Neutrosophic Computing and Machine Learning, Vol. 39, 2025

University of New Mexico

Indeterminación en las Teorías Neutrosóficas y sus Aplicaciones.

Indeterminacy in Neutrosophic Theories and their Applications.

Florentin Smarandache[1]

[1] División de Matemáticas, Física y Ciencias Naturales, Universidad de Nuevo México, 705 Gurley Ave., Gallup, NM 87301, EE.UU., smarand@unm.edu

Resumen. La indeterminación constituye la principal distinción entre los conjuntos / lógica difusa o difusa intuicionista (y otras extensiones de la lógica difusa) frente a los conjuntos / lógica neutrosófica, así como entre la probabilidad clásica y la probabilidad neutrosófica. También marca la diferencia entre la estadística clásica y la estadística neutrosófica y plitonígena, entre las estructuras algebraicas clásicas y las estructuras algebraicas neutrosóficas, entre los números precisos y los números neutrosóficos. Presentamos una definición amplia de la indeterminación, diversos tipos de indeterminación y numerosas aplicaciones prácticas.

Palabras clave: Indeterminación, Neutralidad, Tríadas Neutrosóficas, Tipos de Indeterminación, Indeterminación Numérica, Indeterminación Literal, Número Neutrosófico, Número Neutrosófico Cuádruple, Indeterminación Refinada, Subindeterminaciones, Indeterminación Nula, Sobre-/Sub-/Fuera-de-Indeterminación, Transindeterminaciones.

Abstract. Indeterminacy constitutes the main distinction between sets/fuzzy or intuitionistic fuzzy logic (and other extensions of fuzzy logic) versus sets/neutrosophic logic, as well as between classical probability and neutrosophic probability. It also marks the difference between classical statistics and neutrosophic and plitonigene statistics, between classical algebraic structures and neutrosophic algebraic structures, between precise numbers and neutrosophic numbers. We present a broad definition of indeterminacy, various types of indeterminacy and numerous practical applications.

Keywords: Indeterminacy, Neutrality, Neutrosophic Triads, Types of Indeterminacy, Numerical Indeterminacy, Literal Indeterminacy, Neutrosophic Number, Neutrosophic Quadruple Number, Refined Indeterminacy, Underdeterminations, Null Indeterminacy, Over-/Under-/Out-of-Indeterminacy, Transindeterminacy.

1. Introducción

Este artículo fue escrito después de que el autor recibiera muchas preguntas sobre el concepto de "indeterminación" utilizado en las teorías neutrosóficas (como el Conjunto / Lógica / Probabilidad / Estadística / Medida / Precálculo / Cálculo / Estructuras Algebraicas Neutrosóficas), tanto por correo electrónico como, especialmente, a través de sitios web muy populares como: ResearchGate.net, Academia.edu, Facebook, Twitter y LinkedIn. Asimismo, tras discusiones con el Dr. Said Broumi y la Dra. Nivetha Martin.

A continuación, se presenta de forma comprensible la definición más general, la clasificación y muchos ejemplos reales de indeterminación en nuestra vida cotidiana, utilizados en las teorías neutrosóficas y sus aplicaciones.

La "indeterminación" no debe entenderse en el sentido limitado de un diccionario léxico, sino como algo que se encuentra entre los opuestos.

Debido a que se lidia con diversos tipos de indeterminación (vaga, imprecisa, incierta, conflictiva, incompleta, con vacilación, neutral, desconocida, etc.) relacionadas con los datos o los procedimientos empleados en el mundo real, es posible extender, mediante la neutrosificación, cualquier concepto clásico y definido con precisión de cualquier campo del conocimiento hacia un concepto neutrosófico (no definido con precisión), ya que en nuestro mundo hay más elementos indeterminados o parcialmente indeterminados que completamente determinados.

2. Tríadas Neutrosóficas

Primero, definamos las tríadas neutrosóficas.

Sea <A> un elemento (concepto, noción, idea, enunciado, teoría, etc.) y <antiA> su opuesto. Entre los opuestos <A> y <antiA>, existe una parte neutral (o de indeterminación), denotada por <neutA>.

El <neutA> no es ni <A> ni <antiA>, o a veces el es una mezcla de una parte de <A> y una parte de <antiA>.

Por supuesto, consideramos las tríadas neutrosóficas (<A>, <antiA>, <neutA>) que tienen sentido en el mundo, y existen muchas de estas tríadas en nuestra vida cotidiana [1].

