Logic Controller Approach for Controlling Heat Exchanger Temperature," *Journal of Electrical Technology UMY*, vol. 3, no. 4, pp. 206-213, 2020.
- [10] S. Zhang, X. Huang, J. Min, Z. Chu, X. Zhuang, and H. Zhang, "Improved fuzzy logic method to distinguish between meteorological and non-meteorological echoes using C-band polarimetric radar data," *Atmospheric Measurement Techniques*, vol. 13, no. 2, pp. 537-537, 2020.
- [11] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, A. J. P. Palacios, and Y. E. A. Ojeda, "Inteligencia artificial y propiedad intelectual," *Universidad y Sociedad*, vol. 13, no. S3, pp. 362-368, 2021.
- [12] I. A. González, A. J. R. Fernández, and J. E. Ricardo, "Violación del derecho a la salud: caso Albán Cornejo Vs Ecuador," *Universidad Y Sociedad*, vol. 13, no. S2, pp. 60-65, 2021.
- [13] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. V. Sánchez, "La formación continua de los docentes de la educación superior como sustento del modelo pedagógico," *Revista Conrado*, vol. 17, no. S1, pp. 431-439, 2021.
- [14] J. Ye, "Multiple attribute group decision making based on interval neutrosophic uncertain linguistic variables," *International Journal of Machine Learning and Cybernetics*, vol. 8, no. 3, pp. 837-848, 2017.
- [15] P. Liu, and F. Teng, "An extended TODIM method for multiple attribute group decision - making based on 2 - dimension uncertain linguistic Variable," *Complexity*, vol. 21, no. 5, pp. 20-30, 2016.
- [16] J. Fan, S. Yu, J. Chu, D. Chen, M. Yu, T. Wu, J. Chen, F. Cheng, and C. Zhao, "Research on multi-objective decision-making under cloud platform based on quality function deployment and uncertain linguistic variables," *Advanced Engineering Informatics*, vol. 42, pp. 100932, 2019.
- [17] A. J. R. Fernández, G. A. Á. Gómez, and J. E. Ricardo, "La investigación científica en la educación superior como contribución al modelo educativo," *Universidad Y Sociedad*, vol. 13, no. S3, pp. 408-415, 2021.
- [18] C. Li, and J. Yuan, "A new multi-attribute decision-making method with three-parameter interval grey linguistic variable," *International Journal of Fuzzy Systems*, vol. 19, no. 2, pp. 292-300, 2017.
- [19] S. Xian, Z. Yang, and H. Guo, "Double parameters TOPSIS for multi-attribute linguistic group decision making based on the intuitionistic Z-linguistic variables," *Applied Soft Computing*, vol. 85, pp. 105835, 2019.
- [20] S. D. Álvarez Gómez, A. J. Romero Fernández, J. Estupiñán Ricardo, and D. V. Ponce Ruiz, "Selección del docente tutor basado en la calidad de la docencia en metodología de la investigación," *Conrado*, vol. 17, no. 80, pp. 88-94, 2021.
- [21] J. E. Ricardo, V. M. V. Rosado, J. P. Fernández, and S. M. Martínez, "Importancia de la investigación jurídica para la formación de los profesionales del Derecho en Ecuador," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2020.
- [22] R. Ahsan, T. T. Chowdhury, W. Ahmed, M. A. Mahia, T. Mishma, M. R. Mishal, and R. M. Rahman, "Prediction of Autism Severity Level in Bangladesh Using Fuzzy Logic: FIS and ANFIS." pp. 201-210.
- [23] E. Kayacan, S. Coupland, R. John, and M. A. Khanesar, "Elliptic membership functions and the modeling uncertainty in type-2 fuzzy logic systems as applied to time series prediction." pp. 1-7.
- [24] O. M. Cornelio, I. S. Ching, J. G. Gulín, and L. Rozhnova, "Competency assessment model for a virtual laboratory system at distance using fuzzy cognitive map," *Investigación Operacional*, vol. 38, no. 2, pp. 169-177, 2018.
- [25] Y. Li, and S. Tong, "Adaptive fuzzy control with prescribed performance for block-triangular-structured nonlinear systems," *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, vol. 26, no. 3, pp. 1153-1163, 2017.
- [26] V. Kreinovich, O. Kosheleva, and S. N. Shahbazova, "Why triangular and trapezoid membership functions: A simple explanation," *Recent Developments in Fuzzy Logic and Fuzzy Sets*, pp. 25-31: Springer, 2020.
- [27] O. Mar Cornelio, "Modelo para la toma de decisiones sobre el control de acceso a las prácticas de laboratorios de Ingeniería de Control II en un sistema de laboratorios remoto," 2019.
- [28] S. Mustafa, S. Asghar, and M. Hanif, "Fuzzy logistic regression based on least square approach and trapezoidal membership function," *Iranian Journal of Fuzzy Systems*, vol. 15, no. 6, pp. 97-106, 2018.

- [29] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeuroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.
- [30] M. Cornelio, "Estación de trabajo para la práctica de Microbiología y Parasitología Médica en la carrera de medicina integrado al sistema de laboratorios a distancia," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.