3. Ejemplos de tríadas neutrosóficas

- (Amigo, Neutral, Enemigo)
- (Positivo, Cero, Negativo)
- (Hombre, Transgénero, Mujer)
- (Ganar, Empatar, Perder)
- (Bajo, Medio, Alto)
- (Verdadero, Parcialmente verdadero y parcialmente falso, Falso)
- (Verdadero, Indeterminación, Falso)
- (Pertenencia, Parcialmente pertenencia y parcialmente no pertenencia, No pertenencia)
- (Blanco, Rojo, Negro), etc.

4. Definición neutrosófica de Indeterminación

En la neutrosofía, que es una nueva rama de la filosofía, interpretamos la Indeterminación en el sentido más amplio posible, es decir:

Indeterminación, denotada por <neutA>,
es todo lo que se encuentra entre los opuestos <A> y <antiA>.

En lugar de esta tríada neutrosófica general (<A>, <antiA>, <neutA>), la comunidad neutrosófica ha estado utilizando principalmente la tríada neutrosófica (*T, I, F*), donde, en un sentido amplio:

T = verdad (o pertenencia), *I* = indeterminación (incierto, desconocido, vago, impreciso, etc.),
F = falsedad (o no pertenencia), siendo T, I, F subconjuntos del intervalo [0, 1].

La palabra "Indeterminación" es un nombre genérico para <neutA> (o para la letra "I"). No debe tomarse literalmente (en un sentido limitado) como en un diccionario léxico (como el de Webster, Larousse, etc.).

La indeterminación depende de cada aplicación, o problema a resolver, y de los expertos. Por eso existen muchos tipos de Indeterminaciones.

En general, la Indeterminación *I* no es el complemento de *T* y *F*, ya que los componentes neutrosóficos *T, I, F* son independientes entre sí.

Como elemento intermedio, <neutA> no es ni <A> ni <antiA>, sino algo entre ambos, o a veces una combinación de ambos.

5. Ejemplos de Indeterminaciones

Para la tríada neutrosófica (*Amigo, Neutral, Enemigo*), la Indeterminación = Neutral (es decir, ni Amigo ni Enemigo).

Para la tríada neutrosófica (*Positivo, Cero, Negativo*), la Indeterminación = Cero.

Para la tríada neutrosófica (*Protón, Neutrón, Electrón*), la Indeterminación = Neutrón.

Para la tríada neutrosófica (*Positrón, Antineutrón, Antiprotón*), la Indeterminación = Antineutrón.

Para la tríada neutrosófica (*Materia, No-materia, Antimateria*), la Indeterminación = No-materia (la No-materia está formada por combinaciones de materia y antimateria que se agrupan, o por mezclas a larga distancia de materia y antimateria que forman una fase débilmente acoplada) [12].

Para la tríada neutrosófica (*Hombre, Transgénero, Mujer*), la Indeterminación = Transgénero (una persona cuyo género es incierto, indeterminado).

Para la tríada neutrosófica (*Ganar, Empatar, Perder*), la Indeterminación = Empatar.

Para la tríada neutrosófica (*Bajo, Medio, Alto*), la Indeterminación = Medio.

Para la tríada neutrosófica (*Verdadero, Parcialmente verdadero y parcialmente falso, Falso*), la Indeterminación = Parcialmente verdadero y parcialmente falso (una combinación de los opuestos).

Para la tríada neutrosófica (*Verdadero, Indeterminación, Falso*), la Indeterminación = Indeterminación.

Para la tríada neutrosófica (*Pertenencia, Parcialmente pertenencia y parcialmente no pertenencia, No pertenencia*), la Indeterminación = Parcialmente pertenencia y parcialmente no pertenencia (una combinación de los opuestos).

Para la tríada neutrosófica (*Causa, Ni causa ni efecto, Efecto*), la Indeterminación = Ni causa ni efecto.

Para la tríada neutrosófica (*Blanco, Rojo, Negro*), la Indeterminación = Rojo.

En el Conjunto y la Lógica Difusa (Fuzzy), T = verdad (o pertenencia), mientras que $F = 1–T$ = falsedad (o no pertenencia), e $I = 0$ representa la indeterminación.

En el Conjunto y la Lógica Difusa Intuicionista, T = verdad (o pertenencia), F = falsedad (o no pertenencia), y la indeterminación se denomina vacilación (hesitación), $H = 1–T–F$.

En el Conjunto y la Lógica Difusa Pictórica, T = verdad (o pertenencia), F = falsedad (o no pertenencia), y la indeterminación (I) se divide/refina en N = neutralidad (o la primera subindeterminación I_1), y la vacilación $H = 1 - T - F - N$ (o la segunda subindeterminación I_2). Por lo tanto: $T, I_1 = N, I_2 = H, F$.

El Conjunto y la Lógica Difusa Pictórica (también llamada Conjunto y Lógica Difusa Intuicionista Inconsistente, o Conjunto y Lógica Difusa Ternaria) son casos particulares del Conjunto Neutrosófico Refinado y, respectivamente, de la Lógica Neutrosófica Refinada (donde T se divide/refina en $T_1, T_2, ..., T_p$; I se divide/refina en $I_1, I_2, ..., I_r$; y F se divide/refina en $F_1, F_2, ..., F_s$; con enteros $p, r, s \geq 0$ y al menos uno de ellos p, r o s es ≥ 2; si aparece algún T_0, I_0, F_0, se descarta) [3].

De forma similar ocurre con otros conjuntos y lógicas difusas extendidas {como: el Conjunto y la Lógica Difusa Pitagórica (también llamada Conjunto y Lógica Difusa Intuicionista de Atanassov de segundo tipo), el Conjunto y la Lógica Difusa q-Rung Orthopair, el Conjunto y la Lógica Difusa Fermateana Lógica, también Conjunto Borroso Esférico y Lógica, Conjunto Borroso n-Hiperesférico y Lógica, etc. [13]. Estos tienen dos componentes (T y F) o tres (T, I y F), pero con las restricciones de que $0 \leq T + F \leq 1$, donde lo que resta, $1 - T - F$, representa la indeterminación, y respectivamente $0 \leq T + I + F \leq 1$, donde lo que resta, $1 - T - I - F$, también es indeterminación.

6. Indeterminación Refinada [3]

Entre los opuestos <A> = Blanco y <antiA> = Negro, existe todo un espectro de colores. En este caso, la Indeterminación <neutA> se divide en muchas Subindeterminaciones: <neutA$_1$>, <neutA$_2$>, ..., <neutA$_n$> , para $n \geq 2$.

Tenemos el siguiente triplete neutrosófico I-refinado (donde "I-refinado" significa refinamiento respecto a la Indeterminación): (<A>; <neutA$_1$>, <neutA$_2$>, ..., <neutA$_n$>; <antiA>).

Por lo tanto, la Indeterminación (total) es la unión (U) de todas las Subindeterminaciones:

$$\langle neutA \rangle = \langle neutA_1 \rangle \cup \langle neutA_2 \rangle \cup \ldots \cup \langle neutA_n \rangle$$

7. Ejemplo de Indeterminación Refinada

Para el triplete neutrosófico I-refinado (*Blanco; Amarillo, Rosa, Rojo, Azul, Violeta; Negro*), la Indeterminación = *Amarillo* ∪ *Rosa* ∪ *Rojo* ∪ *Azul* ∪ *Violeta*.

Y las subindeterminaciones son: <neutA$_1$> = *Amarillo*, <neutA$_2$> = *Rosa*, <neutA$_3$> = *Rojo*, <neutA$_4$> = *Azul*, y <neutA$_5$> = *Violeta*.

También es posible tener un triplete neutrosófico I-refinado infinito considerando el espectro de colores infinito entre el Blanco y el Negro.

8. El Triplete de Lógica Neutrosófica [1]

El valor de verdad de la Lógica Neutrosófica (LN) de una proposición P es:

$$LN(P) = (T, I, F),$$

donde T = el grado de verdad de la proposición P;

I = el grado de indeterminación de la proposición P para ser verdadera o falsa;

F = el grado de falsedad de la proposición P.

O bien, T = verdad, I = indeterminación, F = falsedad. Preferimos usar estas notaciones descriptivas T, I, F en todas partes para los componentes neutrosóficos.

9. El Triplete del Conjunto Neutrosófico

El valor de pertenencia al Conjunto Neutrosófico (CN) de un elemento x con respecto a un conjunto dado M es:

$$CN(x) = (T, I, F),$$

donde T = el grado de pertenencia del elemento x respecto al conjunto M;
I = el grado de indeterminación de la pertenencia o no pertenencia del elemento x respecto al conjunto M;
F = el grado de no pertenencia del elemento x respecto al conjunto M;
o bien T = pertenencia, I = indeterminación, F = no pertenencia.