- [31] N. Caedentey Moreno, and O. Mar-Cornelio, "Monitoreo energético en los laboratorios de la Universidad de las Ciencias Informáticas," *Ingeniería Industrial*, vol. 37, no. 2, pp. 190-199, 2016.
- [32] S. Azimi, and H. Miar-Naimi, "Designing programmable current-mode Gaussian and bell-shaped membership function," *Analog Integrated Circuits and Signal Processing*, vol. 102, no. 2, pp. 323-330, 2020.
- [33] A. C. Tolga, I. B. Parlak, and O. Castillo, "Finite-interval-valued Type-2 Gaussian fuzzy numbers applied to fuzzy TODIM in a healthcare problem," *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 87, pp. 103352, 2020.
- [34] A. Dorzhigulov, and A. P. James, "Deep Neuro-Fuzzy Architectures," *Deep Learning Classifiers with Memristive Networks*, pp. 195-213: Springer, 2020.
- [35] J. E. Ricardo, J. J. D. Menéndez, and R. L. M. Manzano, "Integración universitaria, reto actual en el siglo XXI," *Revista Conrado*, vol. 16, no. S 1, pp. 51-58, 2020.
- [36] J. E. Ricardo, N. B. Hernández, R. J. T. Vargas, A. V. T. Suntaxi, and F. N. O. Castro, "La perspectiva ambiental en el desarrollo local," *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2017.
- [37] B. B. Fonseca, and O. Mar, "Implementación de operador OWA en un sistema computacional para la evaluación del desempeño," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 2021.
- [38] C. Marta Rubido, and O. M. Cornelio, "Práctica de Microbiología y Parasitología Médica integrado al Sistema de Laboratorios a Distancia en la carrera de Medicina," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.
- [39] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.
- [40] A. Motylska-Kuźma, and J. Mercik, "Fuzzyfication of Repeatable Trust Game." pp. 135-144.
- [41] M. Kankaras, and I. Cristea, "Fuzzy Reduced Hypergroups," *Mathematics*, vol. 8, no. 2, pp. 263, 2020.
- [42] K. Kolekar, B. Bardhan, T. Hazra, and S. Chakrabarty, "Fuzzy Logic Modelling to Predict Residential Solid Waste Generation: A Case Study of Baranagar," *Waste Management and Resource Efficiency*, pp. 1155-1166: Springer, 2019.
- [43] U. Shrivastav, S. K. Singh, and A. Khamparia, "A Nobel Approach to Detect Edge in Digital Image Using Fuzzy Logic." pp. 63-74.
- [44] J. Silva, D. Marques, R. Aquino, and O. Nobrega, "A PLC-based Fuzzy Logic Control with Metaheuristic Tuning," *Studies in Informatics and Control*, vol. 28, no. 3, pp. 265-278, 2019.
- [45] H. Wang, F. Smarandache, Y. Zhang, and R. Sunderraman, "Single valued neutrosophic sets," *Review of the Air Force Academy*, no. 1, pp. 10, 2010.
- [46] S. Pramanik, R. Roy, T. K. Roy, and F. Smarandache, "Multi attribute decision making strategy on projection and bidirectional projection measures of interval rough neutrosophic sets," *Neutrosophic Sets and Systems*, vol. 19, pp. 101-109, 2018.
- [47] F. Ahmad, A. Y. Adhami, and F. Smarandache, "Single valued neutrosophic hesitant fuzzy computational algorithm for multiobjective nonlinear optimization problem," *Neutrosophic sets and systems*, vol. 22, pp. 76-86, 2018.
- [48] M. Y. L. Vázquez, K. Y. P. Teurel, A. F. Estrada, and J. G. González, "Modelo para el análisis de escenarios basados en mapas cognitivos difusos: estudio de caso en software biomédico," *Ingeniería y Universidad: Engineering for Development*, vol. 17, no. 2, pp. 375-390, 2013.
- [49] J. L. G. González, and O. Mar, "Algoritmo de clasificación genética para la generación de reglas de clasificación," *Serie Científica*, vol. 8, no. 1, 2015.
- [50] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and I. P. Pupo, "Sistema de recomendaciones sobre la evaluación de proyectos de desarrollo de software," *Revista Cubana de Informática Médica*, vol. 13, no. 2, 2021.
- [51] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and F. R. R. Marzo, "Tratamiento de la incertidumbre en la evaluación del desempeño de los Recursos Humanos de un proyecto basado en conjuntos borrosos," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, vol. 13, no. 6, pp. 84-93, 2020.
- [52] C. R. García - Jacas, Y. Marrero - Ponce, C. A. Brizuela, J. Suárez - Lezcano, and F. Martínez - Rios, "Smoothed Spherical Truncation based on Fuzzy Membership Functions: Application to the Molecular Encoding," *Journal of computational chemistry*, vol. 41, no. 3, pp. 203-217, 2020.

**Recibido:** 18 de septiembre de 2022. **Aceptado:** 05 de octubre de 2022