10. El Triplete de Probabilidad Neutrosófica [4]

La Probabilidad Neutrosófica (PN) de que ocurra un evento A es:

$$PN(A) = (\, ch(A),\, ch(neutA),\, ch(antiA) \,),$$

donde:
ch(A) = la posibilidad de que ocurra el evento A;
ch(neutA) = la posibilidad indeterminada (no segura, no clara) de que el evento A ocurra o no;
ch(antiA) = la posibilidad de que el evento A no ocurra.
En este caso, la indeterminación = *ch(neutA)*.

11. Indeterminación en la Estadística Neutrosófica [5, 6]

Mientras que la Estadística Clásica se ocupa únicamente de datos determinados, distribuciones de probabilidad determinadas y métodos de inferencia determinados, la Estadística Neutrosófica puede ocuparse de datos indeterminados {es decir, datos que tienen algún grado de indeterminación (inciertos, vagos, parcialmente desconocidos, contradictorios, incompletos, etc.)}, distribuciones de probabilidad indeterminadas y métodos de inferencia indeterminados {es decir, distribuciones e inferencias que también contienen cierto grado de indeterminación (por ejemplo, en lugar de argumentos y valores precisos para las distribuciones de probabilidad y métodos de inferencia, gráficos, diagramas, algoritmos, funciones, etc., se puede trabajar con argumentos y valores inexactos o ambiguos)}.

Por ejemplo:

- El tamaño de la muestra o de la población no se conoce exactamente (por ejemplo, el tamaño puede estar entre 200 y 250 individuos).
- No todos los individuos pueden pertenecer al 100% a la muestra o población, algunos pueden pertenecer solo parcialmente (su grado de pertenencia $T < 1$), y otros pueden sobre-pertenecer (su grado de pertenencia $T > 1$).

Una aplicación:

- Con base en su trabajo en una fábrica: Juan pertenece al 100%, Jorge al 50% (trabaja medio tiempo), y María al 110% (porque hace horas extras). Juan tiene 40 años, Jorge 60 y María 20. ¿Cuál es la edad promedio de los trabajadores de esta empresa?
- En la estadística clásica, donde el grado de pertenencia a la fábrica no cuenta, el promedio de edad es simplemente: $(40 + 60 + 20) / 3 = 40$.
- En la estadística neutrosófica, donde sí se considera el grado de pertenencia, se calcula: $(40\times1 + 60\times0.5 + 20\times1.1) / (1 + 0.5 + 1.1) = 92 / 2.6 \approx 35.38$.
- {En la estadística clásica, el grado de pertenencia se considera $T = 1$ para todos los trabajadores: pero el promedio de edad $(40\times1 + 60\times1 + 20\times1) / (1+1+1) = 120 / 3 = 40$ es inexacto, ya que el trabajo del 50% de Jorge no puede valer lo mismo que el 110% de María.}
- Las curvas de distribución de probabilidad pueden no ser precisas ni exactamente conocidas (como en la estadística clásica), sino funciones indeterminadas (con aproximaciones o información vaga y conflictiva), o pueden representarse mediante funciones gruesas (el área entre dos curvas).

12. Cuando Indeterminación = 0

Supongamos que T, I y F, pertenecientes al intervalo [0, 1], son los componentes neutrosóficos.

Aunque la indeterminación $I = 0$, los componentes neutrosóficos $(T, 0, F)$ siguen siendo más flexibles y generales que los componentes difusos o difusos intuicionistas. Esto se debe a que obtenemos:

- Para el conjunto difuso y el conjunto difuso intuicionista (que coinciden): $T + F = 1$
- En cambio, para el conjunto neutrosófico: $0 \le T + F \le 2$,
  lo que implica cualquiera de estas situaciones:
  - $T + F < 2$ (información incompleta);

- $T + F = 2$ (información completa);
- $T + F > 2$ (información paraconsistente o conflictiva procedente de fuentes independientes).

Por tanto, el conjunto neutrosófico es más flexible y general que los demás, sin importar el valor de la indeterminación.

13. Clasificación de las Indeterminaciones

Debido a la variedad de tipos de indeterminación, es posible definir múltiples medidas neutrosóficas en cualquier campo del conocimiento. En general, al tratar con tantos tipos de indeterminaciones, podemos extender cualquier concepto científico o cultural clásico desde diversas perspectivas neutrosóficas o indeterminadas.

(i) *Indeterminación Numérica*

Ocurre dentro del triplete neutrosófico numérico (T, I, F) cuando I es un subconjunto numérico de [0, 1] (por ejemplo, intervalo, subconjunto vacilante, número de valor único). Se aplica en conjuntos neutrosóficos, lógica neutrosófica y probabilidad neutrosófica.

(ii) *Indeterminación Literal*

Aquí I es un símbolo literal con la propiedad $I^2 = I$. Se usa en estructuras algebraicas neutrosóficas (como grupo, anillo, espacio vectorial, etc.), construidas sobre conjuntos del tipo:

$$S = \{ a + bI \mid a, b \in M,\ I^2 = I \},$$

donde M es un conjunto real o complejo. Esta indeterminación literal también se emplea en cálculo neutrosófico, grafos neutrosóficos y mapas cognitivos neutrosóficos, donde una arista desconocida se representa con una línea discontinua (arista indeterminada).

(iii) *Transindeterminaciones*

Inspiradas en los números transreales:

- *Indeterminación Infinita* (∞_I):

$$I^{\infty} = \lim_{n\to\infty} I^n = \infty_I$$
$$\frac{I}{0} = \lim_{x\to 0} \frac{I}{x} = \infty_I$$
$$I \cdot \infty = \infty \cdot I = \lim_{x\to\infty}(n \cdot I) = \infty_I$$

- *Indeterminación Nula* ($\emptyset_I$):

$$\frac{I}{\infty} = \lim_{x\to 0} \frac{I}{x} = \phi_I$$
$$I^{-\infty} = \frac{1}{I^{\infty}} = \lim_{x\to\infty} \frac{1}{I^n} = \phi_I$$

(iv) *Números Neutrosóficos*

Un número neutrosófico se define como $N = d + eI$, donde d es la parte determinista y eI la parte indeterminada. Por ejemplo, para $\sqrt{3} = 1.7320508...$, un número neutrosófico aproximado puede ser:

$N = a + b \cdot I = 1.732 + 4 \cdot [0.000010, 0.000015] = [1.73204, 1.73206]$,

donde, por supuesto $a = 1.732$, $b = 4$, y $I = [0.000010, 0.000015]$.

La elección de a, b e I depende del nivel de precisión deseado, del problema a resolver y del criterio de los expertos. Se utilizan en estadística neutrosófica y en precálculo neutrosófico [8].

(v) *Número Neutrosófico Cuádruple*

Se representa como:

$QN = a + bT + cI + dF$

donde:

- a es la parte conocida,
- $bT + cI + dF$ la parte desconocida, dividida en tres subcomponentes:
  - grado de confianza (T),
  - grado de indeterminación (I),
  - grado de no confianza (F).

Se puede expresar como un vector de dimension quatro $QN = (a, b, c, d)$. Los parámetros T, I, F son literales y su multiplicación obedece la ley de absorbencia (un parámetro absorbe a otro). En aplicaciones específicas, T, I, F también pueden ser numéricos.

(vi) *Indeterminación de Tipo Over-/Under-/Off*

- *Over-, (sobreindeterminación)*: $I > 1$ (en Overset neutrosófico).
- *Under-, (subindeterminación)*: $I < 0$ (en Underset neutrosófico).
- *Off-indeterminación*: a veces $I > 1$, otras $I < 0$ (en Offset neutrosófico).

En la práctica real [10, 11], los grados de pertenencia, indeterminación o no pertenencia pueden ser mayores de 1 o menores de 0.

14. Conclusión

Las estructuras neutrosóficas se están desarrollando en muchas disciplinas. Un campo puede estudiarse desde diferentes perspectivas (estructuras) neutrosóficas. Por ejemplo, los conjuntos neutrosóficos se utilizan ampliamente en estadística, medicina, toma de decisiones, inteligencia artificial, dinámica social, biología, ingeniería eléctrica, etc. La indeterminación neutrosófica se manifiesta en varios tipos (numérica, literal, cuádruple, transindeterminaciones, etc.). Esto permite que cada área se modele más adecuadamente de acuerdo con la forma específica de indeterminación que experimenta. A su vez, se pueden definir distintas medidas neutrosóficas para caracterizar o clasificar dicha indeterminación.

Referencias

[1] F. Smarandache, **Neutrosophy. Neutrosophic Probability, Set, and Logic**, ProQuest Information & Learning, Ann Arbor, Michigan, USA, 105 p., 1998; http://fs.unm.edu/eBook-Neutrosophics6.pdf

[2] F. Smarandache, **Neutrosophic Quadruple Numbers, Refined Neutrosophic Quadruple Numbers, Absorbance Law, and the Multiplication of Neutrosophic Quadruple Numbers**, Ch. 7, pp. 186-193, Capítulos en su libro: ***Symbolic Neutrosophic Logic***, Europa Nova, Brussels, 194 p., 2015; http://fs.unm.edu/SymbolicNeutrosophicTheory.pdf

[3] F. Smarandache, **n-Valued Refined Neutrosophic Logic and Its Applications in Physics**, *Progress in Physics*, 143-146, Vol. 4, 2013; http://fs.unm.edu/n-ValuedNeutrosophicLogic-PiP.pdf

[4] F. Smarandache, **Introduction to Neutrosophic Measure, Neutrosophic Integral, and Neutrosophic Probability**, Sitech & Educational, Craiova, Columbus, 140 p., 2013; https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1311/1311.7139.pdf

[5] F. Smarandache: **Introduction to Neutrosophic Statistics**, Sitech & Education Publishing, 2014, 124 p.; http://fs.unm.edu/NeutrosophicStatistics.pdf

[6] J. Kaplan, **Neutrosophic Statistics is a generalization of Classical Statistics**, Open Library, San Francisco, USA, https://archive.org/details/neutrosophic-statistics?tab=about, https://archive.org/details/neutrosophic-statistics?tab=collection

[7] W. B. Vasantha Kandasamy, F. Smarandache, **Fuzzy Cognitive Maps and Neutrosophic Cognitive Maps**, Xiquan, Phoenix, 211 p., 2003, http://fs.unm.edu/NCMs.pdf

[8] F. Smarandache, **Neutrosophic Precalculus and Neutrosophic Calculus**, EdituraNova, Belgium, 2015, http://fs.unm.edu/NeutrosophicPrecalculusCalculus.pdf

[9] F. Smarandache, **Neutrosophic Overset, Neutrosophic Underset, and Neutrosophic Offset. Similarly for Neutrosophic Over-/Under-/Off- Logic, Probability, and Statistics**, 168 p., Pons Editions, Brussels, Belgium, 2016, http://fs.unm.edu/NeutrosophicOversetUndersetOffset.pdf, en el sitio web de la universidad: https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1607/1607.00234.pdf y en Francia en la base de datos científica internacional HAL: https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01340830

[10] N. Martin, Priya. R, F. Smarandache: **Decision Making on Teachers' adaptation to Cybergogy in Saturated Interval-valued Refined Neutrosophic overset /underset /offset Environment**, *International Journal of Neutrosophic Science* (IJNS), Volume 12, Issue 2, pp. 58-70, 2020; DOI: 10.5281/zenodo.4268284

[11] Tiago S. dos Reis, Walter Gomide, James A.D.W. Anderson, **Construction of Transreal Numbers and Algebraic Transfields**, *IAENG International Journal of Applied Mathematics*, 46:1, IJAM_46_1_03, Advance Online Publication: 15 February 2016. *International Journal of Neutrosophic Science* (IJNS) Vol. 15, No. 2, pp. 89-97, 2021

[12] F. Smarandache, **Matter, Antimatter, and Unmatter**, CERN - The European Organization for Nuclear Research, Geneva, Switzerland, 01 Jun 1980, http://cdsweb.cern.ch/record/798551

[13] F. Smarandache, **Neutrosophic Set is a Generalization of Intuitionistic Fuzzy Set, Inconsistent Intuitionistic Fuzzy Set (Picture Fuzzy Set, Ternary Fuzzy Set), Pythagorean Fuzzy Set (Atanassov's Intuitionistic Fuzzy Set of second type), q-Rung Orthopair Fuzzy Set, Spherical Fuzzy Set, and n-HyperSpherical Fuzzy Set, while Neutrosophication is a Generalization of Regret Theory, Grey System Theory, and Three-Ways Decision**, *Journal of New Theory* 29 pp. 01-35, 2019; también en arXiv, Universidad de Cornell, Ciudad de Nueva

York, NY, EE. UU., pp. 1-50, 17-29 de noviembre de 2019, https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1911/1911.07333.pdf; y en el Repositorio Digital de la Universidad de Nuevo México, Albuquerque, EE. UU, https://digitalrepository.unm.edu/math_fsp/21

Recibido el 14 de abril de 2025. Aceptado el 9 de mayo de 2025